TALIS ALAN VILARINHO PEREIRA

ESTUDO DA QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS

Ji-Paraná
2019

TALIS ALAN VILARINHO PEREIRA

ESTUDO DA QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná, para obtenção de grau acadêmico de Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Prof.ª Me. Joseane Bessa.

Ji-Paraná

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Gerada automaticamente mediante informações fornecidas pelo(a) autor(a)

P436e Pereira, Talis Alan Vilarinho.

Estudo da qualidade do solo em diferentes ecossistemas / Talis Alan Vilarinho Pereira. -- Ji-Paraná, RO, 2019.

37, p.

Orientador(a): Prof. Me Joseane Bessa.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Centro Universitário São Lucas

1. Densidade. 2. Porosidade. 3.Manejo. I. Bessa, Joseane. II. Título.

CDU 624.131

Bibliotecário(a) Alex Almeida CRB 11.853

TALIS ALAN VILARINHO PEREIRA

ESTUDO DA QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná, para obtenção de grau acadêmico de Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Prof.ª Me. Joseane Bessa.

Ji-Paraná, ___ de novembro de 2019.

Avaliação/ Nota:

BANCA EXAMINADORA

Resultado:_____

_____ Nome da instituição

Título e nome

_____ Nome da instituição

Título e nome

_____ Nome da instituição

Título e nome

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por me conceder concluir mais essa etapa na minha vida, onde foram 5 anos de muita dedicação e bastante aprendizado. Agradecer a minha mãe Gentileuza Pereira da Silva por todo apoio e luta para me ajudar ao longo da graduação. Aos meus irmãos Rodrigo Silva Franco e Pedro Henrique Silva Franco por todo suporte e apoio ao longo dos anos, enfim, a todos os familiares. Agradecer a minha namorada Vanicléia Aparecida de Oliveira que sempre esteve ao meu lado, tanto nos momentos bons e ruins. Aos meus amigos Mateus Jassek, Carlos Reis, Fabricio Maciel, Luiz Carlos Moreira, Jhonatam Arcanjo e entre outros, por todo o companheirismo ao longo do curso. Obrigado por contribuírem de alguma forma para a minha formação. Gratidão!

Grandes coisas fez o Senhor por nós, pelas quais estamos alegres.

Salmos 126:3

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Valores médios[1] da densidade do solo (DS), densidade de partículas (DP) e porosidade total (PT) do solo sob diferentes ecossistemas localizados no parque Valdecir Rack na camada de 0 a 20 cm.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Locais dos ecossistemas avaliados no Parque Valdecir Rack (Rondônia Rural Show) em Ji-Paraná – RO.
Figura 2: Valores de fósforo (P) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 3: Teores de potássio (K) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 3: Teores de potássio (K) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 4: Teores de cálcio (Ca) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 5: Teores de magnésio (Mg) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 6: Valores de pH em $CaCl_2$ nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 7: Valores da acidez potencial (H + Al) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Figura 8: Valores das somas das bases (SB) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 9: Valores da capacidade de troca de cátions (CTC) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).
Figura 10: Valores da saturação por bases (V%) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

ESTUDO DA QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS[1]

Talis Alan Vilarinho Pereira[2]

RESUMO: As áreas de vegetação nativa vêm sendo substituídas por diferentes sistemas de manejos, desta forma objetivou-se avaliar algumas alterações das propriedades físicas e químicas do solo sob diferentes ecossistemas. Os ecossistemas estudados estão localizados dentro do parque Valdecir Rack, denominado Rondônia Rural Show em Ji-Paraná/RO. Os ecossistemas estudados são uma floresta secundária, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e uma área degradada em recuperação. Para as análises físicas foram amostrados aleatoriamente cinco pontos em cada área para calcular a densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total na camada de 0 a 20 cm do solo. Para as análises químicas foram selecionadas duas amostras compostas por área nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo. Seguindo um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para as propriedades físicas, utilizou o programa anova e as médias o teste de Tukey a 5% e analise descritiva para as propriedades químicas. Os resultados obtidos nesse estudo, determinaram que as áreas apresentaram variações em relação as propriedades químicas, sendo importante adotar um manejo ideal para realizar a correção da acidez do solo e suprir as deficiências dos nutrientes. Em relação as propriedades físicas a área degradada em recuperação apresentou os melhores valores de densidade do solo e porosidade total.

Palavras-Chave: Densidade. Porosidade. Manejo. Analises.

STUDY OF SOIL QUALITY IN DIFFERENT ECOSYSTEMS

ABSTRACT: Areas of native vegetation have been replaced by different management systems, thus aiming to evaluate some changes in the physical and chemical properties of the soil under different ecosystems. The studied ecosystems are located inside the Valdecir Rack park, called Rondônia Rural Show in Ji-Paraná / RO. The studied ecosystems are a secondary forest, agroforestry system, agricultural experimentation area and a degraded recovering area. For physical analysis five points were randomly sampled in each area to calculate soil density, particle density and total porosity in the 0-20 cm soil layer. For chemical analysis two samples composed by area in the 0-20 cm and 20 to 40 cm soil layers were selected. Following a completely randomized design with five replications for physical properties, we used the ANOVA program and averages the Tukey test at 5% and descriptive analysis for chemical properties. The results obtained in this study, determined that the areas presented variations in relation to the chemical properties, being important to adopt an ideal management to make the correction of the acidity of the soil and to supply the deficiencies of the nutrients. Regarding the physical properties, the degraded area under recovery presented the best values of soil density and total porosity.

Keywords: Density. Porosity. Management. Analyzes.

1Artigo apresentado no curso de graduação em agronomia do Centro Universitário São Lucas 2019, como requisito para conclusão do curso, sob orientação da professora Mestre Joseane Bessa. E-mail: joseanebessa@gmail.com

2 Talis Alan Vilarinho Pereira, graduando em agronomia do Centro Universitário São Lucas, 2019. vilarinho1993@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, as áreas de vegetação natural, de uma forma geral, vêm sendo substituídas por diferentes sistemas de produção, tais como culturas agrícolas, pastagens e reflorestamentos. Essa mudança na utilização do solo ocasiona um desequilíbrio no ecossistema, uma vez que as atividades de manejo empregada influência os processos físicos e químicos do mesmo, alterando as suas características e, na maioria das vezes, podem propiciar sua degradação inviabilizando sua utilização ou aproveitamento agrícola.

A diminuição da qualidade química interfere nos teores de fósforo e nitrogênio, na matéria orgânica, na capacidade de troca catiônica e no pH do solo (TÓTOLA e CHAER, 2002). Quanto à perda da qualidade física, esta afeta diretamente o espaço poroso do solo, de forma a prejudicar o fornecimento de água e de oxigênio, limitando o desenvolvimento das plantas (TORMENA et al., 1998) e a atividade de organismos no solo (CORTÉS-TARRÁ et al., 2003; LEONARDO, 2003).

O manejo inadequado do solo causa degradação e consequentemente a redução da qualidade e produtividade do mesmo, devido principalmente a ações exercidas pelo homem. Devido a isso, tem-se notado a perda de sustentabilidade, traduzida pela redução da capacidade do solo de produzir de acordo com o sistema de produção implantado (DECHEN et al., 2004). Devido ao solo ser o recurso de fundamental importância para a produção de alimentos e matéria prima, a sua conservação e manutenção de sua qualidade são primordiais à preservação (MORETI et al., 2007).

Segundo Dosso et al. (2005), o cenário agrícola brasileiro está em transformação. Atualmente, busca-se organizar a produção agrícola, procurando aprender e gerenciar, de maneira sustentável, as características físicas e químicas do solo, considerando o potencial de cada região. Manter devidamente a qualidade desses atributos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam no solo (DORAN e PARKIN, 1994).

Nesse contexto, a adoção de sistemas conservacionistas de manejo e uso do solo tem se apresentado como uma alternativa para contribuir com a sustentabilidade econômica e ambiental dos ecossistemas (BARRETO et al., 2006).

Verifica-se que, com o aumento do conhecimento dos sistemas conservacionistas, tem se observado a necessidade da utilização de um conjunto de indicadores e, eventualmente, a inclusão deles em um modelo de avaliação da qualidade do solo (NICOLODI, 2006).

