



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONOMICA
*CAMPUS SETE LAGOAS***

VICTOR AUGUSTO CARNEIRO

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E DA MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS MANEJO DO
SOLO**

**Sete Lagoas, MG
2023**

VICTOR AUGUSTO CARNEIRO

**DETERMINAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS E DA MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS MANEJO DO SOLO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. André Thomazini

**Sete Lagoas, MG
2023**

VICTOR AUGUSTO CARNEIRO

**DETERMINAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS E DA MATÉRIA
ORGÂNICA DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS MANEJO DO SOLO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. André Thomazini

Sete Lagoas, 14 de julho de 2023.

Banca avaliadora:

Dr. André Thomazini, Orientador — UFSJ – Campus Sete Lagoas

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe por toda determinação e empenho para que esse sonho pudesse ser realizado e a meu pai por todo esforço e apoio dado durante os anos de graduação. Sem essas duas pessoas esse trabalho não seria possível.

À minha esposa pela compreensão e apoio durante o trabalho.

A todos meus familiares pelo apoio e incentivos durante os anos de graduação.

Ao meu orientador Dr. André Thomazini pela orientação, disponibilidade, confiança e conhecimentos transmitidos.

Aos meus amigos que durante esses anos contribuíram com conhecimento, incentivo e companheirismo e me ajudaram na formação.

A todos, que de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho e para minha formação acadêmica, deixo aqui meu muito obrigado!

RESUMO

A expansão da agricultura no Brasil tem gerado preocupações significativas em relação à sustentabilidade, resultando na adoção de práticas sustentáveis como resposta. A dependência de fertilizantes importados e a degradação do solo representam desafios econômicos e ambientais. A qualidade do solo, considerando seus atributos químicos, matéria orgânica e microrganismos, desempenha um papel crucial na determinação da produtividade agrícola. Este estudo tem como objetivo avaliar as diferenças nesses atributos em áreas de produção de grãos com diferentes sistemas de manejo no estado do Mato Grosso. Para o trabalho, foram selecionadas duas áreas comerciais, denominadas Fazenda Lagoa Dourada e Fazenda Mãe Rainha, localizadas nos municípios de Pontes e Lacerda - MT e Diamantino - MT, respectivamente. Foram analisadas seis áreas com diferentes culturas e sistemas de manejo, além de uma área nativa como referência. Amostras de solo foram coletadas em cada área, seguindo um procedimento de amostragem específico. As amostras foram submetidas a análises laboratoriais para determinação dos parâmetros químicos do solo. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando o programa R Studio. Os sistemas de manejo do solo apresentaram variações significativas no pH, sendo os sistemas com cobertura vegetal contínua os mais alcalinos e os sistemas com culturas anuais intercaladas os mais ácidos. Além disso, observou-se que a presença de elevados teores de argila nos sistemas está relacionada ao aumento dos teores de MO, conforme esperado devido à capacidade de retenção de água da fração argilosa, com exceção da área nativa, a qual possuía a maior fração de areia, entretanto obteve o maior teor de argila entre as análises. O trabalho concluiu que os diferentes sistemas de manejo do solo apresentaram variações significativas nas características físicas e químicas, como pH, nutrientes e capacidade de troca catiônica. Essas variações impactam a qualidade do solo, a disponibilidade de nutrientes e a produtividade agrícola, ressaltando a importância de estratégias adequadas de manejo do solo para promover uma agricultura sustentável.

Palavras-chave: Qualidade de solo. Manejo. Cobertura de solo.

ABSTRACT

The expansion of agriculture in Brazil has raised concerns about sustainability, starting with the adoption of practices as a response. Dependence on imported fertilizers and soil degradation pose scientific and environmental challenges. Soil quality, considering its chemical attributes, organic matter and microorganisms, plays a crucial role in agricultural productivity. This study aims to evaluate the differences in these attributes in grain production areas with different management systems in the state of Mato Grosso. For the work, two commercial areas were selected, called Fazenda Lagoa Dourada and Fazenda Mãe Rainha, located in the municipalities of Pontes e Lacerda - MT and Diamantino - MT, respectively. Six areas were left with different crops and management systems, in addition to a native area as a reference. Soil samples were collected from each area, following a specific monitoring procedure. The samples were investigated for laboratory analysis to investigate the chemical parameters of the soil. Soil management systems showed significant variations in pH, with systems with continuous vegetation cover being the most alkaline and systems with interspersed annual crops being the most acidic. Furthermore, it was observed that the presence of high levels of clay in the systems is related to the increase in OM levels, as expected due to the water retention capacity of the clayey fraction, with the exception of the native area, which had the highest fraction of sand, however it obtained the highest clay content among the analyses. The data obtained were statistically analyzed using the R Studio program. The work concluded that the different soil management systems showed variations expressed in physical and chemical characteristics, such as pH, nutrients and cation exchange capacity. These variations impact soil quality, nutrient availability and agricultural productivity, highlighting the importance of soil management strategies to promote sustainable agriculture.

