

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

EDJANE PEREIRA DA SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA EM TRÊS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MATO GROSSO**

PONTES E LACERDA-MT
JANEIRO/2021

EDJANE PEREIRA DE SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA EM TRÊS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MATO GROSSO**

"Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para Obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli.

Coorientadora: Dra. Daiane Caroline de Moura

PONTES E LACERDA-MT
JANEIRO /2021

EDJANE PEREIRA DE SILVA

**FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA EM TRÊS
BACIAS HIDROGRÁFICAS DE MATO GROSSO**

"Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para Obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli.

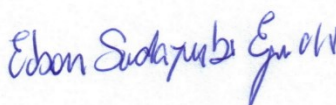
APROVADO EM: 18/01/2021



Profa. Dra. Maria Aparecida Pereira Pierangeli.
Orientador/UNEMAT-Pontes e Lacerda



Prof. Me. Silvério Teixeira dos Santos
Banca Examinadora /UNEMAT-Pontes e Lacerda



Prof. Dr. Edson S. Eguchi
Banca Examinadora /UNEMAT-Pontes e Lacerda

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes na
minha vida, motivo maior do meu viver, razão da minha luta
diária, a qual sempre me incentivou, minha família:
Ao José Eduardo A. da Silva, meu pai;
A Ana Pereira da Silva, minha mãe;
A minha irmã e aos meus irmãos;
Aos meus avós, tios e tias;
Dedico-lhes de coração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, agradeço a tudo na vida.

À Faculdade de Faculdade de Linguagem Ciências Agrárias e Sociais Aplicadas, Campus de Pontes e Lacerda - MT, em especial a FAPEMAT (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso), pela bolsa de iniciação científica oferecida.

Aos professores desta instituição, pela compreensão, paciência, incentivo, empenho pessoal, orientação e, sobretudo amizade, que tanto contribuíram para a minha formação profissional.

A todos meus familiares, em especial meus pais, José Eduardo Aciole e Ana Pereira, e irmãos, pelo exemplo de luta, carinho e apoio nesta caminhada.

A todos os amigos, colegas e companheiros de pesquisa, que estando presentes ou não, sempre torceram pelo meu sucesso e sempre me incentivaram e, pela amizade durante essa caminhada.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

MUITO OBRIGADO!!!

Meu Deus, entrego-me a vós e fazei de mim, profissional da Ciência Zootecnia, o que for de vosso agrado. Deponho minha sabedoria em prol da saúde, conforto, melhoramento e alimentação de todos os animais. Ajudai-me a cuidar e lutar pela salvação dos Campos. Dai-me forças para progredir como Zootecnista, buscando melhor qualidade e quantidade de alimentos para a humanidade. Não deixai que o egoísmo e a inveja, se aposses de meu coração. Estou pronto para tudo, aceito tudo, desde que vossa vontade se realize em mim, com uma Confiança infinita, pois sois nosso Pai.

Amém.

Autores: (Fabrício de Moraes Ribeiro e Celso Pontes) Ambos Zootecnistas

RESUMO

O objetivo deste estudo, foi avaliar a fertilidade do solo em áreas de vegetação nativa (florestas) em três bacias hidrográficas do estado de Mato Grosso, com destaque para a função crucial das florestas e da sua biodiversidade no equilíbrio ecológico do planeta e melhoria da qualidade, preservação, manutenção dos atributos químicos e ciclagem de nutrientes. O trabalho foi desenvolvido em condições ambientais naturais nas bacias hidrográficas (BH) do rio Teles Pires (BTP), bacia hidrográfica do rio Guaporé (BG) e da bacia hidrográfica do rio Jauru (BJ). O delineamento experimental utilizado, foi em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições e duas profundidades de coleta das amostras de solo (0,0-0,20 e 0,20-0,40 m), totalizando 30 amostras de solo. Para a caracterização química do solo, as amostras coletadas foram acondicionadas em sacolas plásticas, devidamente identificado, posteriormente enviado para o laboratório de análises de solos. O material foi secado ao ar, destorroado e peneirado em peneiras de 2 mm, para a obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se o programa estatístico SISVAR. O pH apresentou diferença apenas entre as BHs dentro da profundidade de 0,0 a 0,20 m, sendo que o tratamento BTP foi o que diferiu dos demais com $\text{pH} = 4,88$. A matéria orgânica do solo apresentou variação de 108 a 61 g kg^{-1} (MOS), com maiores teores na superfície para o tratamento BG. O P diferiu apenas entre as BHs, sendo que o BTP, apresentou teores mais elevados, o que não se explica, pelo teor de matéria orgânica nesta bacias. O K^+ , apresentou grande variação para ambos os tratamentos, sendo que na profundidade de 0,0-0,20 m, os tratamentos BG e BJ, apresentaram teores mais elevados. Os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} apresentaram variação entre as BHs e em profundidade, deve-se ao tipo de vegetação, ciclagem de nutrientes e material de origem. O teor de Al^{+3} foi mais elevado no tratamento BTP na profundidade de 0,0 a 0,20 m. A saturação por bases para os tratamentos BG (76,23%) e BJ (78,73%) são consideradas altas. Diante dos resultados, conclui-se que os solos da bacia BTP, apresentam elevada acidez e baixa fertilidade, porém com altos teores de P. Os solos das bacias hidrográficas do Rio Jauru e rio Guaporé são de alta fertilidade, acidez adequada, porém com baixos teores de P.

Palavras-chave: Análises químicas. Nutrientes. Preservação ambiental. Qualidade do Solo.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate soil fertility in areas of native vegetation (forests) in three hydrographic basins in the state of Mato Grosso, highlighting the crucial role of forests and their biodiversity in the ecological balance of the planet and improving quality, preservation, maintenance of chemical attributes and nutrient cycling. The work was developed under natural environmental conditions in the hydrographic basins (BH) of the Teles Pires River (BTP), the Guaporé River Basin (BG) and the Jauru River Basin (BJ). The experimental design used was in a completely randomized design, with five replications and two depths of collection of soil samples (0.0-0.20 and 0.20-0.40 m), totaling 30 soil samples. For the chemical characterization of the soil, the collected samples were packed in plastic bags, duly identified, later sent to the soil analysis laboratory. The material was air-dried, stripped and sieved in 2 mm sieves to obtain Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). The results were subjected to analysis of variance (ANOVA), using the statistical program SISVAR. The pH showed a difference only between the BHs within the depth of 0.0 to 0.20 m, and the BTP treatment was the one that differed from the others with $\text{pH} = 4.88$. The soil organic matter varied from 108 to 61 g kg⁻¹ (MOS), with higher levels on the surface for the BG treatment. P differed only between BHs a, with BTP having higher levels, which cannot be explained by the content of organic matter in these basins. The K⁺, showed great variation for both treatments, and in the depth of 0.0-0.20 m, the treatments BG and BJ, presented higher levels. The levels of Ca²⁺ and Mg²⁺ varied between BHs and in depth, due to the type of vegetation, nutrient cycling and source material. The content of Al³⁺ was higher in the BTP treatment at a depth of 0.0 to 0.20 m. Base saturation for the BG (76.23%) and BJ (78.73%) treatments are considered high. In view of the results, it is concluded that the soils of the BTP basin have high acidity and low fertility, but with high levels of P. The soils of the hydrographic basins of the Rio Jauru and the Guaporé river are of high fertility, adequate acidity, but with low P. contents.

Keywords: Chemical analysis. Nutrients. Environmental preservation. Soil Quality

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1.	FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA	13
2.1.1.	<i>Propriedade químicas do solo.....</i>	<i>15</i>
2.2	QUALIDADE DO SOLO	16
2.2.1.	<i>Indicadores de qualidade de solo.....</i>	<i>17</i>
3.	MATERIAL E MÉTODOS	33
	ÁREA DE ESTUDO.....	33
	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	44

1 INTRODUÇÃO

O solo, é o principal meio de crescimento e fornecimento de nutrientes para as plantas. As interações dos fatores químicos, físicos e biológicos nos ecossistemas florestais, são determinantes para promover a fertilidade do solo. Isto ocorre em consequência da transferência dos nutrientes oriundos da decomposição da matéria orgânica no solo, promovendo a ciclagem dos nutrientes.

A fertilidade do solo é proveniente tanto das fontes orgânica, quanto das fontes minerais, sendo essencial ao crescimento das plantas e para o desenvolvimento das atividades agropecuária (EMBRAPA, 2017). No entanto com a expansão das atividades agrícolas, no Brasil uma vasta extensão florestal foi desmatada. Por outro lado, sabe-se que a presença de árvores traz inúmeros efeitos positivos sobre a fertilidade para o solo, pois atua como barreira física, aumentando a infiltração de água no solo, aumentando os teores de matéria orgânica, favorecendo a reciclagem dos nutrientes e mantendo a biodiversidade.

A implantação de atividades agrícolas e pecuárias estão modificando a cobertura vegetal original de grande parte do território brasileiro (FREITAS et al., 2018). Os ecossistemas naturais vêm perdendo espaço, com o processo de substituição de áreas nativas por áreas de culturas anuais, que tem se intensificado nos últimos anos, e como consequência, a aceleração dos processos de degradação do solo, quando não faz a utilização de práticas de manejo adequadas (FREITAS et al., 2018).

Em áreas desmatadas a degradação química do solo (perda de nutrientes, acidificação, salinização) se intensificam, resultando na perda do potencial produtivo do solo (NETO et al., 2001). Assim, solos que ocorrem sob floresta apresentam características químicas, físicas e biológicas diferenciadas de outros ambientes (DICK; SCHUMACHER, 2015).

No entanto há um expressivo volume de trabalhos sobre o efeito de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, que elucidam alterações provocadas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada. Dessa forma, conhecer a fertilidade do solo em áreas de vegetação nativa é importante, pois são áreas de referência, servindo para comparar com áreas submetidas ao uso agrícola.

Devido à importância significativa dos atributos químicos na qualidade do solo, objetivou-se com este trabalho avaliar a fertilidade do solo em áreas de vegetação nativa (florestas) em três bacias hidrográficas do estado de Mato Grosso destacando o papel crucial

das florestas e da sua biodiversidade no equilíbrio ecológico do planeta e melhoria da qualidade, preservação, manutenção dos atributos químicos e ciclagem de nutrientes.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Estado do Mato Grosso, está localizado no Centro-Oeste brasileiro, é um estado com altitudes modestas, o relevo apresenta grandes superfícies aplainadas, talhadas em rochas sedimentares e abrange três regiões distintas: na porção centro-norte do estado, a dos chapadões sedimentares e planaltos cristalinos, que integram o planalto central brasileiro (MATO GROSSO, 2021).

O estado diretamente privilegiado em termos de biodiversidade, com a presença da três dos principais biomas do país, Amazônia, Cerrado e Pantanal (OLIVEIRA, et al. 2020), onde se encontram principalmente áreas de consolidação da agricultura, se encontra a floresta de transição, cuja densidade de árvores e diversidade de espécies é menor que a encontrada na floresta densa (KUCHLER et al. 2019).

Para Kuchler et al. (2019), o estado apresenta sensível variedade de climas, prevalecendo o clima tropical superúmido de monção, com elevada temperatura média anual, superior a 24° C e alta pluviosidade (2000 mm anuais); e o tropical, com chuvas de verão e inverno seco, caracterizado por médias de 23°C no planalto.

Considerado um dos lugares com maior volume de água doce no mundo, por conta dos seus inúmeros rios, aquíferos e nascentes (MATO GROSSO, 2021). Os rios de Mato Grosso estão divididos em várias bacias hidrográficas, que integram o sistema nacional, devido à enorme riqueza hídrica do estado, muito rios possuem características específicas e ligações tão estreitas com os locais que atravessam que representam, por si só, uma unidade geográfica (KUCHLER et al. 2019). Bacia é resultado da interação da água e de outros recursos naturais como: material de origem, topografia, vegetação e clima (MAROSTEGA, SOUZA, PIERANGELI, 2014).