No cenário atual, são conhecidos efeitos isolados de diferentes manejos e uso do solo nos atributos físicos e químicos em diferentes ecossistemas. Portanto, há uma necessidade de avaliar esses atributos em conjunto. Sendo assim, a utilização de analises dos dados irá determinar as diferenças e estabelecer as relações entre os tratamentos e atributos avaliados, proporcionando-se uma ferramenta importante na análise das informações obtidas (CRUZ-CASTILHO et al., 1994).

Considerando os diferentes tipos de usos e manejos nos ecossistemas, o presente trabalho tem como objetivo avaliar algumas alterações das propriedades físicas e químicas do solo sob diferentes ecossistemas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROPRIEDADES DO SOLO

Avaliações de alterações nas propriedades do solo, decorrentes de impactos da intervenção antrópica em ecossistemas naturais, podem constituir importante instrumento para auxiliar no monitoramento da conservação ambiental, pois permitem caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e, por vezes, prever situações futuras, especialmente quando adotada como referência a vegetação nativa original.

2.1.1 Propriedades físicas

2.1.1.1 Densidade do Solo

A densidade do solo (Ds) é relacionada com a estrutura, uma vez que esta é função do arranjo e orientação das partículas do solo, assim como da quantidade e geometria dos espaços porosos.

Além das estruturas, a textura do solo também está relacionada com a densidade do solo, sendo observados maiores valores para solos arenosos, no qual são frequentemente observados valores entre 1,35 a 1,85 kg dm^{-3} (ARAÚJO et al., 2004a), enquanto nos solos argilosos varia de 0,95 a 1,25 kg dm^{-3} (ARAÚJO et al., 2004b; TORMENA et al., 1998). Os baixos valores que foram observados para os solos argilosos podem ser decorrentes da microagregação das partículas de argila, que aumenta a porosidade intra-agregado, diminuindo assim a densidade (KLEIN, 2005). Em relação aos solos arenosos, esses apresentam maiores valores de densidade devido ao maior peso especifico das partículas de quartzo que compõem a fração areia e ao menor teor de matéria orgânica observada nesses solos.

Segundo Reichert et al., (2003) valores de densidade do solo de 1,35 g/cm³, 1,55 g/cm³ e 1,75 g/cm³ limitam o desenvolvimento do sistema radicular das plantas em solos de textura argilosa, textura média e textura arenosa, respectivamente.

2.1.1.2 Densidade de Partículas

Segundo Rando, (1981) a densidade de partículas tem valor considerável, uma vez que é requisitada na maioria das expressões matemáticas em que o volume ou o peso da amostra do solo estão sendo considerado. Dessa forma, as inter-relações entre porosidade total e densidade do solo em meio fluído dependem da densidade desta.

A densidade de partículas é um atributo estático, ou seja, as mudanças só poderiam ser observadas em um tempo bastante considerável. Por outro lado, a densidade do solo é um atributo que varia com o decorrer dos anos (por processos naturais de adensamento) e, ou, com práticas de manejo. Segundo Correchel (1998), o grau e a intensidade de mobilização do solo influenciam diretamente nos valores de densidade do solo.

2.1.1.3 Porosidade Total

A porosidade do solo é reflexo direto da estrutura e textura do solo, sendo os poros determinados pelo arranjo e geometria das partículas, diferenciando quanto a forma, comprimento, largura e tortuosidade. O estudo dos poros é realizado

baseando-se no diâmetro dos poros, determinando se são macro ou microporos do solo, onde são associados os ambientes que ocorrerão os processos de aeração e drenagem, para os primeiros e, de retenção da água para os últimos.

Os solos arenosos, por possuírem as partículas maiores, apresentam o espaço poroso de maior diâmetro (macroporos), porem, por outro lado, o volume total dos poros é menor quando comparados aos solos de textura argilosas, onde a formação dos microagregados pelas partículas de argila aumenta a microporosidade (KLEIN, 2005).

A ligação entre macro e microporos, em algumas partes, é responsável pela capacidade do solo em reter água e disponibilizá-la às plantas. A quantidade de macroporos influencia diretamente no desenvolvimento das raízes e a absorção de água e nutrientes. Os solos com redução da macroporosidade influenciam um crescimento lateral das raízes, diminuindo seu diâmetro e induzindo a penetração nos poros menores. Entretanto, em solos com excesso de poros pode haver um menor contato solo/raiz, reduzindo drasticamente a absorção de água e nutrientes pelas raízes, provocando também a redução do seu desenvolvimento (BEUTLER e CENTURION, 2003).

O efeito do manejo do solo reflete diretamente na porosidade, podendo sofrer alteração na relação macro e microporosidade, tendo em vista a alta frequência da redução dos poros de maior diâmetro de acordo com o uso do solo, que ocorre devido a quebra dos agregados e consequentemente o entupimento dos poros.

2.1.2 Propriedades Químicas

Os diferentes tipos de solos possuem propriedades físicas e químicas, que interagem e podem proporcionar maior ou menor resistência a processos de degradação. Algumas dessas propriedades podem ser determinadas em área de campo, mas na maioria das vezes, são processadas em laboratório.

Segundo Daniels e Hammer (1992), vários aspectos do estudo dos solos e dos processos de degradação podem ser resolvidos no campo, porém, para aprofundar a investigação é preciso coletar amostras para determinar suas propriedades físicas e químicas em laboratório. Entretanto, isso não quer dizer que a análise de um grande número de amostras vá desvendar problemas sobre os

processos de degradação do solo. Daniels e Hammer (1992) também chamam a atenção de que, na maioria das vezes, a coleta de muitas amostras, de uma determinada área, para serem analisadas em laboratório é um gasto de bastante tempo e não é necessariamente viável financeiramente, pois não vão acrescentar muito ao estudo.

A qualidade química do solo é um dos fatores que são mais afetados pelos processos de degradação. Spagnollo (2004), afirmou que a mudança no uso da terra diminui a qualidade do solo, principalmente o cultivo em áreas que eram ocupadas anteriormente por floresta nativa. O pH, a capacidade de troca de cátions (CTC), os teores de macro e micronutrientes, e os compostos de matéria orgânica do solo (MOS) estão entre as propriedades químicas do solo que são influenciadas pelo tipo de uso da terra e que são utilizadas como indicadores da qualidade do solo (GOMES e FILIZOLA, 2006).

2.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E DO SOLO NOS DIFERENTES ECOSSISTEMAS

2.2.1 Floresta nativa

A cerca de 8 mil anos, o Brasil possuía 9,8% das florestas mundiais. Atualmente, o país detém 28,3%. Dos 64 milhões de km^2 de florestas existentes antes da expansão demográfica e tecnológica, restam menos de 15,5 milhões, cerca de 24%. Mais de 75% das florestas primarias já desapareceram (EMBRAPA, 2007). Estudos indicam que, apesar do desmatamento nos últimos 30 anos, o Brasil é um dos países que mais mantém a sua cobertura vegetal. Dos 100% das florestas originais, a África mantém atualmente 7,8%, a Ásia 5,6%, a América Central 9,7% e a Europa, como pior caso do mundo, tem apenas 0,3%.

Os ecossistemas naturais apresentam integração harmônica entre a cobertura vegetal e os atributos químicos e físicos do solo, decorrente de processos essenciais de ciclagem dos nutrientes e o acúmulo e decomposição da matéria orgânica. Porém, a ação antrópica promove alterações nesses atributos e, muitas das vezes, causa impacto ambiental negativo (SILVA et al., 2007). Segundo Bayer & Mielniczuk (2008) sob vegetação natural o teor de matéria orgânica do solo se encontra estável

e, quando submetida ao uso excessivo agrícola, pode ocorrer redução elevada no seu conteúdo, principalmente quando utilizados métodos de preparo com intenso revolvimento do solo e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos. Nesse caso, pode ser estabelecido um processo de degradação das condições químicas e físicas, além de perda da produtividade das culturas.

Ainda, a conversão dos sistemas naturais em agrícolas pode resultar em compactação do solo, devido ao intenso tráfego de máquinas e implementos agrícolas, cultivo intensivo e sistema de manejo inadequado (HAMZA e ANDERSON, 2005).