Keywords: Soil quality. Management. Ground cover.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1 Descrição do local de estudo.....	11
2.1.1 Descrição área I – cultivo de soja + pastagem (SP) – Fazenda Lagoa Dourada.....	12
2.1.2 Descrição área II – cultivo de soja + sorgo + pastagem (SSP) – Fazenda Lagoa Dourada.	13
2.1.3 Descrição área III – cultivo de soja + milho + pastagem (SMP)– Fazenda Lagoa Dourada.....	13
2.1.4 Descrição área IV – pastagem (P) – Fazenda Lagoa Dourada.....	13
2.1.5 Descrição área V – cultivo de soja + milho + pousio (SM) – Fazenda Mãe Rainha	14
2.1.6 Descrição área VI – cultivo de soja + algodão + pousio (SA) – Fazenda Mãe Rainha	14
2.1.7 Descrição área V – Nativo (N).....	14
2.2 Amostragem de solo.....	14
2.3 Análises laboratoriais	15
2.4 Análise dos dados	15
3 RESULTADOS	16
4 CONCLUSÃO	26
5 REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A expansão da agricultura no Brasil tem sido impulsionada por sua vasta extensão territorial, alta densidade populacional e sua alta produção de grãos, fibras, biocombustíveis, entre outros. Além desses pontos, o clima favorável na maior parte do território também contribui com esse avanço na extensão. No entanto, esse crescimento tem sido acompanhado pelo aumento da preocupação da sociedade em relação aos processos produtivos e à sustentabilidade, o que tem gerado questionamentos sobre a abertura de novas áreas para o uso da agricultura e pecuária. No atual contexto, a intensificação das áreas previamente cultivadas, que foram modificadas pelo ser humano, surge como uma estratégia reconhecida para suprir as crescentes demandas da sociedade. No entanto, essa abordagem requer a implementação de planos de manejo que considerem os aspectos tecnológicos, sociais e ambientais, com ênfase especial nos aspectos relacionados ao solo. O objetivo é alcançar uma maior produtividade de forma sustentável e reduzir o impacto ambiental por meio da adoção de práticas eficientes (FONTANELI, 2015).

As práticas convencionais atualmente aplicadas em grande escala nas áreas de cultivo no Brasil são de monocultura ou sucessão simples, como por exemplo a cultura da soja, seguido do milho, seguido de pousio. Diversos são os problemas causados pela agricultura convencional, como o processo erosivo intenso devido à essas práticas da monocultura ou sucessões simples, ocasionam diminuição da biodiversidade, aumento da incidência de pragas e doenças e instabilidade produtiva (EMBRAPA, 2010).

No âmbito econômico, a dependência significativa do uso de fertilizantes para corrigir a baixa fertilidade nos solos tropicais resulta em altos custos para os produtores, bem como na necessidade de importação (EMBRAPA, 2022). Essa situação é agravada quando os solos não são adequadamente conservados, pois a perda de nutrientes é intensificada, resultando em menor ciclagem e mineralização da matéria orgânica, o que impacta ainda mais a fertilidade do solo. Em 2022, de acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), o Brasil importou 34,60 milhões de toneladas de fertilizantes, representando 84,2% do consumo total de fertilizantes no país e evidenciando a extrema dependência de parceiros estrangeiros.

As práticas convencionais amplamente utilizadas no Brasil, como a de sucessão de culturas soja e milho por exemplo, não atendem às expectativas de uma agricultura sustentável. Segundo a FAO (2010), agricultura sustentável é um sistema de manejo agrícola que promove a utilização racional dos recursos naturais, juntamente com a proteção da biodiversidade, não degradação do solo e da água, redução do uso de agroquímicos, promovendo o bem-estar socioeconômico dos agricultores.

Algumas práticas denominadas sustentáveis tem sido utilizada em áreas de produção

comercial no Brasil. A prática de plantio direto é com certeza a mais difundida entre os produtores rurais do país e, segundo Silva. et al. (2018), plantio direto consiste em realizar a semeadura direta das culturas sobre a palhada deixada pela cultura anterior, sem que haja o revolvimento do solo, contribuindo dessa forma para a conservação do solo, redução da erosão e aumento da matéria orgânica. Além disso, promove uma conservação de água no solo e controle de plantas daninhas. De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) estima-se que 33 milhões de hectares no Brasil são cultivados com a prática do plantio direto.