A economia

A crescente conscientização sobre qualidade ambiental vem sendo propagada em diversos ramos da sociedade, resultante da constatação humana da necessidade de preservação do meio ambiente (FIALHO et al., 2006). De acordo com Camargo et al (2011), operações agropecuárias que envolvem a mobilização dos solos alteram substancialmente as condições físicas e químicas do solo.

Em solos florestais, a fertilidade é produto de diversos fatores, como a disponibilidade de água, aeração, temperatura e resistência do solo à penetração das raízes (CALIMAN, 2011). Sabe-se que em relação às propriedades químicas do solo, a matéria orgânica tem o papel

fundamental na sua fertilidade, sendo a uma das principais fonte de nutrientes minerais para as plantas (CALIMAN, 2011). Portanto solo que tem teores elevados de matéria orgânica tem a ciclagem a nutrientes constante, ou seja, são solos férteis.

2.1. FERTILIDADE DO SOLO EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATIVA

O Brasil possui uma das maiores áreas de florestas do mundo, equivalente a 58,5% do seu território, cobrindo uma área de 497.962.509 ha e desse total, 98% correspondem a florestas naturais enquanto apenas 2% são florestas plantadas (SFB, 2020). As florestas nativas possuem fundamental importância para a biodiversidade e proteção de solos e água (SKORUPA et al., 2012).

No entanto com o desmatamento, vários impactos são gerados, dentre os mais evidentes estão, a perda de biodiversidade, compactação e erosão, resultando em perda de produtividade de solos, uma vez que a presença da vegetação produz um efeito de barreira física para a água, tanto no nível aéreo como no nível do solo (MELO; BRETAS, 2018). Estes autores afirmam que a parte aérea, isto é, as copas das árvores, intercepta pingos de chuva e reduz sua força de impacto no chão e ao nível do solo a vegetação diminui o escoamento superficial das águas, aumentando a possibilidade de infiltração no solo e minimizando o transporte de sedimentos.

Com o desmatamento, o solo é exposto à ação direta das gotas da chuva e raios solares, tornando-se fisicamente mais frágil, caracterizando assim o início da sua degradação (PORTUGAL et al., 2008).

Conhecer a dinâmica do solo sob floresta é de grande importância para o entendimento das alterações nos atributos químicos após a retirada da vegetação por queimadas ou práticas antrópicas (RODRIGUES et al., 2010). Apesar do expressivo volume de trabalhos sobre o efeito de diferentes sistemas de uso e manejo do solo, especialmente no Cerrado, ainda são escassos resultados em outros importantes biomas brasileiros, sobretudo estudos que elucidam alterações provocadas pela substituição da floresta nativa por pastagem cultivada (CARDOSO et al., 2011).

O solo é considerado um sistema complexo, resultante da interação de fatores geológicos, topográficos e climáticos, entre outros, que juntos formam indicadores (variáveis) que o caracterizam (FREITAS et al., 2014). Além de ser o principal meio para o crescimento das plantas, é uma camada de material biologicamente ativo, resultante de transformações

complexas que envolvem o intemperismo de rochas e minerais, ciclagem de nutrientes e produção e decomposição de biomassa (LOPES; GUILHERME, 2007). Estes autores relatam que, uma boa condição de funcionamento do solo é fundamental para garantir a capacidade produtiva dos agroecossistemas e uma boa qualidade do solo é importante também para a preservação de outros serviços ambientais essenciais, incluindo o fluxo e a qualidade da água, a biodiversidade e o equilíbrio de gases atmosféricos.

O Brasil é caracterizado por uma grande diversidade de solos, condicionados pelas diferentes formas e tipos de relevo, clima, material de origem, vegetação e organismos associados (BERNARDI; MACHADO; SILVA, 2002). No geral são solos ácidos e pobres em nutrientes para o crescimento das principais culturas, apresentam baixa fertilidade natural e não há reservas de nutrientes suficientes para sustentar produtividades ótimas destas culturas (BERNARDI, MACHADO; SILVA, 2002). Sendo que a presença de nutrientes no solo é um dos aspectos fundamentais para a sua qualidade e o seu uso e manejo.

Nesse sentido em ecossistemas nativos, a ciclagem natural de nutrientes é a grande responsável pela manutenção do bom funcionamento do solo e do ecossistema como um todo (LOPES; GUILHERME, 2007). Segundo estes autores, a ciclagem é fundamental para manter o estoque de nutrientes nos ecossistemas naturais, evitando a perda da fertilidade natural.

A avaliação da fertilidade química dos solos é de utilidade para a definição das quantidades e tipos de fertilizantes, corretivos e manejo geral que devem ser aplicados visando à manutenção ou à recuperação de sua produtividade (RONQUIM, 2010). Nesse contexto, a fertilidade de solos mantidos sob florestas é altamente dependente do retorno dos nutrientes absorvidos pelas plantas (GODINHO et al., 2013). Esse retorno se dá por deposição de serapilheira, lixiviação das copas (precipitação interna), renovação e exsudação das raízes, sendo a deposição de serapilheira a mais importante (GODINHO et al., 2013).

As mudanças no uso e cobertura do solo, quando consideradas globalmente, são tão importantes que chegam a afetar significativamente aspectos chave do funcionamento do sistema terrestre global (MANZATTO; FREITAS JUNIOR; PERES, 2002). Nesse sentido, conhecer a sua fertilidade natural é importante para que sejam adotadas estratégias para a manutenção de sua qualidade no caso de conversão para áreas agrícolas, pois graças à ciclagem de nutrientes em áreas nativas, o solo é capaz de produzir alta quantidade de biomassa.

Giácomo et al. (2015), avaliando a fertilidade do solo em áreas de mata mesofítica, cerrado sensu stricto e cerradão na estação ecológica de Pirapitinga-MG, concluíram que as diferenças no aporte da vegetação e requerimentos de nutrientes podem ter acarretado ao solo, com o passar dos anos, diferentes formas de ciclagem de nutrientes, aporte de resíduos vegetais

e teores de Matéria Orgânica do solo (MOS), fazendo com que ocorram grandes mudanças na fertilidade dessas áreas, tornando difícil a comparação das áreas através apenas da fertilidade do solo.

Para Klug et al. (2020), ao avaliar os teores do carbono orgânico e nutrientes no solo em plantios de eucalipto e pinus em ciclo de longa duração, comparativamente a áreas de campo em regeneração, mata e campo nativos remanescentes, como indicadores produtivos e ambientais da mudança na vegetação sobre o solo, na região dos Campos de Cima da Serra, no Rio Grande do Sul. Consideram que a mata nativa e a regeneração natural apresentaram atributos químicos do solo semelhantes ao campo nativo, o que sugere dinâmica equivalente dessas formas de vegetação para carbono e nutrientes no solo.

Portanto a avaliação das propriedades do solo que estimam a sua qualidade assume importante papel no monitoramento de sua conservação, sob pena de degradação comprometer irreversivelmente a sustentabilidade dos agroecossistemas (CARDOSO et al., 2009).

2.1.1. Propriedade químicas do solo

As plantas contêm praticamente todos os elementos químicos (92), mas necessita de apenas 16 para o crescimento adequado (BERNARDI; MACHADO; SILVA, 2002). Os dezesseis elementos químicos chamados de essenciais para o crescimento das plantas, são divididos em dois grupos principais: os não-minerais e os minerais (LOPES, 1998).

Os nutrientes não-minerais são o carbono (C), o hidrogênio (H), e o oxigênio (O), que normalmente são encontrados na atmosfera e na água (LOPES, 1998). Além desses três elementos, que formam os não-minerais, existe mais treze elementos que forma os minerais para o funcionamento das plantas, como: o nitrogênio (N), fósforo (P), enxofre (S), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), boro (B) molibdênio (Mo) e cloro (Cl) (SERRAT et al., 2002).

Os nutrientes das plantas necessários, são classificados em macronutrientes, que são assim chamados por serem absorvidos em grande quantidade pelas plantas e os micronutrientes, que são absorvidos em pequena quantidade pelas plantas (LOPES, 1998; MENDES, 2007 e SERRAT et al., 2002). Os macronutrientes ainda são divididos em nutrientes primários e secundários e micronutrientes (Quadro 1). Os nutrientes primários são absorvidos e exigidos

em quantidades superiores, seguido dos nutrientes secundários e por último os micronutrientes que são exigidos em quantidade inferiores (MENDES, 2007).

Quadro 1 - Classificação dos nutrientes minerais

Macronutrientes	
Primários	Secundários
Nitrogênio (N)	Cálcio (Ca)
Fósforo (P)	Magnésio (Mg)
Potássio (K)	Enxofre (S)
Micronutrientes	
Boro (B)	Ferro (Fe)
Zinco (Zn)	Molibdênio (Mo)
Manganês (Mn)	Cloro (Cl)
Cobre (Cu)	-

Fonte: adaptado de Lopes, (1998) e Serrat et al. (2002)

2.2 QUALIDADE DO SOLO

O solo tem sido o elemento fundamental para satisfazer as necessidades do homem, como a locomoção, abrigo e alimentação (SANTANA; BAHIA FILHO, 1999). Ao longo do tempo, a partir de observações, sobre as características do solo cultivado que foram se desenvolvendo as noções básicas sobre a sua qualidade.

Para Fialho et al. (2006), faz-se necessário o monitoramento dos solos manejados com vista à preservação da sua qualidade para que o mesmo possa proporcionar uma produção continuada.

Os indicadores químicos e físicos são usados como ferramenta para monitorar as mudanças que ocorrem no solo após o manejo, pois possibilita padronizar faixas de valores ideais para o cultivo (FIALHO et al., 2006).

A qualidade do solo é mensurada através do uso de indicadores que são atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema e que estes indicadores de qualidade podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007).

O tipo de solo, o relevo, os sistemas de cultivo e os fatores climáticos também exercem influência na fertilidade do solo (FREITAS, 2011).

As propriedades físicas, químicas e biológicas do solo são consideradas elementos-chave e influenciam diretamente a qualidade do solo (CASTRO; HERNANI, 2015). De maneira geral os solos brasileiros são em geral ácidos, pobres em fósforo, cálcio, magnésio e com teores altos de alumínio (BERNARDI; MACHADO; SILVA, 2002).

2.2.1. Indicadores de qualidade de solo

A qualidade do solo depende de suas características intrínsecas, da interação do ecossistema, do uso e manejo, e de prioridades socioeconômicas e políticas (SANTANA; BAHIA-FILHO, 1999). Estes autores definem a qualidade do solo como sendo a capacidade deste exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana.

Os indicadores de qualidade do solo devem orientar o planejamento e práticas de manejo, são propriedade, processos e características físicas, químicas e biológicos (Quadro 2) (SANTANA; BAHIA-FILHO, 1999).

Quadro 2 - Indicadores de qualidade do solo

Indicadores	Definição
Visuais	Obtidos de observações ou de fotografias. Exposição de subsolo, mudança de cor do solo, sulcos ocasionais, acúmulo de água, enxurrada, resposta da planta, espécie de ervas daninhas, poeira e deposição.
Físicos	São relacionados ao arranjo das partículas solidas e dos poros. Exemplo incluem densidade global, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento e compactação. Os indicadores físicos refletem primariamente limitações para o desenvolvimento radicular, emergência de plântulas, infiltração ou movimento de água no perfil.
Químicos	Estes indicadores incluem medições de pH, salinidade, matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca de cátions, ciclagem de nutrientes e concentração de elementos que podem e potencialmente contaminantes (metais pesados, compostos radioativo das plantas). As condições químicas do solo afetam a relação solo-planta, qualidade da água para a plantas e outros organismos, mobilidade de contaminantes.
Biológicos	Incluem medições de macro e microrganismos, suas atividades e subprodutos. Taxa de respiração pode ser usada para medir a atividade microbiológica, especialmente decomposição de matéria orgânica no solo. As medições da taxa de decomposição de resíduos de plantas podem também servir como indicadores biológicos da qualidade do solo.