2.2.2 Sistema agroflorestal (SAF)

O manejo agrícola exercido na agricultura convencional muitas vezes ocasiona a diminuição gradativa da qualidade do solo, resultando em baixas produtividades. Diante desta afirmação, tem se notado uma crescente busca por agroecossistemas que são capazes de conservar as qualidades dos recursos naturais, dentre eles, o solo. Neste caso, os sistemas agroflorestais (SAFs) têm sido visto como uma alternativa altamente viável para amenizar os danos causados pela agricultura convencional, recuperando e mantendo a qualidade ambiental e as vantagens econômicas do ecossistema (ALEGRE e CASSEL, 1996; JACKSON e WALLACE, 2000; HAIRIAH et al., 2006; JIANBO, 2006).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) podem ser definidos como uma forma de vários cultivos que sejam compostos de, pelo menos uma cultura destinada ao uso agrícola (anual ou perene) e uma espécie arbórea, que possam interagir biologicamente (SOMARRIBA, 1992). De forma geral, os SAFs são utilizados com alguns objetivos: diversificação da produção, reduzindo o efeito da sazonalidade, aumento dos níveis de matéria orgânica no solo, fixação biológica do nitrogênio atmosférico, a ciclagem dos nutrientes disponíveis, a modificação do microclima e otimização do sistema de produção, visando a produção sustentável (SOMARRIBA, 1992). Segundo Maia et al. (2004) afirmam que a adoção desses sistemas em solos anteriormente cultivados sob manejos não conservacionistas, pode acarretar no estabelecimento de um novo estado de equilíbrio nos atributos do solo.

A qualidade do solo é de extrema importância tendo em vista a necessidade da adoção de estratégias para o manejo sustentável dos diversos tipos de sistemas de produção (SANS, 2000; TÓTOLA e CHAER 2002), que é um objetivo muito almejado nos dias atuais. O entendimento da qualidade do solo refere-se às condições ótimas para que o mesmo funcione de forma adequada. Esse funcionamento depende da interação dos atributos do solo, para que mantêm um fluxo constante e uma natureza heterogênea (TÓTOLA e CHAER, 2002).

2.2.3 Área de experimentação agrícola

O manejo do cultivo no solo altera suas propriedades físicas em relação ao solo não cultivado, sendo mais visíveis nos sistemas convencionais de preparo do que nos conservacionistas, podendo verificar alterações na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando diretamente na infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas (BERTOL et al., 2004).

Segundo Centurion et al., (1992), dentre as técnicas modernas, a mecanização intensa tem sido um problema constante para o solo. Diante disso, muitas vezes a produtividade é comprometida pelo excesso ou pelo manejo inadequado a qual o solo é submetido, desde o seu preparo até o ponto de colheita da cultura. Embora o objetivo do preparo do solo seja alterar algumas de suas propriedades físicas, possibilitando novas condições que favoreçam o crescimento e desenvolvimento das plantas, via de regra tem proporcionado deterioração dessas propriedades.

O preparo convencional consiste da aração e gradagens, no qual o arado efetua o corte, elevação, inversão e queda, com um efeito de esboroamento de fatias de solo denominadas de leivas (GABRIEL FILHO et al., 2000). A grade além de complementar esse trabalho, diminuindo o tamanho dos torrões na superfície, tem também a função de nivelar o terreno. Entretanto, essa prática pode acarretar sérios problemas com o passar dos anos, principalmente se não for feita com critério.

De acordo com Muzarana et al., 2011, a redução do preparo do solo, a semeadura direta e a escarificação em áreas de lavoura vêm sendo adotados para

substituir o preparo convencional, a fim de eliminar problemas de degradação do solo.

2.2.4 Área degradada em estado de recuperação

A definição da qualidade do solo é observada como a capacidade de um tipo específico de solo deve funcionar, dentro de limites dos ecossistemas naturais ou dos manejados, sustentando a produtividade das plantas e animas, mantendo ou melhorando a qualidade dos atributos, como a água, o ar, e auxiliando a saúde humana (KARLEN et al., 1997). A verificação da qualidade do solo tem sido sugerida como uma importante ferramenta para a avaliação da sustentabilidade dos ecossistemas e o monitoramento ambiental, principalmente os programas de áreas degradadas. Para determinar a qualidade do solo, as principais barreiras encontradas são a seleção dos atributos do solo que irão servir como indicadores da qualidade do mesmo, bem como os níveis críticos desses atributos, que deve levar em consideração as características de cada região.

Avaliar as alterações nos atributos do solo provocadas pelo uso incorreto é de fundamental importância para poder empregar um manejo mais adequado e driblar possíveis processos de degradação do meio ambiente, principalmente, em locais que apresentam ecossistemas mais frágeis nos quais são desenvolvidas atividades com um alto grau de degradação.

Segundo Dias & Griffith (1998), a degradação pode ser associada à própria definição da qualidade do solo, ou seja, à medida que as características que são determinantes para a qualidade de um solo forem alteradas, define-se como um processo de degradação.

Além dos atributos físicos e químicos do solo que são utilizados para determinar com eficiência a qualidade do solo, como por exemplo, pH, disponibilidade de nutrientes, teores de matéria orgânica, saturação por alumínio, CTC, condutividade elétrica, estabilidade de agregados, porosidade do solo (DIAS et al., 2007), atualmente, contaminantes, como metais pesados, originados de atividades antrópica começaram a ser incluídos na lista de indicadores, pois alteram as concentrações naturais e prejudicam as funcionalidades dos ecossistemas (CUNHA et al., 2008; CUNHA e NASCIMENTO, 2009).

Tendo observado a progressiva acentuação dos problemas ambientais, é evidente o quanto é necessário investir na construção de referências e definir atributos sensíveis ao manejo e ao uso do solo e de fácil determinação para serem utilizados como indicadores de qualidade do solo em programas de monitoramento ambiental, tanto para evitar como reduzir a degradação ambiental.

2.3 AVALIAÇÕES DO SOLO EM DIFERENTES ECOSSISTEMAS

Em experimento conduzido na cidade de Cuiabá-MT, em Latossolo Vermelho Amarelo avaliando quatro níveis de densidade do solo: 1,0; 1,2; 1,4 e 1,6 Mg m^{-3} e duas gramíneas forrageiras: capim-piatã (*Brachiara brizantha)* e capim-mombaça (*Panicum-maximum* cv. Mombaça), foi observado que houve um decréscimo na absorção de nitrogênio, fósforo e potássio, devido ao aumento da densidade no solo, consequentemente, resultando em baixas produtividades (CABRAL et al., 2012).

Corrêa et al., (2010) avaliando o efeito de diferentes usos agrícolas (ciclo curto, fruticultura, pastagem, áreas descartadas e vegetação nativa) nas propriedades físicas do solo de uma área irrigada no semiárido do nordeste brasileiro, afirmaram que os valores de porosidade total foram maiores na superfície que em subsuperfície no solo sob vegetação de ciclo curto, fruticultura, pastagem e área descartada, resultado decorrente da prática de aração e gradagem e também pelo maior acúmulo de MOS.

Muller et al. (2011) avaliando os atributos químicos de um Argissolo Vermelho em um pomar orgânico de citros com manejo de vegetação nas entrelinhas no Rio Grande do Sul, observaram o incremento nos teores dos seguintes nutrientes: P, K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} e matéria orgânica do solo na camada de 0 a 40 cm em relação a área de floresta nativa. A aplicação de compostos orgânicos de características alcalinas favoreceu o aumento do pH, MO e os teores de nutrientes sob cultivo orgânico. Os valores de MOS obtidos em analises, indicam que os mesmos são responsáveis, em grande parte, pelo aumento nos valores de CTC e disponibilidade dos nutrientes para as plantas.

Em um trabalho realizado no município de concórdia do Pará-PA sob Latossolo Vermelho Distroférrico em uma área de floreta nativa e quatro sistemas de cultivo (pastagem, agroflorestal, capoeira e mandioca), Silva Junior et al., (2012)

afirmaram que a substituição da floresta nativa para os diferentes tipos de cultivo, causou uma redução na fertilidade do solo e, principalmente, nos estoque de MOS, que é considerada a principal característica relacionada com à fertilidade do solo. A diminuição do resíduo orgânico no solo foi a principal causa do declínio da MOS pela mudança do sistema de uso.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO

A condução do experimento foi realizada entre os meses de setembro a novembro de 2019 nas áreas localizadas no Parque Valdecir Rack, onde ocorre a denominada Rondônia Rural Show. O Parque Valdecir Rack é situado nas coordenadas geográficas: latitude de 10º52’53” sul e longitude 61 º30’45” oeste, localizada em altitude de 159 metros.

Segundo Trevisan et al., (2011) o estado de Rondônia tem seu clima classificado em transição do equatorial para o tropical “Am” de acordo com Koppen, com temperaturas médias anuais de 32ºC e a umidade relativa em torno de 85% com precipitação média entre 1.700 a 2.750 mm.

O solo do Parque Valdecir Rack onde se encontra os ecossistemas estudados é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico.

3.2 ECOSSISTEMAS ESTUDADOS

Os ecossistemas estudados apresentam as seguintes características:

Floresta secundária (MATA): Área preservada, que foi utilizada como referencial para avaliação dos atributos físicos e químicos do solo em relação ao uso e manejo dos diferentes ecossistemas estudados.

Sistema agroflorestal (SAF): Área de pesquisa destinada a CEPLAC, a qual apresenta o cultivo de banana e cacau. Essas culturas foram implantadas em uma área anteriormente de pastagem, com espaçamento de 3,0 x 3,0 m. A área contém aproximadamente 2.200 m^2 e com 4 anos de idade.

Área de experimentação agrícola: Área destinada ao Curso de Agronomia do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paraná para a realização de experimentos, onde são realizados diferentes estudos, com culturas e com diferentes manejos e adubações. Uma área aproximadamente de 8.300 m^2 e com 4 anos de uso.

Área degradada em estado de recuperação (PRAD): Área destinada ao Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário São Lucas de Ji-Paranás, que anteriormente era uma área degradada devido a processos erosivos, porém com iniciativa dos acadêmicos do curso, iniciaram o processo de recuperação com o reflorestamento. Uma área aproximadamente com 1.135,50 m^2 e com 2 anos de manejo.

Figura 1: Locais dos ecossistemas avaliados no Parque Valdecir Rack (Rondônia Rural Show) em Ji-Paraná – RO. Fonte: Google Earth.

3.3 DETERMINAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

Foram selecionadas quatros áreas adjacentes, sendo uma com floresta secundária e as outras sob o cultivo de SAF, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação. Para análises físicas foram amostrados aleatoriamente, cinco pontos em cada área. Utilizando o anel volumétrico, em cada ponto, na camada de 0 a 20 cm, foi determinada a densidade do solo (DS) e densidade de partículas (DP). A porosidade total do solo foi calculada a partir das determinações da densidade do solo (DS) e densidade de partículas (DP) (CAMARGO et al., 1986).

Para as determinações das propriedades químicas, foram coletados 15 amostras simples de cada área nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de

profundidade, totalizando 8 amostras compostas, das quatros áreas de estudo, sendo 4 amostras composta nas profundidades de 0 à 20 cm e 4 amostras compostas nas profundidades de 20 à 40 cm e, encaminhas ao laboratório do Centro Educacional São Lucas para fins de análise de fertilidade do solo e determinando as disponibilidades de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, pH em $CaCl_2$ e a acidez potencial (H + Al), consequentemente sendo calculadas as soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) (CAMARGO et al.,1986).

3.4 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições para as determinações das propriedades físicas, os dados foram analisados no programa ANOVA (Analise de Variância) para resultados comparativos e as médias pelo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as análises químicas foi utilizada a estatística descritiva para verificação da comparação de dispersão dos valores dentro de cada área, nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo. Foi confeccionado gráficos tipo coluna agrupada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinações Físicas

Os valores médios das propriedades físicas do solo nos diferentes ecossistemas (tabela 1) apresentaram diferenças significativas entre os diferentes ecossistemas, sendo que em relação à densidade do solo (DS), o solo sob PRAD apresentou o menor valor de densidade (1,33 g/cm^3) em relação à mata (referência) e as demais áreas de estudos. Já o maior valor de densidade do solo foi encontrado na área de experimentação agrícola (1,72 g/cm^3), que pode estar associado ao manejo aplicado ao solo, já o sistema agroflorestal e mata nativa secundária apresentaram valores de 1,59 g/cm^3 e 1,54 g/cm^3, respectivamente. A densidade média (1,55 g/cm³) do solo pode ser considerada baixa, já que os solos arenosos podem limitar o sistema radicular das plantas com densidade acima de 1,75 g/cm³ (REICHERT et al., 2003).

Os solos que apresentam menores valores de densidade podem ser atrelados aos teores de matéria orgânica no solo, que influência diretamente a densidade do solo a essa profundidade (DA SILVA et al., 2015). A matéria orgânica quando associada a solos de textura arenosa, imprime maior velocidade de decomposição, que contribui para a formação das substâncias húmicas, favorecendo a agregação de partículas, consequentemente reduzindo a densidade do solo (COSTA e ABRÃO, 1996). Moraes et al., (1996) também verificaram diferenças significativas em valores de densidade do solo (DS) entre diferentes sistemas de produção agrícola e uma área de mata utilizada como referência, nas profundidades de 0 a 20 cm do solo.

Para os valores de densidade de partículas (DP) do solo encontrados nos diferentes ecossistemas apenas o valor do sistema agroflorestal (2,78 g/cm³) diferiu dos demais. Os valores da mata (2,57 g/cm³), PRAD (2,55 g/cm³) e área agrícola (2,50 g/cm³) não diferiram entre si. Os valores da densidade de partículas estão próximos a 2,65 g/cm³, que correspondem a solos ricos em quartzo (QUEIROZ, 2013).

Tabela 1. Valores médios[1] da densidade do solo (DS), densidade de partículas (DP) e porosidade total (PT) do solo sob diferentes ecossistemas localizados no parque Valdecir Rack na camada de 0 a 20 cm.

ECOSSISTEMAS	**DS (g/cm³)**	**DP (g/cm³)**	**PT (%)**
MATA	1.54 b	2.57 a	39.68 b
SAF	1.59 bc	2.78 b	42.52 ab
Área Agrícola	1.72 c	2.50 a	31.04 c
PRAD	1.33 a	2.55 a	47.64 a
CV (%)	5,46	3,57	7,64
Média Geral	1.55	2.60	40.22
DMS	0,15	0,16	0,55

(1) Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, CV (%) Coeficiente de variação, DMS= Diferença Mínima Significativa.

É esperado que a densidade de partículas não se alterasse pela substituição de uma floresta por um diferente sistema de produção, pois este atributo está relacionado com a mineralogia do solo. Os maiores valores de densidade de partículas no sistema agroflorestal (SAF) podem ter relação com a oxidação de Ferro (Fe^{2+}) que aumenta a densidade de partículas (DP). Entretanto, essa constitui em uma característica intrínseca ao solo, cujas mudanças significativas somente podem ocorrer quando há um acréscimo significativo de matéria orgânica, podendo assim reduzir os valores de densidade de partículas (REINERT e REICHERT, 2006).

Os dados referentes à porosidade total (PT) mostram que houve diferenças significativas entre todos os diferentes ecossistemas, sendo que o PRAD apresentou o maior valor (47,64%), seguido do SAF (42,52%), mata (39,68%) e a área agrícola (31,04%). O menor valor de porosidade foi encontrado na área agrícola, que também apresentou maior valor de densidade, assim como foi observado para a área de PRAD, onde obteve o maior valor de porosidade, e menor valor de densidade.

Desta forma, a porosidade do solo está diretamente ligada à densidade do solo. De acordo com Reichardt e Timm (2004) resultados como os que foram observados, demonstram que a área do PRAD se apresenta melhor estruturada em relação ao arranjo de partículas no solo em relação as demais áreas. Entretanto, a densidade pode ser afetada pelo nível de compactação no solo, pois quanto maior a densidade, menor será o volume do espaço poroso.

Sabendo que houve relação entre a maior e menor densidade do solo, segundo Kiehl (1979), a porosidade total de um solo ideal para desenvolvimento das plantas deve ser o mais próximo de 50%, sendo a distribuição feita por tamanho, representada por 1/3 de macroporos e 2/3 por microporos. Diante disso, pode-se observar que os valores da porosidade total estão mais adequados para o PRAD. Ramos et al., (2011) avaliando o efeito da trafegabilidade de maquinários agrícolas da semeadura até a colheita de culturas agrícolas, observou a redução da porosidade total (PT) do solo em relação ao solo de uma vegetação nativa.