Fonte: Adaptado de Santana e Bahia-Filho, (1999).

A qualidade química do solo se refere basicamente ao armazenamento e disponibilidade de nutrientes às plantas, acidez/salinidade, contaminação por substâncias tóxicas, que influenciam à produtividade do solo (PEDRON et al., 2019).

As propriedades químicas dos solos são afetadas com a retirada da vegetação natural e o cultivo, principalmente na camada arável, em virtude da adição de corretivos e fertilizantes e de operações agrícolas (FREITAS et al., 2014). Para estes autores, a retirada da vegetação natural e o cultivo, provoca modificações nas propriedades dos solos, devido a processos químicos: depleção e deficiência de nutrientes, lixiviação excessiva, diminuição do pH, toxidez de alumínio, salinização e diminuição da capacidade de troca de cátions (CTC) devido à diminuição do teor de matéria orgânica..

Silva Júnior, Boechat, Carvalho, (2012), estudando os efeitos de diferentes sistemas de manejo de culturas e uso da terra nas propriedades químicas do solo tendo como referência a mata nativa adjacente, afirmam que a matéria orgânica, principal atributo relacionado à fertilidade do solo é diretamente afetada com a alteração da vegetação original.

Para Pereira, Veloso, Gama (2000), as alterações nas propriedades químicas do solo, após a retirada da mata natural e a introdução de novas culturas, dependem de vários fatores, como a classe de solo, a sua fertilidade inicial, o comportamento químico de cada nutriente, suas interações com o meio, a cultura introduzida, como também o manejo e os tratamentos culturais adotados.

As propriedades químicas do solo refletem, de maneira geral, a capacidade que determinado solo tem em fornecer nutrientes às plantas (DICK; SCHUMACHER, 2015). Estas propriedades são influenciadas pelos fatores como material de origem, relevo, tempo, clima e organismos e pelos processos de formação do solo.

A degradação do solo resultante do uso de equipamentos inadequados de preparo do solo, ocasiona após a retirada da vegetação natural, alterações em seus atributos químicos, que são dependentes do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas (FREITAS, 2011). Segundo este autor a variação dos atributos do solo sob vegetação nativa é muito menor quando se compara com solos de usos agrícolas, e por isso a vegetação nativa é um referencial para avaliação de solos incorporados a sistemas agrícolas.

Em sistemas agrícolas, a dinâmica da MO é influenciada não só pelo manejo, por meio da seleção de culturas e formas de preparo do solo, mas também pela adição de fertilizantes e materiais orgânicos, que influem positivamente nos processos de decomposição e mineralização da MO do solo (FREITAS, 2011).

Portugal et al. (2008), estudando atributos químicos MOS, pH em H₂O, fósforo (P), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), potássio (K⁺), alumínio (Al³⁺), acidez potencial (H + Al), e fósforo remanescente (P-rem), de um Cambissolo Háplico tb distrófico, sob diferentes usos na zona da mata mineira. Concluíram que os atributos químicos mostraram que o solo em todos os usos apresenta baixa fertilidade e caráter distrófico, com Al³⁺ (Alumínio), dominando o complexo de troca, com exceção da cana, cujo solo apresentou fertilidade média e valores negligenciáveis de Al³⁺ trocável no complexo de troca e concluíram também que o uso agrícola diminuiu o teor de matéria orgânica do solo.

Moline e Coutinho (2015), ao avaliar os atributos químicos (pH em leitura com CaCl₂ (1:2,5), P – resina, potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), alumínio trocável (Al³⁺), acidez total (H + Al), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e o carbono orgânico), de áreas de Latossolo Amarelo com as seguintes ocupações: lavoura, pastagem, Terra Preta de Índio (TPI) e Terra Mulata, com cultivo agrícola, além de área de mata nativa como referência, observaram que os índices relacionados à melhor fertilidade do solo apresentaram-se mais adequados para o crescimento e desenvolvimento de plantas nos tratamentos que menos tiveram influência da ação do homem.

2.2.1.1 Acidez do solo

Como descrito anteriormente os solos brasileiros apresentam acidez elevada, proveniente principalmente das altas concentrações de alumínio tóxico, ferro e manganês na solução do solo (MARTINS, 2005), ou seja, são estes solos que tem baixa concentração de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na).

A acidez do solo é representada de duas maneiras diferentes: através do pH e da acidez total (RAIJ et al., 2001). O pH do solo é um parâmetro que indica o nível de acidez ou alcalinidade do mesmo (ILKIU-VIDAL; SOUZA; VIANI, 2010). Ele é representado pela atividade do íon H⁺ (hidrogênio), na solução do solo, corresponde ao H⁺ (hidrogênio), dissociado existente na solução, em equilíbrio com a acidez da fase sólida (QUAGGIO; RAIJ, 2001). Segundo estes autores, a determinação do pH é feita através de eletrodos mergulhados em suspensão de solo e medida com potenciômetro ou medidor de pH.

Alumínio (Al³⁺), indica o teor de alumínio na forma iônica Al³⁺ ou acidez trocável que é a forma tóxica às plantas (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Para estes autores o Al³⁺, está

presente em todos os solos em diversas formas ou compostos, sendo o seu teor total praticamente constante. De acordo com Ronquim (2010), a quantidade de alumínio no solo é diretamente proporcional quanto maior for o teor em argila caolinítica, uma vez que o alumínio é parte integrante e predominante dessa argila mineral 1:110. Deste modo quando a argila se decompõe, ocorre liberação do Al^{+3} das camadas octaédricas.

No entanto ao corrigir a acidez do solo, o alumínio sofre influência nas suas formas, ou seja, a dissociação dos carbonatos de Ca e Mg do calcário liberam OH para a solução do solo, que reage com o H^+ formando H_2O , elevando assim o pH (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013).

Com a elevação do pH, Prezotti e Guarçoni, (2013), relatam que a forma de alumínio solúvel Al^{3+} (tóxica), passa para a forma insolúvel $Al(OH)_3$ (não tóxica).

O óxido de alumínio é um agente que contribui de maneira eficaz na estrutura do solo tropical, sendo, portanto, altamente benéfico, mas somente se o alumínio trocável não ultrapassar determinada porcentagem dos cátions existentes na CTC efetiva (dependendo da textura do solo), (Tabela 1) (RONQUIM, 2010).

Tabela 1 - Classes de interpretação para os teores de alumínio trocável (Al^{3+}) e para a acidez potencial ($H+Al$).

Elemento	Unidade ^{1/}	Muito baixo	Baixo	Médio ^{2/}	Bom	Muito bom
Alumínio trocável (Al^{3+}) ^{4/}	(cmol _c /dm ³)	<0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,0	>2,00 ^{11/}
Acidez potencial ($H + Al$) ^{6/}		<1,00	1,01-2,50	2,51-5,00	5,01-9,00	>9,00 ^{11/}

Fonte: Adaptado de Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

^{1/} dag/kg = % (m/m); cmol_c/dm³ = meq/100 cm³. ^{2/} O limite superior desta classe indica o nível crítico. ^{4/} Método KCl 1 mol/L. ^{6/} $H + Al$, Método $Ca(OAc)_2$ 0,5 mol/L, pH 7. ^{11/} A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

A porcentagem de saturação de alumínio (m) expressa a fração da CTC efetiva que é ocupada por Al trocável. A m é o parâmetro que melhor expressa o potencial fitotóxico do Al^{3+} , considerando a variação da CTC entre os solos e quando for > 60% (muito alta) há um grande aumento na atividade do Al^{3+} em solução; e para a grande maioria das espécies vegetais, o crescimento das raízes é praticamente paralisado (CAMARGOS, 2005).

A acidez favorece o aparecimento de elementos nocivos ao crescimento e desenvolvimento das plantas, além de reduzir a disponibilidade de muitos nutrientes presentes na solução do solo (MARTINS, 2005). No entanto as plantas variam muito na sua capacidade de tolerância ou sensibilidade à acidez ativa (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Pois sabe-se que as plantas respondem de diferentes maneiras às mudanças no pH dos solos (ILKIU-VIDAL; SOUZA; VIANI, 2010).

Desse modo a análise química do solo é de extrema importância, pois é a partir dela que, determina a quantidade de adubo será necessário aplicar no solo para corrigir o déficit mineral. Para isso usa-se as classes de fertilidade que são interpretadas, considerando as exigências específicas a cada empreendimento agrícola, pecuário ou florestal (Tabela 2) (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Tabela 2 - Classes de interpretação para a acidez ativa do solo (pH)^{1/}

Classificação Química						
Ac. Muito elevada < 4,5	Acidez elevada 4,5 - 5,0	Acidez média 5,1 - 6,0	Acidez fraca 6,1 - 7,0	Neutra 7,0	Alcalinidade e fraca 7,1 - 7,8	Alcalinidade e elevada > 7,8
Classificação agrônômica						
Muito baixo < 4,5	Baixo 4,5 - 5,4	Bom 5,5 - 6,0	Alto 6,1 - 7,0	Muito alto > 7,0		

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999)

^{1/} pH em H₂O, relação 1:2,5, TFSA: H₂O. ^{2/} A qualificação utilizada indica adequado (Bom) ou inadequado (muito baixo e baixo ou alto e muito alto).

Para que as plantas tenham o crescimento e desenvolvimento normal, há necessidade, de se neutralizar os efeitos tóxicos dos fatores responsáveis pela acidez do solo por meio da calagem (MARTINS, 2005).

A correção da acidez é necessária para melhorar o aproveitamento dos fertilizantes e alcançar maior produtividade das culturas exploradas (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2004). A calagem é prática indispensável pois ela neutraliza a acidez do solo com aumento do pH, além da insolubilização de elementos tóxicos, como Al e Mn (ILKIU-VIDAL; SOUZA; VIANI, 2010). Estes autores afirmam que a calagem é considerada a prática mais eficiente para elevar os teores de Ca, Mg e saturação de bases no solo.

2.2.1.2 Matéria orgânica do solo (MOS)

Em solos tropicais e subtropicais, a matéria orgânica tem grande contribuição na fertilidade, aumento da capacidade de troca de cátions, melhoria nas características químicas, físicas e biológicas dos mesmos, sendo de fundamental importância na manutenção da sustentabilidade (BARRETO et al., 2006). Portanto a matéria orgânica do solo (MOS), vem a

ser o componente fundamental da capacidade produtiva dos solos, sendo citada como a indicadora-chave da qualidade do solo em áreas agrícolas (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Sendo formada pelos resíduos da parte aérea e radicular das plantas, de micro-organismos e exsudados de raízes (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013), a matéria orgânica age na estrutura do solo pelo fornecimento de substâncias agregantes, no suprimento de macro e micronutrientes, na capacidade de troca catiônica e tamponamento do pH (FREITAS et al., 2014).

De acordo com Conceição et al. (2005), a MOS também atua sobre outros atributos, como ciclagem de nutrientes e complexação de elementos tóxicos, uma vez que os solos tropicais são intensamente intemperizados e apresentam como uma das suas principais características químicas a baixa CTC.

Dentre as funções da matéria orgânica, atua nas propriedades físicas do solo com o aumento da retenção de água, da porosidade, propiciando o desenvolvimento da comunidade microbiana do solo, constituída por bactérias, fungos, vírus, algas e protozoários, que tem papel na sua decomposição (CALIMAN, 2011).

Para Freitas (2011), o dossel de copas formado pela diversidade de espécies vegetais em áreas de florestas proporciona cobertura do solo por meio da deposição de camada densa de material orgânico, gerada continuamente pela queda de folhas e ramos das diferentes culturas. Sabe-se que grande parte da matéria orgânica depositada sobre o solo é proveniente de resíduos vegetais, que, quando chegam ao solo, podem sofrer sequestro pela fração mineral ou serem transformados bioquimicamente, por meio do processo de humificação (CALIMAN, 2011). Assim as propriedades químicas dos solos são afetadas com a retirada da vegetação natural e o cultivo, principalmente na camada arável, em virtude da adição de corretivos e fertilizantes e de operações agrícolas (FREITAS et al., 2014).