Determinações Químicas

Ao que se refere as determinações químicas (figura 2), após a realização das análises químicas dos teores de fósforo (P), estes se apresentaram abaixo de 11

mg/dm³, o que significa que nos ecossistemas mata, área agrícola e PRAD foram encontrados baixos níveis nutricionais. Já o SAF apresentou teores acima de 11 mg/dm³, que podem ser considerados níveis médios.

De acordo com Moraes (1993), os solos que apresentam maiores valores de fósforo indicam que pode ter ocorrido aplicações de doses elevadas de adubos fosfatados, e também devido a decomposição dos resíduos de plantas e dejetos de animas. Segundo Bastos et al., (2008) o fósforo é considerado um dos elementos mais importantes para o desenvolvimento das plantas, porém, se encontra em baixos níveis nos solos brasileiros. Em estudos realizados por Corrêa et al., (2009) estes também observaram baixos teores de fósforo em solos arenosos sob mata nativa, variando de 4,1 mg/dm³ na camada de 30 a 60 cm até 7,4 mg/dm³ na camada de 0 a 10 cm de profundidade

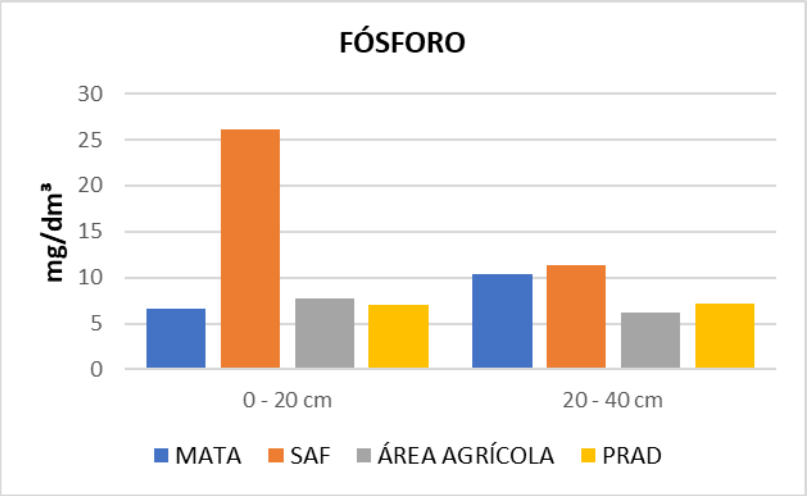

Figura 2: Valores de fósforo (P) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Os valores de potássio (K^+) se apresentaram médios praticamente em todas as áreas, com exceção da área agrícola na camada de 20 a 40 cm de profundidade, que ficou acima de 0,40 $cmol_c/dm^3$ e é considerado alto (figura 3). Possivelmente, o maior valor do potássio em área cultivada pode ser devido ao uso intensivo de aplicações de calcário e fertilizantes. Segundo Lepsch, (2011) o potássio é um nutriente móvel e muito importante no solo, e apresenta-se normalmente com teores abaixo de cálcio e magnésio.

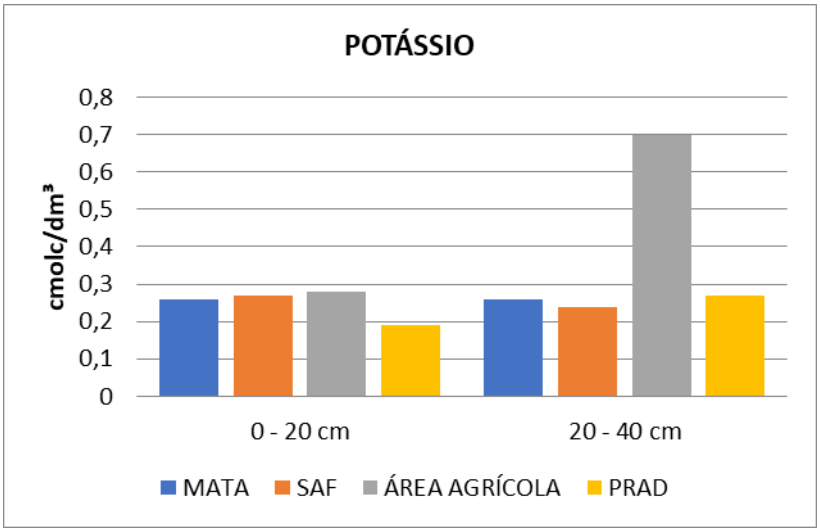

Figura 3: Teores de potássio (K) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Diante dos teores de cálcio (Ca^{2+}) estes se encontraram acima de 6,0 $cmol_c/dm^3$ no SAF, e também, na área agrícola (figura 4). As outras áreas apresentaram valores de cálcio entre 2,0 a 6,0 $cmol_c/dm^3$, que são considerados valores médios. Segundo Souza et al., (2007) a calagem é um método bastante utilizado em diversos cultivos, na qual além de elevar o pH do solo, diminui os teores de alumínio, fornecendo também cálcio e magnésio ao solo e consequentemente melhorando o desenvolvimento do sistema radicular da planta.

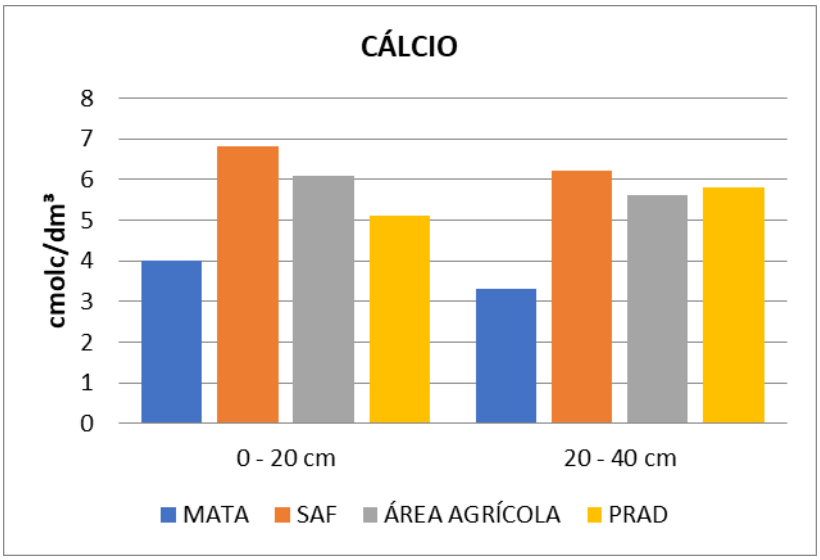

Figura 4: Teores de cálcio (Ca) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Para o magnésio (Mg^{2+}) foram encontrados na maioria das áreas estudadas, em ambas as profundidades, valores acima de 0,8 $cmol_c/dm^3$, com exceção da mata, que apresentou valor médio de 0,5 $cmol_c/dm^3$ (figura 5). Os maiores valores de cálcio e magnésio em áreas de cultivos em relação a mata é devido ao maior nível tecnológico utilizado, onde são realizadas as correções químicas e fertilização do solo para repor os nutrientes exportados ou pela colheita e, ou, perdidos através da lixiviação e erosão.

Em estudo realizado por Côrrea et al. (2009) observaram um aumento considerável nos teores de cálcio e magnésio sob diferentes sistemas de produção (culturas de ciclo curto, fruticultura e pastagem) quando comparado à uma vegetação nativa. Desta forma, pode-se afirmar que os diferentes sistemas de produção analisados, apresentaram variações nos teores de nutrientes quando se comparado a mata nativa secundária nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo.

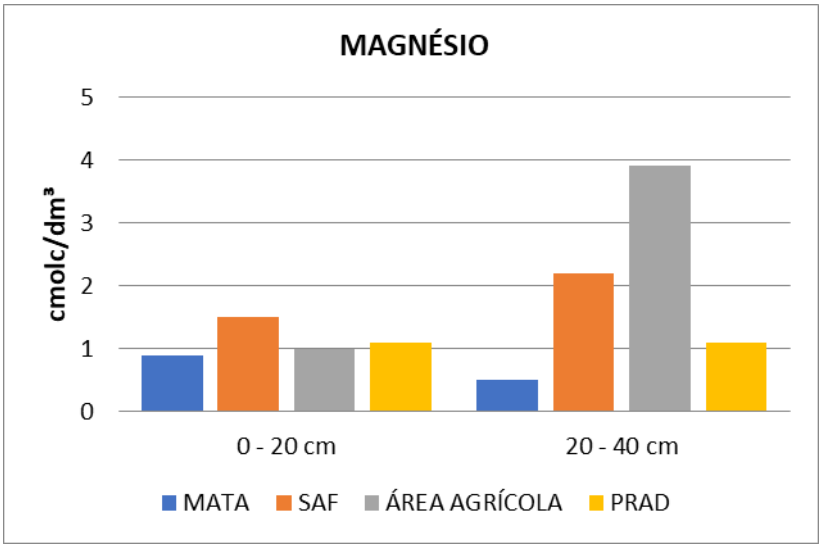

Figura 5: Teores de magnésio (Mg) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Para os valores de pH em $CaCl_2$, os valores encontrados foram abaixo de 5 para ambos os ecossistemas, o que define como acidez elevada (figura 6). A maioria das culturas atualmente apresenta uma melhor produtividade quando o pH no solo se encontra entre 6,0 e 6,5 (RONQUIM, 2010). Theodoro et al., (2003) afirmam que a acidez elevada pode estar evidenciada pela intensa precipitação ao longo dos anos, que promovem a lixiviação dos cátions trocáveis do solo (Ca, Mg, K) permanecendo assim só os cátions que elevam a acidez do solo (H e Al).

Segundo Souza et al. (2007) e Duarte et al. (2013) a correção do pH e a introdução de bases no solo por meio de adubação química, como também a deposição de resíduos orgânicos, são fatores que favorecem a elevação do pH, uma vez que elas tem a capacidade de se adsorverem no complexo sortivo, contribuindo assim para o aumento do pH.

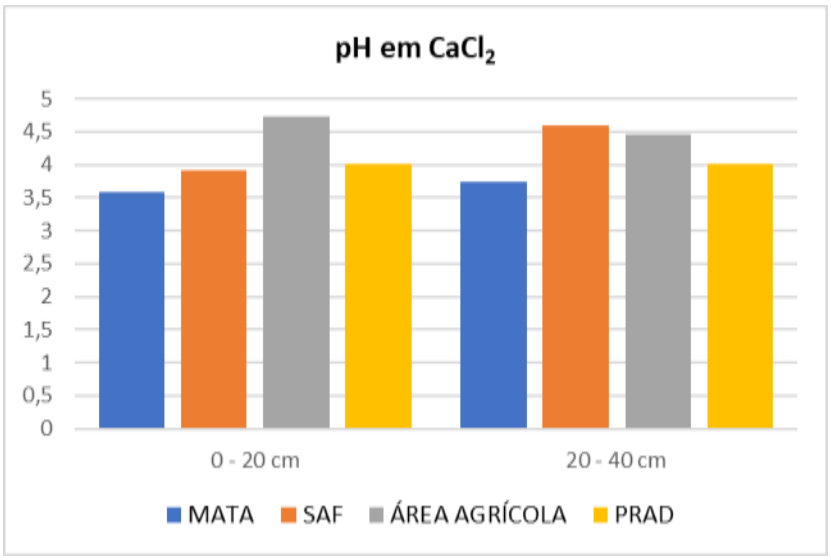

Figura 6: Valores de pH em $CaCl_2$ nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Ao que se refere aos valores de acidez potencial (H + Al) todos os ecossistemas apresentaram valores elevados para ambas as profundidades estudadas (figura 7). Para Canellas et al., (2003) valores elevado de acidez potencial podem ter relação com os teores de matéria orgânica no solo, que podem constituir em uma importante fonte de acidez potencial no solo, principalmente em ambientes caracterizados por formação de serapilheira acumulada, como a mata secundária, o sistema agroflorestal e a área degradada em recuperação.

Em estudos realizados por Portugal et al., (2010) avaliando o impacto de diferentes manejos com cana de açúcar, pastagem e laranjeira em relação a vegetação nativa no estado de Minas Gerais, observaram que os valores de acidez potencial foram mais elevados no solo sob mata nativa quando comparada com os diversos usos agrícolas. Ressaltando o que foi dito anteriormente, os maiores valores têm relação direta com os teores de matéria orgânica no solo, pois a mesma apresenta vários grupos funcionais, especialmente os grupos carboxílicos e fenólicos, que podem liberam o H^+ que irá compor os íons envolvidos na CTC (SOUZA et al., 2007).

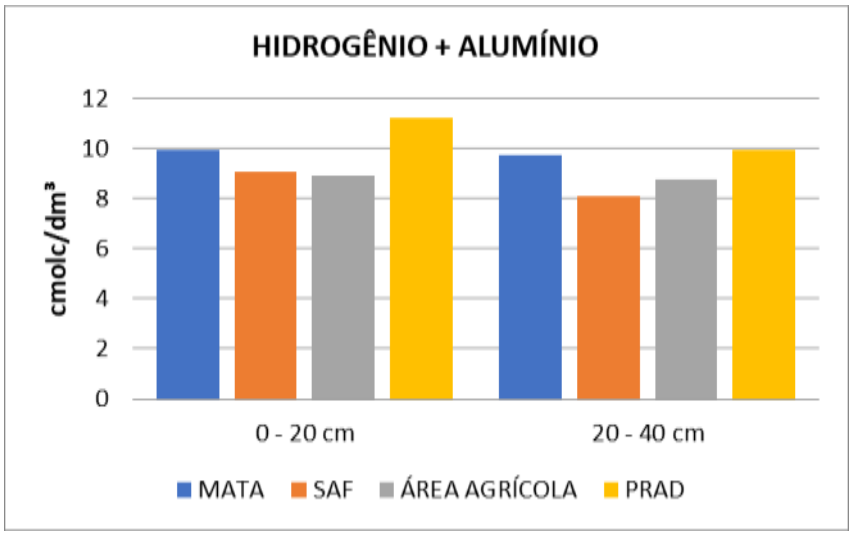

Figura 7: Valores da acidez potencial (H + Al) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Para as somas das bases que é representada pela soma do Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+, que permite nos dar a indicação do número de cargas negativas que estão sendo ocupados por bases nos coloides do solo. Nesse caso, com exceção da mata, todas as áreas apresentaram níveis mais altos em ambas as camadas (figura 8).

Com a substituição da vegetação nativa para uma área de cultivo com diferentes manejos, Corrêa et al., (2009) observaram que com essa mudança resulta em um elevado valor de somas das bases e saturação por bases decorrentes de adubações e correções da acidez do solo por calagem.

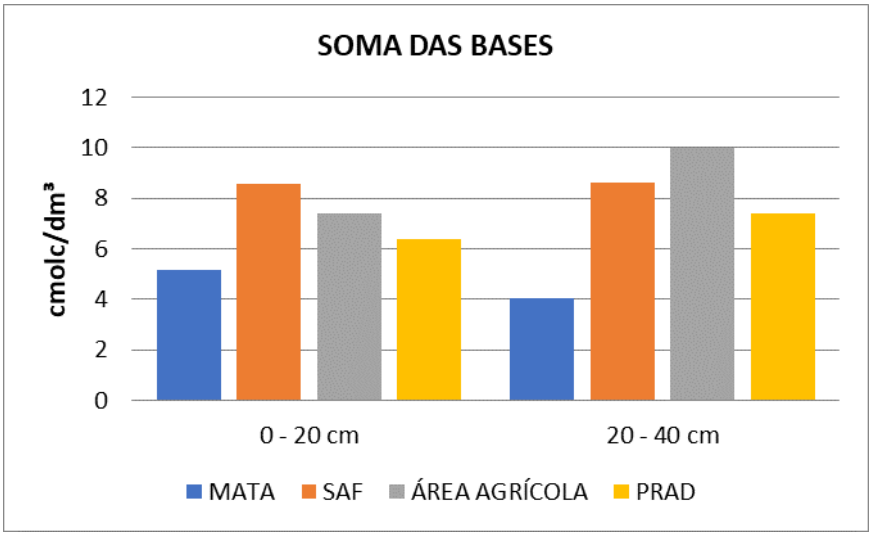

Figura 8: Valores das somas das bases (SB) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

Os valores da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, que segundo Lopes et al., (2004) é a capacidade do solo em reter cátions próximo ao valor do seu pH natural. Solos que apresentam baixos valores de CTC indica que o solo tem pouca capacidade de reter cátions de forma trocável. Portanto, as fertilizações químicas devem ser aplicadas de forma parcelada para poder evitar perdas por lixiviação e erosão do solo (RONQUIM, 2010).