As alterações da cobertura vegetal e uso do solo promovem mudanças na quantidade e qualidade dos atributos químicos do solo e, conseqüentemente, no carbono orgânico do solo (FREITAS et al., 2014). Em torno de mais de 50% da matéria orgânica previamente acumulada é perdida por diversos processos nos primeiros anos de cultivo, entre eles, a decomposição microbiana e a erosão (MAIA; RIBEIRO, 2004).

O teor de matéria orgânica do solo (MOS) é um indicativo do seu potencial produtivo, em que com maior teor de MOS apresentam maiores valores de CTC_{pH7} (T) ou CTC total e maior capacidade de fornecimento de nutrientes às plantas, quando comparados a solos com menores teores de MO (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). As classes de interpretação para MOS estão apresentados no Tabela 3.

Tabela 3 - Classes de interpretação para matéria orgânica do solo (MOS), teores considerados adequados.

Elemento	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio ²	Bom	Muito bom
Matéria Orgânica (MO) ³	dag/kg ¹	< 0,70	0,70 – 2,00	2,01 – 4,00	4,01 – 7,00	>7,00

Fonte: adaptado de Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

^{1/} dag/kg = % (m/m); cmolc/dm³ = meq/100 cm³. ^{2/} O limite superior desta classe indica o nível crítico. ^{3/} Método Walkley; Black; MO = 1,724 x C.O.

A perda da matéria orgânica no solo (MOS) é um dos piores aspectos da erosão e que afeta grandemente a fertilidade dos solos (LOPES; GUILHERME, 2007). A retirada da vegetação natural, o solo tem, frequentemente, mostrado alterações em seus atributos químicos, que são dependentes do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas (FREITAS et al., 2011). Estes autores relatam que em sistemas agrícolas, a dinâmica da MOS, é influenciada não só pelo manejo, mas também pela adição de fertilizantes e materiais orgânicos, que influem positivamente nos processos de decomposição e mineralização desta.

Um dos piores aspectos da erosão e que afeta grandemente a fertilidade dos solos é a perda da matéria orgânica do solo (LOPES; GUILHERME, 2007). Eles relatam que as práticas de manejo inadequadas, como por exemplo, a adoção do cultivo intensivo, em vez do cultivo mínimo ou do plantio direto, pode levar à queda rápida dos teores de MOS.

AMOS, pode ser considerada o indicador mais simples e entre os mais importantes para se medir a qualidade do solo e, conseqüentemente, dos agroecossistemas (Quadro 3) (LOPES; GUILHERME, 2007).

Quadro 3 - Alguns efeitos benéficos que a matéria orgânica proporciona ao solo.

Estabiliza e agrega partículas de solo, reduzindo a erosão;	Provê uma fonte de C e energia para os microrganismos do solo;
Armazena e provê nutrientes como N, P e S;	Melhora o armazenamento e o fluxo de água e de ar no solo;
Retém C da atmosfera e de outras fontes;	Mantém o solo menos compactado e mais fácil de trabalhar;
Retém nutrientes como Ca, Mg e K, pois aumenta a CTC do solo;	Serve para reduzir possíveis efeitos ambientais negativos decorrentes de uso inadequado de pesticidas ou de disposição de poluentes no solo.

Fonte: Adaptado de Lopes e Guilherme (2007).

A saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos (RONQUIM, 2010),

por meio da adjetivação eutrófico ou distrófico: eutróficos considerado férteis = $V \geq 50\%$; solos distróficos, pouco férteis = $V < 50\%$.

Os compostos orgânicos do solo são formados por ácidos húmicos e fúlvicos, ácidos orgânicos de baixa massa molecular, ácido tânico, aminas, compostos aromáticos, dentre outros (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Segundo estes autores, na solução do solo, a concentração normal de C orgânico solúvel varia de 0,2 a 2,5 mmol L⁻¹ e no tecido das plantas é de 10 a 100 vezes maior que a encontrada no solo, em virtude da sua ação nos processos metabólicos celulares (PAVINATO; ROSOLEM, 2008).

Tognon (1997), avaliando os atributos (granulometria, pH, matéria orgânica, teor de fosforo, bases trocáveis, CTC a pH 7,0, saturação e índices ki) dos Latossolos no Cerrado e na floresta Amazônia, relata que os teores de matéria orgânica são distintos em horizontes, sendo os solos da Amazônia com teores de matéria orgânica mais elevado no horizonte A, por outro lado, em horizontes mais inferiores estes teores são maiores nos solos do Cerrado. Este autor afirma que isso ocorre devido a textura destes solos ser argilosa e muito argilosa, uma vez que solos com textura média tende a ter teores de matéria orgânica mais elevados em superfície. Por fim, Tognon (1997) conclui que, as diferenças nos teores de matéria orgânica dos solos estão associadas a fatores bióticos e texturais.

2.2.1.3 Disponibilidade de nutrientes

A ciclagem de nutrientes nos trópicos depende de várias adaptações e interações biológicas, inclusive mutualísticas entre microorganismos e plantas, que propiciam a conservação de nutrientes (FERREIRA et al., 2001). Estes autores explicam que quando há a remoção desta estrutura, ocorre a perda rápida de nutrientes por lixiviação sob condições de altas temperaturas e chuvas intensas.

Deste modo a ciclagem de nutrientes é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais e que parte do processo de retorno da matéria orgânica e dos nutrientes para o solo se dá por meio da produção de serapilheira (DINIZ; PEREIRA; LOSS, 2011). Para estes autores a quantidade significativa de nutrientes podem retornar por meio da queda dos componentes senescentes e sua posterior decomposição.

As áreas de florestas exercem um papel vital a manutenção da biodiversidade, uma vez que o solo influencia a vegetação presente, como por exemplo o Cerrado brasileiro, que é

composto por árvores de pequeno porte, devido ao solo ser ácido, fazendo com que as raízes das plantas não sejam profundas. Em contra partida, Dias et al. (2002), afirmam que a vegetação influenciam nas propriedades do solo, tanto de maneira direta, por meio de suprimento com matéria orgânica, quanto por um número de outras diferentes vias.

Silva et al. (2009), afirmam que os solos sob a floresta de transição Amazônia-Cerrado apresentam uma fertilidade natural muito baixa, de maneira que as espécies vegetais necessitam contar, para o seu pleno desenvolvimento, com a ciclagem de nutrientes que envolve a decomposição da matéria orgânica.

2.2.1.4. Fósforo (P)

O fósforo presente no solo, de interesse agrônômico ou ambiental, é constituído por compostos derivados do ácido ortofosfórico e, menos comumente, dos pirofosfatos (SANTOS; GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

No solo, o P está presente na fase sólida e líquida, ou seja, adsorvido ou complexado com os oxihidróxidos de Fe e Al, com o Ca e com a matéria orgânica, ou livre na solução do solo (PAVINATO; ROSOLEM, 2008; SANTOS, GATIBONI; KAMINSKI, 2008). Sendo o solo uma mistura de materiais orgânicos e inorgânicos, o P também apresenta-se em formas orgânicas e inorgânicas, tanto na fase sólida como na solução do solo, existindo um equilíbrio entre o P adsorvido e o P em solução (PAVINATO; ROSOLEM, 2008; SANTOS, GATIBONI; KAMINSKI, 2008).

O P orgânico pode constituir de 5 a 80% do fósforo total do solo e, nos solos tropicais, é fonte de fósforo às plantas e deve ser levado em consideração em estudos envolvendo a sua dinâmica e a biodisponibilidade (RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2003). O fósforo orgânico é originário dos resíduos vegetais adicionados ao solo, do tecido microbiano e dos produtos de sua decomposição (CONTE et al., 2002).

Na Tabela 4, estão mostradas as classes de interpretação para os teores de fosforo no solo, que variam de muito baixo à muito bom.

Tabela 4 - Classes de interpretação da disponibilidade para o fósforo de acordo com o teor de argila do solo ou do valor de fósforo remanescente (P-rem).

Características	Classificação				
	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom

	(mg/dm ³) ^{1/}				
Argila (%)	Fósforo disponível ¹ (P)				
60-100	≤ 2,7	2,8-5,4	5,5 - 8,0 ^{3/}	8,1 - 12,0	> 12,0
35-60	≤ 4,0	4,1-8,0	8,1 - 12,0	12,1 - 18,0	> 18,0
15-35	≤ 6,6	6,7 - 12,0	12,1 - 20,0	20,1 - 30,0	> 30,0
0-15	≤ 10,0	10,1 - 20,0	20,1 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0
P-rem ^{4/} (mg/L)					
0-4	< 3,0	3,1 - 4,3	4,4 - 6,0 ^{3/}	6,1 - 9,0	> 9,0
4-10	< 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 12,5	> 12,5
10-19	< 6,0	6,1 - 8,3	8,4 - 11,4	11,5 - 17,5	> 17,5
19-30	< 8,0	8,1 - 11,4	11,5 - 15,8	15,9 - 24,0	> 24,0
30-44	< 11,0	11,1 - 15,8	15,9 - 21,8	21,9 - 33,0	> 33,0
44-60	< 15,0	15,1 - 21,8	21,9 - 30,0	30,1 - 45,0	> 45,0

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

^{1/} mg/dm³ = ppm (m/v). ^{2/} Método Mehlich^{-1.3/} Nesta classe apresentam-se os níveis críticos de acordo com o teor de argila ou com o valor do fósforo remanescente. ^{4/} P-rem = Fósforo remanescente, concentração de fósforo da solução de equilíbrio após agitar durante 1 h a TFSA com solução de CaCl₂ 10 mmol/L, contendo 60 mg/L de P, na relação 1:10.

2.2.1.5 Potássio (K)

O potássio (K) é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e tem fundamental importância para a nutrição das plantas (UCKER, 2015). As diversas formas de K e sua relativa proporção nos solos depende da mineralogia do material de origem, do grau de intemperismo e da composição granulométrica do solo (UCKER, 2015).

A concentração K, nos tecidos vegetais pode apresentar grande variabilidade em função da espécie e do manejo cultural utilizado (MENDES, 2007). Todos os solos, em maior ou menor grau, apresentam K em formas não-trocáveis, ou não extraídas convencionalmente para avaliar a disponibilidade de K (ROSOLEM et al., 2006).

O K tem uma particularidade em não ter a capacidade de formar complexos estáveis devido a sua estrutura química não favorecer à formação de ligações covalentes (MENDE, 2007). Este elemento tem como função, realizar a ativação de enzimas, com participações no metabolismo protéico, fotossíntese, transporte de assimilados e potencial hídrico celular e como componente osmótico das células guardas, pois a transferência de K⁺ dentro e fora destas células regula a abertura e o fechamento dos estômatos (MENDES, 2007).

A disponibilidade de K (Tabela 5), assim como a capacidade de suprimento deste nutriente pelo solo, depende da presença de minerais primários e secundários, da aplicação de fertilizantes e da CTC do solo, além da ciclagem do nutriente pelas plantas (WERLE; GARCIA;

ROSOLEM, 2008). A passagem do K da forma trocável para a não trocável pode ser rápida, dependendo da concentração do nutriente na solução do solo, fazendo com que seja possível a ocorrência de perdas por lixiviação das formas inicialmente não disponíveis, devido à tendência natural de equilíbrio do solo (ROSOLEM et al., 2006).

Para Mendes (2007), o K, juntamente com outros elementos tem a função de manter o equilíbrio iônico com os ânions e como ativador de inúmeras enzimas e sua deficiência conduz a profundas alterações no metabolismo e as plantas tendem a apresentar diminuição da dominância apical, internódios mais curtos e clorose seguida de necrose das margens e pontas de folhas mais velhas.

O K, contido no solo pode ser lixiviado, adsorvido pelo solo ou absorvido pela planta (UCKER, 2015). Por outro lado, o K disponibilizado por meio da degradação da palha ou via adubação potássica pode ser intensamente lixiviado no perfil do solo a depender da quantidade de chuva, da dose do nutriente aplicado e da textura do solo, o que faz com que o manejo da adubação potássica seja importante do ponto de vista tanto econômico quanto ambiental (ROSOLEM et al., 2006).

Tabela 5 - Classes de interpretação da disponibilidade para o potássio

Classificação				
Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Potássio disponível (K) ^{2/}				
(mg/dm ³) ^{1/}				
≤ 15	16 - 40	41 – 70 ^{5/}	71 - 120	> 120

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

^{1/} mg/dm³ = ppm (m/v). ^{2/} Método Mehlich-1. ^{5/} O limite superior desta classe indica o nível crítico.

Ucker (2015) afirma que os solos com maiores quantidades de argila e teor de matéria orgânica são mais aptos para adsorver o K em virtude da predominância de cargas superficiais negativas. Esses fatores influenciam fortemente o processo de lixiviação e, consequentemente, os parâmetros de qualidade da água subterrânea (UCKER, 2015).

2.2.1.6. Magnésio (Mg)

O Mg do solo, advém da intemperização das rochas que contêm minerais como biotita, hornblenda, dolomita e clorita, além do magnésio adicionado pelos fertilizantes ou corretivos

(LOPES, 1998). Estes autores afirmam que os solos geralmente contêm menos magnésio do que cálcio, porque o magnésio não é adsorvido tão fortemente pelas argilas e matéria orgânica, e conseqüentemente, é mais sujeito a lixiviação.

A fonte mais comum de Mg é o calcário dolomítico (Tabela 6), pois é um material que contém cálcio e magnésio e sua aplicação ao solo neutraliza a acidez (LOPES, 1998).

A concentração Mg nos tecidos dos vegetais pode variar de 0,15 a 1,0 dag/kg da matéria seca, porém mais da metade do Mg contido nas folhas por ser componente da clorofila, já que esta possui um átomo central de Mg (MENDES, 2007). O Mg é ativador das enzimas relacionadas com o metabolismo energético, além de servir de ligação entre as estruturas de pirofosfato do ATP e ADP (MENDES, 2007).

Segundo Mendes (2007), a deficiência de Mg afeta parte do metabolismo das plantas, sendo a clorose internerval das folhas velhas o sintoma inicial, seguido da redução da fotossíntese decorrente da menor síntese de clorofila e, em casos extremos de deficiência, são observadas necroses inclusive nas folhas novas.

Tabela 6 - Fontes comum de magnésio

Material	Mg (%)
Calcário magnesiano	3,0-7,0
Calcário dolomítico	7,2-12,0
Magnesita (óxido de Mg)	55,0
Sulfato de magnésio heptahidratado	9,6
Sulfato de potássio e magnésio	11,2
Cloreto de magnésio	7,5
Termofosfato	7,0

Fonte: Lopes (1998).

2.2.1.7. Cálcio (Ca)

O Cálcio (Ca) é encontrado nos tecidos vegetais, sendo que a maior parte do Ca nas plantas ocorre formando ligações intermoleculares nas paredes celulares e membranas, contribuindo, assim, para a estabilidade estrutural e o movimento intercelular de vários metabólitos (MENDES, 2007). Além disso o Ca é um catalisador de várias enzimas, que em níveis adequados ajudam a planta a evitar estresse decorrente da presença de metais pesados e, ou, salinidade (MENDES, 2007).

Os sintomas de deficiência de Ca nas plantas são observados nas folhas jovens e outros tecidos novos, pois o Ca, não é translocado dentro da planta (LOPES, 1998). Os teores de Ca, juntamente com os teores de Mg, estão diretamente relacionados com a acidez dos solos (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Estes autores relatam que em solos ácidos os teores de Ca e de Mg são baixos, no entanto em solos de boa fertilidade estes teores são maiores.

O Ca é um elemento de extrema importância para o bom desenvolvimento das plantas, porem a deficiência deste nutriente no solo, indica quase sempre pH baixo, sendo necessário realizar a calagem, para correção da acidez. A calagem é a prática mais comum de se adicionar Ca ao solo (LOPES, 1998).

Prezotti e Guarçoni, (2013) afirmam que o Ca e o Mg são os elementos que mais influenciam na saturação por bases (V) em razão da sua maior taxa de ocupação da CTC total do solo (T). As fontes mais comuns de Ca estão dispostas no Tabela 7. O gesso também pode suprir o Ca quando o pH do solo é suficientemente elevado para não necessitar de calagem (LOPES, 1998). Para este autor o Ca é o cátion dominante e, normalmente, ocupa 30% ou mais dos pontos do complexo de troca de cátions dos solos corrigidos.

Tabela 7 - Fontes comum de cálcio (Ca).

Material	Ca (%)	Valor neutralizante relativo*
Calcário calcítico	32	85 a 100
Calcário magnesiano	27	90 a 104
Calcário dolomítico	22	95 a 108
Escoria básica	29	50 a 70
Gesso	22	Nenhum
Cal hidratada	46	120 a 135
Cal virgem	60	150 a 175

Fonte: Lopes (1998).

* com base no carbonato de cálcio puro a 100%.

2.2.1.7 Capacidade de troca de cátions (CTC)

A capacidade de troca de cátions de um solo (CTC), também conhecida como capacidade de troca catiônica, é uma propriedade, cuja importância no solo pode ser comparada a determinadas funções vitais, como a respiração para os animais e a fotossíntese para os vegetais (FERREIRA; BOTELHO, 1999).

A capacidade de troca de cátions (CTC) é uma característica físico-química fundamental dos solos (RAIJ, 1969). Ela é um dos mais importantes atributos do solo, uma vez que representa a quantidade de íons positivos que podem ser retidos no solo por atração eletrostática, ou seja, por atração de cargas elétricas opostas (RAIJ et al., 2001). Trata-se de um atributo de grande interesse prático, muito útil em estudos de fertilidade, além de ser indispensável para a caracterização de unidades de solos (RAIJ, 1969). Os solos da região tropical úmida são conhecidos, em sua maioria, como altamente intemperizados e com argilomineral de baixa atividade (TOGNON, 1997). A CTC, do solo é influenciada pelo teor de matéria orgânica do solo, do pH e do teor de argilominerais.

De posse da análise do solo, pode-se calcular a Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Soma de Bases Trocáveis (SB), Saturação por Bases (V), Saturação por Alumínio (m) do solo, que são importantes para avaliar a sua fertilidade real ou potencial (Quadro 4).

Quadro 4 - Representação do complexo de troca de cátions do solo (CTC).

Atributos do solo	Equações
Soma de Bases Trocáveis (SB)	$SB = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$
Capacidade de Troca de Cátions (CTC)	$CTC = SB + H + Al$
Saturação por Bases (V)	$V = 100 (SB/CTC)$
Saturação por Alumínio (m)	$m = 100 Al^{3+}/(SB + Al^{3+})$

Fonte: Raij et al. (2001).

Os íons positivos que podem ser retidos no solo são os Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} , Na^{+} e Al^{3+} (RAIJ et al., 2001). Para Ferreira e Botelho (1999), a capacidade de troca catiônica (CTC), é uma característica do solo que permite que os cátions, existentes na solução do solo, possam permutar cátions associados com sítios negativos das argilas solicitadas e, dependendo do pH, também com as cargas negativas das superfícies dos óxidos.

2.2.1.9. Saturação por bases (V%) e Saturação por alumínio(m%)

A saturação por base (V%), é denominada pela soma das bases trocáveis expressa em porcentagem de capacidade de troca de cátions: $V\% = 100 SB/T$, em que SB = soma de bases e T = CTC total (RONQUIM, 2010). Para este autor, a saturação por bases é um excelente indicativo das condições gerais de fertilidade do solo, sendo utilizada até como complemento na nomenclatura dos solos.

Os solos são divididos de acordo com a saturação por bases, em solos eutróficos ou solos férteis, com pouco ou sem alumínio, com $V\% \geq 50\%$ solos distróficos ou pouco férteis com $V\% < 50\%$, podendo apresentar elevado teor de alumínio, solos álicos apresentam saturação por alumínio (m%) maior ou igual a 50%, sendo, normalmente, solos de baixa fertilidade (DUARTE; CASAGRANDE, 2006). Segundo estes autores, o excesso de alumínio no solo impede o desenvolvimento do sistema radicular, resultando na exploração de menor volume de solo e, conseqüentemente, absorvendo menor quantidade de água e nutrientes.

A saturação por alumínio (Al^3), é a relação percentual do alumínio no solo, em que saturação por alumínio (m%) = $100 Al^{3+}/t$, ($t = CTC_{pH7}$). A saturação por alumínio é reduzida, ao fazer a correção do solo, seja com calcário ou com gesso agrícola. A Tabela 8, está disposto as classes de interpretação da saturação por alumínio (m%) e da saturação por base (V%).

Tabela 8 - Classes de interpretação de fertilidade do solo.

Característica	Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Saturação por Al (m%) ^{9/}	$\leq 15,0$	15,1 - 30,0	30,1 - 50,0	50,1 - 75,0	$> 75,0$ ^{11/}
Saturação por bases (V%) ^{10/}	$\leq 20,0$	20,1 - 40,0	40,1 - 60,0	60,1 - 80,0	$> 80,0$

Fonte: Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999).

9/ $m = 100 Al^{3+}/t$. 10/ $V = 100 SB/T$. 11/ A interpretação destas características, nestas classes, deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom.

2.2.2.1. Textura do solo

Os solos são constituídos por uma mistura de partículas sólidas de natureza mineral e orgânica, ar e água, formando um sistema trifásico, sólido, gasoso e líquido (REINERT e REINERT, 2006). Estes autores relatam que, as partículas da fase sólida variam grandemente em tamanho, forma e composição química e a sua combinação nas várias configurações possíveis forma a chamada matriz do solo.

A textura do solo é definida pela proporção relativa das classes de tamanho de suas partículas. Solo com alto teor de areia é classificado como de textura areia, com pequenas quantidades de silte ou argila, a textura é franca ou franca arenosa, já os solos com predominância de argila são classificados como argilosos ou muito argilosos, quando as proporções de areia, silte e argila estão mais ou menos iguais, é denominado como solo de textura franca ou barrenta (LOPES, 1998). Na figura 9, está representado as 12 classes texturais.



Figura 9: Classes texturais para solos de acordo com a sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Fonte: Lopes, 1998.

Os solos apresentam características particulares: os arenosos apresentam menor porosidade, menor macro e maior micro porosidade, baixa retenção de água, boa drenagem e aeração, baixa CTC, é um solo mais lixiviado, baixa matéria orgânica, já os argilosos, apresentam características opostas (LOPES, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi desenvolvido em condições ambientais naturais das bacias hidrográficas do rio Teles Pires (BTP) em Alta Floresta, bacia hidrográfica do rio Guaporé (BG) em Pontes e Lacerda e Vale de São Domingos e bacia hidrográfica do rio Jauru (BJ) nos municípios de Jauru e Porto Espiridião, ambas localizadas no Estado de Mato Grosso, sob coordenadas geográficas (Tabela 10). As áreas de vegetação nativa, onde se realizou a coleta das amostras de solo foram selecionadas aleatoriamente por meio de imagem de satélite, tendo em vista a facilidade de acesso e a ausência de uso antrópico.

Tabela 10: Coordenadas geográficas das áreas amostradas das três bacias hidrográficas dos rios Guaporé, Jauru e Teles Pires.