Segundo Sobral et al., (2007) a CTC que apresenta valores acima de 15 $cmol_c/dm^3$ indicam presença de argila 2:1 na fração argila. Nesse caso, com exceção da mata na camada de 20 a 40 cm de profundidade apresentou valor abaixo do indicado (13,79 $cmol_c/dm^3$) (figura 9). Discordando dos valores obtidos nesse estudo, Alvarez V. et al., (1999) e Lopes et al., (2004) observou baixos valores de CTC em solo sob mangueira irrigada (2,68 $cmol_c/dm^3$) e em solo sob caatinga nativa (3,33 $cmol_c/dm^3$), sendo classificada como baixa (1,61 - 4,3 $cmol_c/dm^3$).

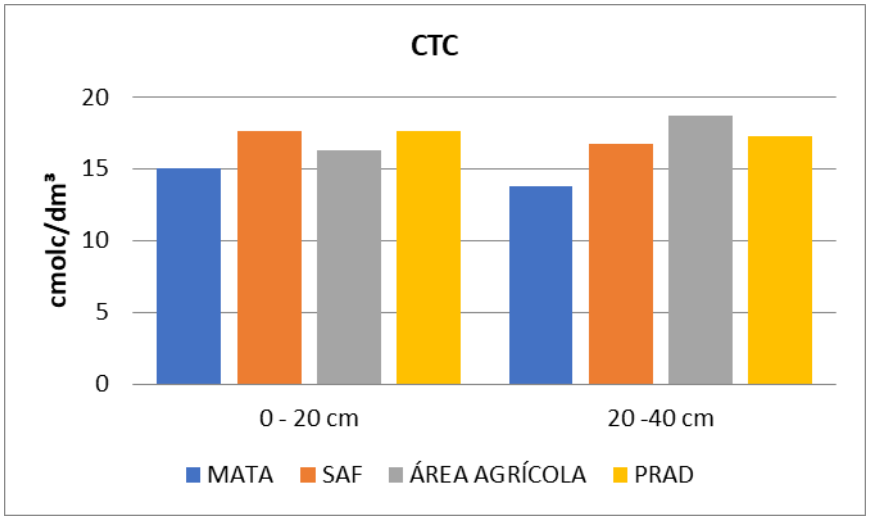

Figura 9: Valores da capacidade de troca de cátions (CTC) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

A saturação por bases (V%), é um indicativo das condições gerais da fertilidade do solo, onde a calagem ou correção do solo deve influenciar sobre a soma das bases (SB), consequentemente elevando a disponibilidade dos nutrientes e aumentando o complexo de troca para as plantas e a CTC. Segundo Ronquim, (2010) a correção realizada com calagem também satura o complexo de troca com cálcio e magnésio e eleva o pH até um nível que o Al não esteja mais disponível para as plantas. Para uma boa produtividade da cultura implantada o ideal é que a V% esteja entre 50% a 80%.

Segundo Sobral et al., (2007) os solos que apresentam saturação por bases acima de 70% indicam que não há necessidade de calagem. Já aqueles que apresentam saturação menor de 50%, têm cargas ocupadas por componentes de acidez potencial (H + Al) e necessitam de calagem. Nesse caso, todos os ecossistemas apresentaram baixos valores de saturação por bases, sendo que os maiores valores foram no SAF (51,67%) e a área agrícola (53,29%) na camada de 20 a 40 cm de profundidade do solo, respectivamente (figura 10).

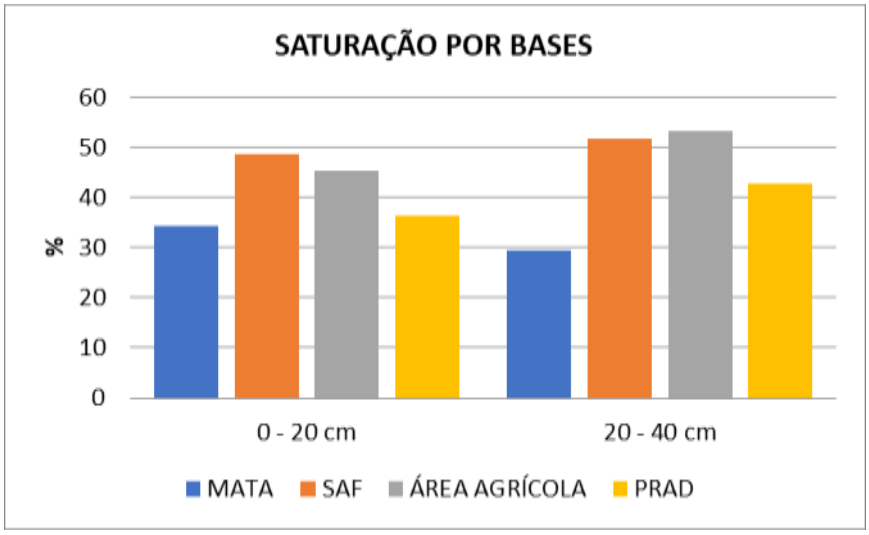

Figura 10: Valores da saturação por bases (V%) nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm do solo nos diferentes ecossistemas (mata, sistema agroflorestal, área de experimentação agrícola e área degradada em recuperação).

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, pode-se concluir que para os atributos físicos do solo a área degradada em recuperação apresentou os melhores valores para densidade do solo e porosidade total, sendo um indicativo de qualidade.

Já em relação as propriedades químicas, todas as áreas apresentaram variações nesses teores, sendo que independentemente do ecossistema é notória a carência de alguns nutrientes, sendo assim, são problemas que podem ser contornados adotando boas práticas de manejos visando a correção da acidez do solo e suprindo a carência dos nutrientes.

Desta forma, é possível afirmar que, é importante a realização de mais estudos com variáveis que não foram estudadas neste trabalho, como por exemplo, a velocidade de infiltração da água no solo, resistência do solo a penetração, umidade do solo, intervalo hídrico ótimo, teores de matéria orgânica e de micronutrientes.

REFERÊNCIAS

ALEGRE, J.C.; CASSEL, D.K. **Dynamics of physical properties under alternative systems to slash-and-burn. Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.58, p.39-49, 1996.

ALVAREZ, V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.L. Interpretação dos resultados das analises de solo. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. Eds. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a Aproximação.** Viçosa, CFSEMG, 1999. Cap. 5, p.25-32.

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

ARAÚJO, M.A.; TORMENA, C.A.; INOUE, T.T.; COSTA, A.C.S. **Efeitos da escarificação na qualidade física de um Latossolo Vermelho Distroférrico após treze anos de semeadura direta. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 459-504, 2004.

BARRETO, A. C**. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 415-425, 2006.

BASTOS, A.L. *et al***. Influência de doses de fósforo no fluxo difusivo em solos de Alagoas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 2, p. 136-142, 2008.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J**. Dinâmica e função da matéria orgânica.** In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. Metrópole**, n. 2, p.7-18, 2008.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A**. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p.155-163, 2004.

CABRAL, C.E.A.; BONFIM-SILVA E.M.; BONELLI E.A.; SILVA T.J.A. da; CABRAL, C.H.A.; SCARAMUZZA W.L.M.P. **Compactação do solo e macronutrientes**

primários na *Brachiara brizantha* cv. Piatã e *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.16, n.4, p.362-367, 2012.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo**. n. 106, Campinas: Instituto Agronômico, 1986. 94p.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A**. Propriedades químicas de um**

Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhiço e adição de vinhaça por longo tempo. R. Bras. Ci. Solo, 27:935-944, 2003.

CENTURION, J. F.; DEMATTÊ. J. L. I. **Sistemas de preparo de solos de cerrado: efeito nas propriedades físicas e na cultura do milho**. V. 27, n. 2, Brasília: Pesquisa Agropecuária Brasileira, p. 315-324, 1992.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; FREIRE, F.J.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; MELO, D.V.M. **Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. R. Bras. Ci. Solo,** vol.33 n.2, p.305-314, 2009.

CORRÊA, R.M.; FREIRE, M.B.G. dos S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; PESSOA, L.G.M.; MIRANDA, M.A.; DIEGO MELO, D.V.M. **Atributos físicos de solos sob diferentes usos com irrigação no semiárido de Pernambuco. Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v. 14, n.4, p.358-365, 2010.