Bacia hidrográfica	Repetição	Coordenada Geográficas
Bacia hidrográfica rio Guaporé	1	(-15.276798, -59.142649)
	2	(-15.275251, -59.127902)
	3	(-15.294692, -59.193997)
	4	(-15.284941, -59.239903)
	5	(-15.323540, -59.226682)
Bacia hidrográfica do rio Jaurú	1	(-15.495220, -59.039784)
	2	(-15.508057, -59.124263)
	3	(-15.367641, -58.910734)
	4	(-15.314847, -58.899539)
	5	(-15.283756, -58.900387)
Bacia hidrográfica do rio Teles Pires	1	(-9.3514878, -56.723354)
	2	(-9.369411, -56.25748)
	3	(-9.3835758, -56.038556)
	4	(-9.4323794, -56.1416811)
	5	(-9.4330681, -56.436912)

Fonte: adaptado pelo autor.

A bacia do rio Guaporé nasce na Chapada dos Parecis, no município de Jauru-MT e deságua no rio Madeira, afluente do Amazonas, em Rondônia e engloba os municípios de Jauru, Pontes e Lacerda, Vale de São Domingos, Vila Bela da Santíssima Trindade, Conquista D'Oeste e Nova Lacerda, todos localizados na região Sudoeste do Estado do Mato Grosso, com

altitude média da região situa-se em torno de 250 m (PIERANGELI et al. 2009). Os solos da região predominam Latossolos, Argissolos e Neossolos Quartzarênicos nas áreas mais elevadas e Gleissolos e Plintossolos nas áreas mais baixas sujeitas ao alagamento pluvial, devido à drenagem deficiente (PIERANGELI et al. 2009).

A bacia hidrográfica do rio Jauru, situada na região sudoeste do Estado de Mato Grosso, possui uma extensão territorial de 11.697,72 km², abrangendo áreas territoriais de 14 municípios, distribuídas em nove sub-bacia, e uma extensão territorial composta por planalto, depressão e pantanal, drenados pelo rio Paraguai, com área de transição entre o Cerrado, o Pantanal e a Floresta Amazônica (NEVES, et. al, 2011). A bacia hidrográfica do rio Jauru, apresenta elevado grau de variabilidade com relação à geologia, geomorfologia e solos (MAROSTEGA, SOUZA, PIERANGELI, 2014). Ao longo do período de 1986, 1996 e 2006, de três décadas, a bacia hidrográfica do rio Jauru passou por diversas alterações decorrentes da ação antrópica (SILVA et. al, 2020). Para estes autores, a soma das atividades humanas na bacia apresentou um crescimento contínuo, de 42,23% de sua área total no ano de 1986 para 54,15%, 63,11% e 63,59% nos anos de 1996, 2006 e 2016, respectivamente, sendo a Pecuária com presença de vegetação secundária principal atividade modificadora da paisagem (SILVA et. al, 2020).

A bacia hidrográfica do rio Teles Pires, situada no município de Alta Floresta, no estado de Mato Grosso, Brasil, com área de 132.489,84 hectares e altitude variando de 157 a 428 metros (OLIVEIRA, PIERANGELI, DE SOUSA, 2019). Estes autores, estudando a geologia na Bacia Hidrográfica do Médio Curso do Rio Teles Pires, no município de Alta Floresta-MT, concluíram que o município de Alta Floresta é composto por sete formações geológicas: Alcalinas Rio Cristalino, Aluviões Holocênicos, Formação Colíder, Grupo Beneficente, Suíte Intrusiva Juruena, Suíte Intrusiva Paranaíta e Suíte Intrusiva Teles Pires.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A coleta das amostras de solo foi realizada entre os meses de novembro de 2019 a fevereiro de 2020. O delineamento experimental utilizado, foi um fatorial 3×5×2, composto pelas 3 bacias hidrográficas, 5 áreas de florestas, e 2 profundidades (0,0-0,2 e 0,2-0,40 m), totalizando 30 amostras de solo.

Para a caracterização química do solo, vinte amostras simples foram coletadas em pontos equidistantes, com trado do tipo “holandês” para formação de uma amostra composta nas profundidades de 00-20 e 20-40 m dentro de cada área de vegetação.

O material coletado foi acondicionado em sacolas plásticas, devidamente identificado, posteriormente, foi enviado para o laboratório de análises de solos (LAS) da UNEMAT pertencentes ao *Campus* de Pontes e Lacerda. No LAS o material foi seco ao ar, destorroado e peneirado em peneiras de 2 mm, para a obtenção da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) Para a determinação dos atributos químicos foi seguido as metodologias do manual de análises da EMBRAPA (2017).

Para determinação do pH em água foi utilizado um pHmetro usando uma suspensão com relação 1:2,5 (solo: água). A determinação foi feita por leitura em potenciômetro, mergulhando-se os eletrodos em suspensão de 10 g de solo e 25 ml de água destilada. O Cátions Trocáveis (Ca^{+2} , Mg^{+2} , e Al^{+3}) foram extraídos com solução de Cloreto de Potássio (KCl 1 mol L^{-1}). O alumínio (Al^{+3}), foi determinado por intermédio da titulometria volumétrica com solução diluída em Hidróxido de Sódio (NaOH), e o cálcio (Ca^{+2}) e o magnésio (Mg^{+2}), foram determinados por complexometria, usando negro de eriocromo como indicador e a titulação com solução de EDTA.

O potássio (K^{+}) e o fósforo (P), foram extraídos pelo método Mehlich⁻¹ (denominada também de duplo-ácida ou Carolina do Norte). O potássio foi quantificado em fotômetro de chama e o fósforo pelo quantificado por espectrofotômetro-UV, que mede a intensidade da cor azul formada após a adição de solução de molibdato de amônio no extrato.

A Matéria Orgânica (MO), foi determinada após oxidação com solução de bicromato de potássio. Nessa metodologia, o carbono da matéria orgânica da amostra é oxidado a CO_2 e o cromo (Cr), da solução extratora será reduzido da valência +6 (Cr^{6+}) à valência +3 (Cr^{3+}). Na sequência, realizou a titulação do excesso de bicromato de potássio pelo sulfato ferroso amoniacal (SILVA et al., 1998).

A extração da acidez potencial do solo ($\text{H}+\text{Al}$) foi com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0, sendo em seguida determinado volumetricamente com solução de NaOH em presença de fenolftaleína como indicador de acordo (EMBRAPA, (2017). O cálculo para obtenção dos valores de $\text{H}+\text{Al}$ é feito seguindo a equação: Acidez potencial = $\text{H} + \text{Al}$ (cmol_c/kg) = (a - b), em que a = mL NaOH gasto na titulação da amostra e b = mL NaOH gasto na titulação da prova em branco.

A capacidade de troca de cátions efetiva (CTC_{efe}) e capacidade de troca de cátions a pH 7,0 ($\text{CTC}_{\text{pH7,0}}$), porcentagem de saturação por alumínio (m%) e porcentagem saturação por bases

(V%), calculadas pelas seguintes expressões: $CTC_{efe} = SB + H + Al^{3+}$, $CTC_{pH7} = SB + H$, $m\% = 100 Al^{3+} / (SB + Al^{3+})$ e $V\% = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + Na^{+}$. FALTOU ESCREVER O PROCESSO DE DETERMINAÇÃO FÍSICA SOLO TEXTURA

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa estatístico SISVAR. Para a comparação das médias, quando significativo aplicou-se o teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas das três bacias hidrográficas estudadas estão dispostos na Tabela 11. O pH, apresentou variação apenas entre os tratamentos dentro da profundidade de 0,0 a 0,20 m, sendo a áreas de florestas BTP o que diferiu dos demais com menor valor de pH, considerados agronomicamente baixos (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). Este estudo corrobora com os resultados encontrados Oliveira, Pierangeli, Sousa (2019), ao avaliar as concentrações dos elementos-traços em diferentes ambientes na Bacia Hidrográfica do Médio do Rio Teles Pires.

Os menores valores de pH das áreas de florestas BTP são explicados pelos maiores teores de H+Al e Al dessa área. O pH, variável exerce relação direta com a saturação por bases (V%), visto que, o tratamento BTP apresentou V baixo < 20%. De acordo com Demattê e Demattê (1993), esta é uma relação muito utilizada na área de fertilidade do solo, indicando que, à medida que o complexo de troca de solo fica mais rico em bases, principalmente o Ca^{+2} e o Mg^{+2} , o pH aumenta. O pH do solo é influenciado por vários fatores, incluindo o material de origem, precipitação, decomposição da matéria orgânica, vegetação nativa, tipo de cultura, profundidade do solo, adubação e inundação (INTITUTO DA POTASSA E FOSFATO, 1998).

Tabela 11 - Atributos químicos do solo em duas profundidades em áreas sob florestas nas Bacia hidrográfica do Guaporé (BG), Bacia hidrográfica do rio Jauru (BJ) e Bacia hidrográfica do rio Teles Pires (BTP). .

tratamento	pH	P	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H+Al
	-	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³			
Profundidade 00-20 cm							
BG	6,55Aa	15,53Ba	184,26Aa	5,68Aa	1,63Aa	0,01Ba	3,59Aa
BJ	6,66Aa	14,10Ba	197,70Aa	5,86Aa	0,95Ba	0,02Ba	3,17Aa
BTP	4,88Ba	41,93Aa	36,18Ba	0,70Ba	0,42Cb	1,12Aa	5,74Aa
Profundidade 20-40 cm							
BG	6,39Aa	6,58Ba	120,47Ba	3,38Aa	1,17Ab	0,086Aa	2,98Aa
BJ	6,63Aa	3,32Ba	184,80Aa	3,81Aa	0,76Ba	0,010Aa	2,53Aa
BTP	5,73Aa	41,57Aa	58,58Ba	2,18Aa	0,75Ba	0,58Aa	5,77Aa
tratamento	SB	t	T	V	m	MO	
		cmol _c dm ⁻³		%		g/kg ⁻¹	
Profundidade 00-20 cm							
BG	12,03Aa	12,05Aa	15,61Aa	76,23Aa	0,09Ba	107,38Aa	
BJ	11,86Aa	11,90Aa	15,04Aa	78,73Aa	0,26Ba	31,15Ba	
BTP	2,05Ba	3,17Ba	7,79Ba	26,97Ba	38,62Aa	13,45Ba	

<i>Profundidade 20-40 cm</i>						
BG	7,63Ab	7,73Ab	10,62Ab	70,28Aa	1,47Aa	60,83Ab
BJ	9,30Aa	9,32Aa	11,82Ab	78,67Aa	0,10Aa	20,04Ba
BTP	4,43Ba	5,01Aa	10,20Aa	41,23Ba	18,64Aa	19,41Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula e minúscula na coluna para tratamento e profundidade não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. BG (Bacia do rio Guaporé), BJ (Bacia do rio Jauru), BTP (Bacia do rio Teles Pires).

No estudo de Valladares, Batistella, Pereira (2011), com Latossolos, em Rondônia encontraram valores de pH em água que variaram de 4,9 a 5,7, sendo os valores mais elevados para as culturas perenes (5,7) e pastagem (5,5), quando comparados à vegetação nativa (4,9).

Os teores de matéria orgânica na camada de 00 a 20 cm variaram de 108 a 61 g kg⁻¹, com maiores teores na superfície para áreas de florestas da BG. Os teores mais elevados ocorram na superfície ocorrem devido a decomposição de biomassa presente (Tabela 11). A matéria orgânica contém praticamente todos os macros e micronutrientes e, além disso, confere melhor estrutura ao terreno, aumentando sua fertilidade (RONQUIM, 2010). Agronomicamente o BTP foi o tratamento que apresentou teores mais baixos de MO, em ambas as profundidades.

De acordo com, Giácomo et al. (2015), os maiores teores de carbono orgânico na área de mata mesofítica em comparação às demais formações vegetais avaliadas devem-se ao maior aporte de serapilheira e à quantidade de nutrientes aportada nesta área.

O fósforo (Tabela 11), teve variação apenas entre os tratamentos, sendo que solos da BTP apresentou teores mais elevados, em média 42 mg/dm⁻³. Mas em profundidade não houve diferença significativa dentro dos tratamentos (Tabela 11). O fósforo é um elemento que forma compostos de baixa solubilidade em solos, resultando em teores baixos na solução do solo, em equilíbrio com a fase sólida (RAIJ et al. 2001), principalmente em solos tropicais.

Camargo et al. (2010), estudando a caracterização química e granulométrica do solo da área ciliar da sub-bacia hidrográfica Mariana, observaram que os maiores teores de fósforo, estavam nos pontos mais próximos do manancial decrescendo ao passo que se distanciou deste, podendo ser explicado tal resultado pelo carreamento do elemento pela erosão superficial, visto que a textura predominante é franco arenosa.

O potássio (K⁺), apresentou grande variação para entre os tratamentos, e em profundidade não teve diferença estatística, os solos da BG e BJ apresentaram teores mais elevados, considerados agronomicamente muito bom (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999).

Os solos de ambas as áreas apresentam textura franco arenosa, franco argilo arenoso e areia franca (Tabela 11). No trabalho realizado por Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999),

eles contataram que em solos arenosos, com drenagem excessiva e baixa CTC, podem ocorrer perdas de potássio por lixiviação.

A disponibilidade do potássio no período chuvoso é maior que no período seco, isto relaciona-se com a menor taxa da mineralização da matéria orgânica neste período, obtendo, como consequência, um maior acúmulo de material orgânico, que além de contribuir com o potássio, aumenta a retenção deste elemento reduzindo as perdas por lixiviação (PEREIRA, VELOSO, GAMA, 2000).

Os teores de Ca^{+2} e Mg^{+2} apresentaram variação entre os tratamentos, porém apenas o Mg^{+2} , apresentou diferença em profundidade. O cálcio, apresentou teores baixos para o tratamento BTP, na profundidade de 00 a 20 cm ($0,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), esta variação entre os tratamentos, deve-se a vários fatores como ao tipo de vegetação, ciclagem de nutrientes e material de origem. Porém o magnésio apresentou variação entre os tratamentos em que o $\text{BG} > \text{BJ} > \text{BTP}$ na profundidade de 00 a 20, e de 20 a 40 o tratamento BG apresentou bons teores de cálcio (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). Para as profundidades dentro dos tratamentos, houve diferenças, com exceção para o tratamento BJ que apresentaram teores bons deste elemento (Tabela 11).

O teor de Al^{+3} , foi mais elevado no tratamento BTP na profundidade de 00 a 20 cm. Observa-se que os valores mais altos de Al^{+3} para o tratamento BTP, acompanham os menores valores do pH na camada avaliada. A acidez potencial ($\text{H} + \text{Al}$) nos solos estudados não diferiram estatisticamente (Tabela 11).

A CTC efetiva (t) apresentou diferença estatística entre os tratamentos e em profundidade. Na profundidade de 00 a 20 cm, o tratamento BTP diferiu dos demais, apresentando teores médios ($3,17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$). O tratamento BG apresentou variação de CTC efetiva entre as profundidades, sendo que de 00-20 cm, estes teores são classificados como muito bom ($12,05 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999) (Tabela 11). Comparando-se os resultados obtidos de CTC efetiva com os teores de MO, observa-se uma relação nítida para o tratamento BG, sendo que a MO, apresenta grupos funcionais eletricamente carregados, que aumentam a CTC e diminuem a adsorção específica de P, disponibiliza nutrientes e tem a capacidade de complexar íons alumínio, reduzindo sua toxicidade (BALDOTTO et al. 2015).

A CTC_{pH7} variou com a profundidade, em que a camada de 00 a 20 cm, apresentou os maiores valores, sendo representado pelos tratamentos BG e BJ. Porém o BTP, diferiu apenas com relação tratamentos, apresentando os menores valores ($7,79 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 11). Os tratamentos tiveram valores de referência, de média a muito boa (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). Informações sobre a CTC_{pH7} , são importantes pois permitem inferir sobre

a capacidade de armazenagem de nutrientes do solo, sendo também utilizado para a determinação da quantidade de calcário, pelo método da saturação por bases.

Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas (RONQUIM, 2010). Por outro lado, este autor relata que se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H^+ e Al^{3+} este será um solo pobre.

Assim, para os solos da bacia hidrográfica do rio Guaporé, foram encontrados a porcentagem de saturação, para Ca%, Mg% e K%, igual a 19,75%, 10,44% e 3,02% na profundidade 00 - 20 cm e 26,42%, 11,02% e 2,90% na profundidade 20-40 cm, respectivamente. Já para os solos da bacia hidrográfica do rio Jaurú, a saturação de Ca%, Mg% e K%, apresentou resultados de 19,71%, 6,32% e 3,36% na profundidade de 00 – 20 cm e 17,44%, 6,43% e 4,00%, na profundidade de 20 – 40 cm. E para a bacia hidrográfica do rio Teles Pires, a porcentagem de saturação, para Ca%, Mg% e K%, igual a 24,84%, 5,39% e 1,25%, na profundidade de 00 – 20 cm, e para a profundidade de 20 – 40 cm, os valores são respectivamente: 36,48%, 7,35% e 1,47% (Tabela 12).

Tabela 12 – Nível de saturação de %Ca, %Mg, %K e %Al, para cada bacia hidrográfica do rio Guaporé (BG), do rio Jaurú (BJ) e do rio Teles Pires (BTP).

Tratamento	%Ca	%Mg	%K	%Al
Profundidade 00 - 20 cm				
BG	19,75	10,44	3,02	0,09
BJ	19,71	6,32	3,36	0,26
BTP	24,84	5,39	1,25	38,62
Profundidade 20-40 cm				
BG	26,42	11,02	2,90	1,47
BJ	17,44	6,43	4,00	0,1
BTP	36,48	7,35	1,47	18,64

Seguindo as respectivas fórmulas para cada elemento, saturação de cálcio: $\% \text{Ca} = (\text{Ca}^{2+}/\text{T}) * 100$, saturação de % Mg = $(\text{Mg}^{2+}/\text{T}) * 100$, saturação de % K = $(\text{K}^+/\text{T}) * 100$.

A saturação por bases (V%), para os tratamentos BG (76,23%) e BJ (78,73%) apresentaram valores altos (RIBEIRO; GUIMARÃES; ALVAREZ, 1999). Os solos dessa área apresentaram teores mais elevados de MOS, fato que contribui para aumentar a CTC do solo. O tratamento BTP, apresentou os valores mais baixos para V, em ambas as profundidades, o que já era esperado, pois, este tratamento apresentou teores mais elevados de Al^{3+} , na camada de 00 a 20 e na camada de 20 a 40 (Tabela 12), além de pH mais ácido. Assim o tratamento

BTP apresentou $V < 50\%$, portanto é considerado solo pouco fértil, porém capaz de sustentar vegetação de floresta amazônica. Na conversão para sistemas cultivados deve ser adotado um manejo adequado visando elevar a fertilidade desses solos, a fim de se garantir a sustentabilidade da produção agrícola.

As diferenças de fertilidade entre os solos das bacias hidrográficas estão relacionadas a diversos fatores, como o relevo, clima da região estudada, tipo de solo, distanciamento da borda da floresta, material de origem, diversidade da fauna e classe textural (Tabela 13). No presente estudo, os solos da bacia BG (Bacia do rio Guaporé), apresentaram textura 80% franco areoso e 20% de areia franca. A BTP (Bacia do rio Teles Pires) apresentaram textura de 60% areia franca e 40% de textura franco argilo arenoso, e a BJ (Bacia do rio Jauru), apresentaram textura 80% franco areoso e 20% de areia franca (Tabela 13). De modo geral, as bacias BG e BJ, apresentam textura similar, isto explica os resultados obtidos nas análises química.

Tabela 13– Granulometria do solo das áreas de amostragem e classe textural na profundidade de 00 – 20 cm, expresso em porcentagem (%).

Trat.	Areia total	Silte	Argila	Classe textural
<i>profundidade 00 - 20</i>				
BG1	68,1	29,4	2,5	Franco arenoso
BG2	57,4	30,1	12,5	Franco arenoso
BG3	66,0	20,1	13,9	Franco arenoso
BG4	71,1	15,1	13,8	Franco arenoso
BG5	73,4	20,3	6,4	Areia franca
BTP1	88,7	1,7	9,6	Areia franca
BTP2	57,3	21,3	21,5	Franco argilo arenoso
BTP3	57,8	20,8	21,4	Franco argilo arenoso
BTP4	85,3	4,7	9,9	Areia franca
BTP5	82,6	3,5	14,0	Areia franca
BJ1	72,6	16,3	11,1	Franco arenoso
BJ2	69,3	18,1	12,5	Franco arenoso
BJ3	69,0	18,8	12,1	Franco arenoso
BJ4	66,4	18,9	14,8	Franco arenoso
BJ5	77,0	13,8	9,2	Areia franca

BG (Bacia do rio Guaporé), BTP (Bacia do rio Teles Pires) e BJ (Bacia do rio Jauru).

Os solos sob floresta são formados com influência da ação de fatores associados à vegetação, presença de distintas camadas de material morto em diferentes estágios de decomposição, tendo como influência constante da fauna e da vegetação (DICK; SCHUMACHER, 2015). O autor supracitado, relata que, dependendo do clima, solos pobres podem sustentar florestas exuberantes, graças à ciclagem de nutrientes, oriundo da deposição

de serrapilheira. Para Moline e Coutinho (2015), com a abertura de novas áreas na Amazônia para a agricultura, ocorre uma redução expressiva do teor de matéria orgânica depositada nas camadas superficiais causando alterações negativas na disponibilidade de nutrientes, o que, associado ao manejo inadequado do solo, diminui a produtividade das culturas ao longo do tempo.

5 CONCLUSÃO

Os solos da bacia hidrográfica do médio rio Teles Pires, apresentam elevada acidez e baixa fertilidade, porém com altos teores de P. Os solos das bacias hidrográficas do Rio Jauru e rio Guaporé são de alta fertilidade, acidez adequada, porém com baixos teores de P.

De modo geral, pode-se considerar que as áreas de floresta apresentam boa fertilidade de solos, concluindo que esta condição é decorrente da deposição de matéria orgânica, que ocasiona a ciclagem de nutrientes no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. **Indicadores biológicos de qualidade do solo**. Biosci. J., p. 66-75, 2007.
- BARRETO, A.C.; LIMA, F.H.S.; FREIRE, M.B.G.S.; ARAÚJO, Q.R. & FREIRE, F.J. . Caatinga, 19:415-425, 2006.
- BERNARDI, A. C. de C.; MACHADO P. L. O. de A.; SILVA, C. A. **Fertilidade do solo e demanda por nutrientes no Brasil**. In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.
- CALIMAN, J. P. **Fertilidade do solo em uma floresta estacional semidecidual submontana no sul do espírito santo**. Jerônimo Monteiro, Espírito Santo, 2011.
- CAMARGO, M. F.; GARCIA ROQUE, M.; MONTANARI, R.; MARQUES DOS SANTOS, C.; VIDAL VÁZQUEZ, E. **Análise da fertilidade natural do solo da área ciliar da sub-bacia hidrográfica Mariana, para fins de conservação ambiental**. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 2011. Vol. 36, pp. 61 – 78.
- CAMARGOS, S. L. **Conceitos sobre fertilidade e produtividade**. Disciplina Solos II. CAPÍTULO 1 Cuiabá – MT 2005.
- CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; MOREIRA, F.M.S. & CURI, N. **Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em pastagem cultivada e nativa no Pantanal**. Pesq. Agropec. Bras., 44:631-637, 2009.
- CARDOSO, E. L., SILVA, M. L. N., CURI, N., FERREIRA, M. M., & FREITAS, D. A. F. D.. **Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(2), 2011. 613-622.
- CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C.. **Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade**. Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E), 2015.
- CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S.. **Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 26, n. 4, p. 925-930, Dec. 2002 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832002000400009&lng=en&nrm=iso>. access on 18 Aug. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000400009>.
- CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZ, J.; SPAGNOLLO, E. **Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.5, p.777-788, 2005
- DIAS, H. C. T. et al. Variação temporal de nutrientes na serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecidual montana em Lavras-MG. *Cerne*, v.8, p.1-16, 2002.