CORRECHEL, V. **Densidade do solo: Influência da posição relativa à linha de plantio em dois sistemas de preparo do solo.** Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 35p.

CRUZ-CASTILHO, J.G.; GANESHANANDAM, S.; MACKAY, B.R.; LAWES, G.S.; LAWOKO, C.R.O.O. & WOOLLEY, D.J. **Applications of canonical discriminat analysis in horticultural research. Hortic. Sci.,** v. 29, p.1115-1119, 1994.

CUNHA, K.P.V.; NASCIMENTO, C. W. A. **Silicon effects on metal tolerance and structural changes in maize (*Zea mays* L.)** Grown on a cádmium and zinc eriched soil. **Water Air Soil Pollution**, n. 197, p.323-330, 2009.

CUNHA, K.P.V.; NASCIMENTO, C. W. A.; PIMENTEL, R.M.M.; ACCIOLY, A.M.A; SILVA, A.J**. Disponibilidade, acumulo e toxidez de cádmio e zinco em milho**

cultivado em solo contaminado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.6, p.1319-1328, 2008.

DANIELS, R. B. e HAMMER, R.D. Soil Geomorphology. **John Wiley and sons, Inc**. Nova York , 236p. 1992.

DA SILVA, D. C.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, A. H.; DE SOUZA, F. S.; MARTINS, S. G.; MACEDO, R. L. G. **Atributos do solo em sistemas agroflorestais, cultivo convencional e floresta nativa. Revista de estudos ambientais**, V. 13(1), pag. 77-86.

DECHEN, S.C.F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. & VIEIRA, S.R. **Manejo de solos tropicais no Brasil.** In: REUNIAO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, Santa Maria, p.1-28. 2004.

DIAS, L.E.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. **Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas**. In: NOVAIS, R.F. et al. Fertilidade do Solo. Viçosa, p.956-990, 2007.

DIAS, L.E.; GRIFFITH, J.J. **Conceituação e caracterização de áreas degradadas**, In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. Recuperação de áreas degradadas. Viçosa: UFV, p.1-7, 1998.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality.** In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for sustainable environment. Madison, Soil Science Society of America, p.3-21. 1994.

DOSSO, Mireille.; Assis, W. S.; Medina, C. C.; Curmi, P.; Grimald, C.; Grimald, M.; Guimarães, M. F.; Jouve. P.; Martins, P.; Navegantes, L.;Oliveira, M.; Ralisch, R.; Ruellan, A.; Silva, L. M. S.; Simões, A.; Filho, J. T.; Veiga, I. Agricultura ou pastagem? **Papel das coberturas pedológicas na diferenciação e na transformação de sistemas agrários pioneiros no Brasil**. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 185-206. 2005.

EMPRESA BRASILEIRA AGRICULTURA E PECUÁRIA – MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **A dinâmica das florestas no mundo.** Disponível em: www.desmatamento.cnpm.embrapa.br. Acesso em: 09 de novembro de 2019.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. dos S.; STROHHECHER, L.; HELMICH, J. J. **Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em**

condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, v.30, p. 953-957, 2000.

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F. **Indicadores físicos e químicos de qualidade de solo de interesse agrícola.** V.1, Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2006.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. **Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions**. **Soil Till. Res.**, v. 82, p. 121-145, 2005.

KARLEN, D.L., MAUSBACH, M.J., DORAN, J.W., CLINE, R.G., HARRIS, R.F., SCHUMAN, G.E. **Soil Quality: A Concept, Definition, and Framework for Evolution. Soil Science Society of America Journal**, v.61, p.4-10, 1997.

KIEHL, E.J. Manual de edafologia: relação solo-água-planta. São Paulo, Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLEIN, V.A. **Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira**. v.1, Passo Fundo: UPF, 2005.

LEPSCH, I.F. **Lições de Pedologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 456p.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo: conceitos e aplicações.** ANDA, Associação Nacional para Difusão de adubos. Boletim Técnico nº2. 2004. 50 p.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; AGUIAR, M.I.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. **Sistemas agroflorestais no trópico semi-árido cearense**. In: OLIVEIRA, T.S. (coord) **Solo e Água: aspectos de uso e manejo com ênfase no semi-árido nordestino**. Fortaleza: UFC, 2004.

MORAES, A. de. **Pastagem como fator de recuperação de áreas degradadas.** In. Simpósio sobre Ecossistema de Pastagem, 2, 1993, Jaboticabal. Anais... p.191-215, 1993.

MORAES, J. F, L.; VOLKOFF, CERRI, C. C**. Soil properties under Amazon forest and changes due to pasture installationin in Rondonia**, Brazil. Geoderma, Amsterdan, v. 70, p. 63-81, 1996.

MORETI, D.; ALVES, M.C.; VALÉRIO FILHO, W.V. & CARVALHO, M.P. **Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. R. Bras. Ci. Solo**, v.31, p.167-175, 2007.

MULLER, J.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; SEQUINNATTO, L.; MAZURANA, M.; STURMER, S. L. K.; PIETRZACKA, R. **Atributos físicos e químicos de um**

Argissolo Vermelho, em pomar orgânico de citros com manejo da vegetação nas entrelinhas. R. Bras. Fruticultura, n.33, v.4, p. 1127-1134, 2011.

MUZARANA, M.; LEVIEN, R.; MÜLLER, J.; CONTE, O. **Sistemas de preparo do solo: alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas**. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 35, p. 1197-1206, 2011.

NICOLODI, M. **Desafios à caracterização de solo fértil em química do solo**. In: REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Anais. Passo Fundo, Embrapa, 2006. CD-ROM.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.; DEL'ARCO V.; COSTA, L.M. **Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da zona da mata mineira. R. Bras. Ci. Solo**, 34, p.575-585, 2010.

QUEIROZ, A.F. **Caracterização e classificação de solos do município de Casa Nova-BA para fins de uso, manejo e conservação.** 2013. 75p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN.

RAMOS, F.T.; NUNES, M.C.M.; CAMPOS, D.T.S.; RAMOS, D.T.; MAIA, J.C.S. **Atributos físicos e microbiológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico sob cerrado nativo e monocultivo de soja. R. Bras. Agroec.**, 6(2), p.79-91, 2011.

RANDO, E.M. **Alterações nas características e propriedades físicas de um Latossolo Roxo distrófico, ocasionadas pelo cultivo convencional.** Lavras, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1981. 161p.

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

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceito, processo e aplicações.** Barueri: Manole, 2004, 478 p.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas.** Ci. Amb., 27:29-48, 2003.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; **Propriedades físicas do solo**; Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM; Santa Maria – RS, 2006. 18p.

RONQUIM, C. C**. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. **Embrapa Monitoramento por Satélite**, v.8, p.30, 2010.

SANS, L.M.A. **Avaliação da qualidade do solo**. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.E.C. Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: UFC, SBSC, 2000.

SILVA JUNIOR, C.A.; BOECHAT, C.; CARVALHO, L. **Atributos Químicos do Solo sob Conversão de Floresta Amazônica para Diferentes Sistemas na Região Norte do Pará, Brasil.** Uberlândia, v.28, n. 4, 2012.

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. Pesq. Agropec. Bras.**, v. 42, p. 1755-1761, 2007.

SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe.** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p. v. 1.

SOMARRIBA, E. **Revisiting the past: na essay on agroforestry definition. Agroforestry Systems**, v. 19, p. 233-240, 1992.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. **Acidez do solo e sua correção**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Soc. **Bras. Ci. Solo**, 2007. 991p.

SPAGNOLLO, E. **Dinâmica da matéria orgânica em agroecossistemas submetidos a queima e manejos dos resíduos culturais**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria. 2004.

THEODORO, V. D.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. **Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n.6, p.1039–1047, 2003.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDE, P.L. **Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22,573-581, 1998.

TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDE, P.L**. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. Soil and Tillage Research**, v. 52, p. 223-232, 1999.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos**. **Tópicos em Ciências do Solo**, v.2, p. 195-276, 2002.

TREVISAN, O.; SCHMIDT, R.; UCHÔA, L.T.; PEREIRA, F. F. **Levantamento das espécies de moscas-das-frutas e parasitoides associados na cultura da goiaba e abiu na região da Zona da Mata de Rondônia. Ciências exatas da terra**. 2011.

ANEXO