DINIZ, A. R., PEREIRA, M. G., & LOSS, A. **Aporte de material decíduo e fertilidade do solo em plantio de eucalipto e floresta secundária.** *Pesquisa Florestal Brasileira*, 31(65), 19-19. 2011.

DICK, G. e SCHUMACHER, M. V., **Relações entre solo e fitofisionomias em florestas naturais,** *Ecologia e Nutrição Florestal*, Santa Maria-RS, v.3, n.2, p.31-39, mai./ago., 2015.

DUARTE, R. M. R., & CASAGRANDE, J. C.. **A interação solo-vegetação na recuperação de áreas degradadas.** Manual para recuperação de áreas degradadas do Estado de São Paulo, p. 52, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, **Manual de métodos de análises de solo 3ª edição revista.** Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573 p. Disponível em: < <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>> Acesso em 02 mai. 2019.

FERREIRA, S. J. F.; CRESTANA, S.; LUIZÃO, F. J.; MIRANDA, S. A. F.. **Nutrientes no solo em floresta de terra firme cortada seletivamente na Amazônia Central.** *Acta Amaz.*, Manaus , v. 31, n. 3, p. 381, Sept. 2001.

FERREIRA, I. C. de M.. **Associações entre solos e remanescentes de vegetação nativa em Campinas.** Dissertação (Mestrado) Agricultura Tropical e Subtropical Instituto Agrônomo Campinas, 2007.

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

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S. de; SILVA JÚNIOR J. M. T. da. **Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE.** Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.3, p.250-257, 2006

FREITAS. L.de. **Influência de fragmentos florestais nativos sobre os parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de solos cultivados com cana-de-açúcar.** Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 2011.112 f. (Dissertação Mestrado).

FREITAS, Ludmila de et al. **Análises multivariadas de atributos químicos do solo para caracterização de ambientes..** REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 155-164, sep. 2014. ISSN 1982-8470. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/1684>>. Acesso em: 20 aug. 2020. doi:<http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v8i2.1684>.

FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; CASAGRANDE, J. C.; SILVA, L. S.; CAMPOS, M. C. C. **Estoque de carbono de Latossolos em sistemas de manejo natural e alterado.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 228-239, jan.- mar., 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831575>.

GIACOMO, R. G., PEREIRA, M. G., GUARESCHI, R. F., & MACHADO, D. L. Atributos químicos e físicos do solo, estoques de carbono e nitrogênio e frações húmicas em diferentes formações vegetais. *Ciência Florestal*, 25(3), 617-631, 2015.

GODINHO T. O., CALDEIRA M. V. W., ROCHA J. H. T., CALIMAN J. P., VIEIRA M. **Fertilidade do solo e nutrientes na serapilheira em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual.** Revista Ecologia e Nutrição Florestal 2013; 1: 97-109. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13086/2316-980x.v01n03a01>.

ILKIU-VIDAL, L.H; SOUZA, J.R.P.; VIANI, R.A.G. **Ação de potenciais hidrogeniônicos no crescimento e produtividade de sálvia (*Salvia officinalis* L.).** Rev. bras. plantas med. [online]. 2010, vol.12, n.1 [cited 2020-08-26], pp.43-47. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151605722010000100007&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1516-0572. <https://doi.org/10.1590/S1516-05722010000100007>.

INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA, **Mapa das macrorregiões do IMEA**, Mato Grosso/Brasil, novembro de 2017.

KUCHLER, P. C., SIMÕES, M., BEGUÉ, A., FERRAZ, R. P., & ARVOR, D. **Sensoriamento remoto e análise espacial: uma contribuição para o mapeamento dos sistemas integrados de produção agropecuária.** EmbrapaSolos-Capítulo em livro científico, 2019.

KLUG, I., MAFRA, Á. L., FRIEDERICH, A., RECH, C., NETO, J. F. **Atributos químicos do solo em plantios florestais em substituição à vegetação nativa em campos de altitude.** *Ciência Florestal*, 30(2), 279-290, (2020).

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** Instituto da Potassa & Fosfato. 2. ed. rev. ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 p.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G. **Fertilidade do solo e produtividade agrícola.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.1-64.

MAIA, J. L. T.; RIBEIRO, M. R. **Cultivo contínuo da cana-de-açúcar e modificações químicas de um Argissolo Amarelo fragipânico.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.11, p.1127-1132, 2004.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R.. **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. 174 p.

MATO GROSSO, **Geografia.** 2021. Disponível em: mt.gov.br (www.mt.gov.br). Acesso em: 19/01/2021.

MARTINS, C.E. **Práticas agrícolas relacionadas à calagem do solo.** Juiz de Fora, Embrapa - MG, 2005. 6p. (Comunicado Técnico).

MAROSTEGA, G. B., DE SOUZA, C. A., PEREIRA, M. A. **Indicadores hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Jauru.** ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 2014.

MELO, M.; BRETAS, P. **Solo e florestas: a engenharia e a sustentabilidade.** Belo Horizonte: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais – CREA-MG, 2018. 48p.

MENDES, A. M. S.. **Introdução a fertilidade do solo**. In: Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CURSO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2007, Barreiras. Palestras... Barreiras: MAPA; SFA-BA: Embrapa Semi-Árido; Embrapa Solos-UEP Recife, 2007. 1 CD-ROM., 2007.

MOLINE, E. F. da V.; COUTINHO, E. L. M. **Atributos químicos de solos da Amazônia Ocidental após sucessão da mata nativa em áreas de cultivo**. Rev. Cienc. Agrar., v. 58, n. 1, p. 14-20, jan./mar. 2015.

NEVES, S. M. A. S.; MOTINHO, M. C.; NEVES, R. J., SOARES, E. R. C. **Estimativa da perda de solo por erosão hídrica laminar na bacia hidrográfica do rio Jauru/MT**. Sociedade & Natureza, v. 23, n. 3, p. 423-434, set./dez. 2011.

NETO, A. E. F.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A., **Fertilidade do solo**. Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Lavras, 2001. 252f.

NEVES, S. M. A. S.; MOTINHO, M. C.; NEVES, R. J.; SOARES, E. R. C. **Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Jauru/MT**. *Soc. nat.* [online]. 2011.

OLIVEIRA, A. S., PIERANGELI, M. A. P., & DE SOUSA, J. B. **Características do meio físico da bacia hidrográfica do médio curso do rio teles pires, no município de alta floresta-mt**. *REVISTA EQUADOR*, 8(3), 159-177. 2019.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. **Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais**. Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 911-920, June 2008.

PEDRON, V. F.; MARCIELI, P.; AMADO, T. J. C.; SANTOS, G. H. de; BAPTISTELLA, M. H. B.; BATISTA, D. J. O. **Indicadores físicos, químicos e biológicos de qualidade do solo**. Revista Agronomia Brasileira, Volume 3, rab201911, 2019.

PEREIRA, W. L. M.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. **Propriedades químicas de um Latossolo Amarelo cultivado com pastagens na Amazônia Oriental**. Scientia agrícola, v. 57, n. 3, p. 531-537, 2000.

PORTUGAL, A.F.; COSTA, O.V.D.; COSTA, L.M.; SANTOS, B.C.M. **Atributos químicos e físicos de um Cambissolo Háplico tb distrófico sob diferentes usos na Zona da Mata mineira**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p.249-258, 2008.

PREZOTTI, L.C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104 p

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.. **Características de corretivos agrícolas**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004. 28p.; 21 cm.

RAIJ, B. van. **A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral no solo**. *Biogeochemica*, 28:85-112, 1969.

RAIJ, B. V. **Os métodos de análise química do sistema iac de análise de solo no contexto nacional.** In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. *Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais.* Campinas, Instituto Agrônômico, 285p. 2001.

QUAGGIO J. A.; RAIJ, B. V. **Determinação do ph em cloreto de cálcio e da acidez total.** In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. *Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais.* Campinas, Instituto Agrônômico, 285p. 2001.

RHEINHEIMER, D.S; ANGHINONI, I. **Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils.** *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação.** Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 1999. 359p.

RODRIGUES, A. B. C.; SCARAMUZZA, W. L. M. P. SCARAMUZZA, J. F.; ROCHA, **Atributos Químicos em Solo sob Floresta Nativa e Capoeira.** *UNICiências*, v.14, n.1, 2010.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. ISSN 1806-3322.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P. dos; FOLONI, J.S. S.; CALONEGO, J.. **Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada.** *Pesq. agropec. bras.* [online]. 2006, vol.41, n.6 [cited 2020-08-23], pp.1033-1040. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100204X2006000600020&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1678-3921. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000600020>.

SANTOS, D. R. dos; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.. **Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.2, p.576-586, mar-abr, 2008.

SANTANA, D. P.. **Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63p.

SANTANA, D. P.; BAHIA-FILHO, A. F. C. **Indicadores de qualidade do solo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27 1999, Brasília. *Ciência do solo e Qualidade de vida. Resumos.* Brasília: Embrapa Cerados, Unb 1999. CD. ROM.

SERRAT, B. M.; LIMA, M. R. de; GARCIAS, C. E.; FANTIN, E. R.; CARNIERI, I. M. R. S.A.; PINTO, L. S. **Conhecendo o solo,** Curitiba : UFPR/Setor de Ciências Agrárias/ Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2002. 27 p. : il.

SFB-SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF.** Brasília, 2019. Disponível em:< <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/os-biomas-e-suas-florestas> >. Acesso em: 14/08/2020.

SKORUPA, A. L. A.; GUILHERME, L. R. G.; CURI, N.; SILVA, C. P. de C.; SCOLFORO, J. R. S.; MARQUES, J. J. G. de S. E M. **Propriedades de solos sob vegetação nativa em Minas Gerais: distribuição por fitofisionomia, hidrografia e variabilidade espacial.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 36, n. 1, p. 11-22, Feb. 2012 .

SOARES, J. C. O.; SOUZA, C. A.; PIERANGELI, M. A. **Nascentes da sub-bacia hidrográfica do córrego Caeté/MT: estudo do uso, topografia e solo como subsídio para gestão.** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 6, n. 1, p. 22-51, 2010.

SILVA, M. R. de; PIERANGELI, M. A. P. P.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, A. C. S. da; SANTOS, S. B. dos. **Qualidade do solo sob diferentes cultivos na Amazônia meridional.** 2020. Disponível em: <http://www.revistaeca.org/artigo.php?idartigo=3819>. Acesso em: 17/08/2020.

SILVA JÚNIOR, C. A.; BOECHAT, C. L.; CARVALHO, L. A. **Atributos químicos do solo sob conversão de floresta amazônica para diferentes sistemas na região norte do Pará, Brasil.** Bioscience Journal, v. 28, n. 4, p. 566-572, 2012.

SILVA, G. J. O.; NEVES, S. M. A. S.; RAMOS, A. W. P.; MIRANDA, M. R. S. **Estado de conservação das áreas de preservação permanente de nascentes da bacia hidrográfica do rio Jauru/MTBrasil.** Revista Cerrados, Montes Claros/MG, v.18, n. 1, p. 03-22, jan./jun.-2020

TOGNON, A. A.. **Atributos dos latossolos mapeados em cerrados (Brasil Central) e floresta amazônica.** Piracicaba, 1997. 192 p. II.

UCKER, F. E.. **Movimentação hídrica do íon potássio em Neossolo Quartzarênico sob cana-de-açúcar e vegetação de Cerrado.** 2015. 86 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água), Goiânia, 2015. 1

VALLADARES, G. S.; BATISTELLA, M.; PEREIRA, M. G. **Alterações ocorridas pelo manejo em Latossolo, Rondônia, Amazônia Brasileira.** Bragantia, Campinas, v. 70, n. 3, p.631-637, 2011.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A.. **Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa , v. 32, n. 6, p. 2297-2305, Dec. 2008. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832008000600009&lng=en&nrm=iso>. access on 23 Aug. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000600009>.