A Integração Lavoura-Pecuária (ILP) também é um manejo considerado sustentável por trazer benefícios de produtividade, diversificação de renda e conservação da natureza como degradação física, química e biológica do solo (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003). A ILP é um sistema de produção agrícola que combina atividades agrícolas e pecuária em uma mesma área. Esse sistema é especialmente aplicado na rotação entre lavoura e pastagem, no qual ocorre um aumento da produtividade de grãos cultivados após a utilização da área como pastagem, e também um aumento da produtividade da pastagem após o cultivo de grãos, resultando em maiores ganhos de peso do gado bovino ou maior produção leiteira (SALTON et al, 2015).

Para a avaliação de sistemas de produção, uma variável essencial influenciada pelo manejo e sistema empregado no solo é a qualidade do solo (QS). Segundo Maia (2013), a QS é avaliada como as múltiplas funções desempenhadas pelo solo para o desenvolvimento das plantas. A QS, de acordo com Vezzani e Mielniczuk (2009), também pode ser vista como uma relação entre as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pois é a interação harmoniosa dessas propriedades que permite ao solo desempenhar suas funções de maneira eficiente.

Dentro desse contexto, alguns atributos químicos utilizados como indicadores da QS são índice de pH, concentração de Al^{3+} , teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e P disponível. Esses indicadores químicos do solo são extremamente importantes para a QS por influenciar diretamente na produtividade dos sistemas agrícolas (ALVARENGA; DAVIDE, 1999.) Além disso, a Matéria Orgânica do Solo (MOS) é considerada um indicador-chave da QS, pois reflete as modificações resultantes das práticas antrópicas e interage com as propriedades físicas químicas e biológicas do solo de forma mais dinâmica (Costa et al., 2008). A MOS desempenha um papel vital na melhoria da estrutura do solo, retenção de nutrientes e água, atividade biológica e ciclagem de nutrientes. Segundo CARDOSO et al. (1992), entende-se por matéria orgânica do solo (MOS) todos os compostos que contêm carbono orgânico, sendo eles microrganismos vivos ou mortos, resíduo vegetal ou animal parcialmente decomposto, resíduo químico do processo de decomposição e substâncias orgânicas alteradas quimicamente ou por ação de microrganismos.

Com o crescimento das pesquisas no campo da microbiologia do solo, alguns atributos

biológicos têm demonstrados serem indicadores sensíveis para a identificação de mudanças na QS decorrentes do manejo do solo (MENDES et al., 2012). De acordo com Cunha et al. (2011), esses atributos biológicos permitem avaliar o equilíbrio e desequilíbrio de um determinado ambiente. Segundo Medigan et.al. (2016), para o desenvolvimento dos microorganismos existem alguns fatores fundamentais que determinam a capacidade e velocidade de crescimento das colônias. Um desses fatores é a temperatura, a qual pode influenciar de duas maneiras opostas, tendo uma temperatura mínima e uma máxima para a reprodução dos microorganismos. Existe também temperatura uma ótima para cada microorganismo, onde se encontra a maior taxa de velocidade das reações químicas e enzimáticas. O pH é outro fator determinante para o crescimento dos microorganismos, e em analogia a temperatura, também possui uma faixa limitando o pH mínimo, ótimo e máximo que determina a velocidade das reações e crescimento da colônia.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo de avaliar as diferenças entre atributos químicos e da matéria orgânica entre diferentes sistemas de manejo do solo em áreas produtoras de grãos em Mato Grosso.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição do local de estudo

O estudo foi realizado em duas áreas comerciais, nas Fazendas Lagoa Dourada e a Fazenda Mãe Rainha. A Fazenda Lagoa Dourada está situada no território de Pontes e Lacerda – MT, com as coordenadas geográficas 13°5'24" de latitude Sul e 59°15'48" de longitude oeste, com uma altitude de 298m acima do nível do mar. Já a fazenda Mãe Rainha, pertence ao município de Diamantino – MT, coordenadas geográficas 15°25'20" de latitude Sul e 56°57'13" de longitude oeste, com uma altitude de 502m acima do nível do mar. O clima, em ambas as regiões, é classificado como tropical chuvoso, sendo Aw, de acordo com a escala de Köppen (1948). O bioma das duas áreas é classificado como uma transição entre cerrado e amazônico, e o solo predominante nas áreas é o latossolo vermelho distrófico. A temperatura média anual na região de Pontes e Lacerda - MT é de 24,8°C, com uma precipitação média de 1349mm por ano, já para a a região de Diamantino - MT, a temperatura média anual é de 25,3°C e a precipitação média anual é de 1587mm. Ambas as regiões possuem precipitação concentrada no verão, sendo os meses de janeiro e fevereiro com os maiores índices pluviométrico, conforme a figuras abaixo:

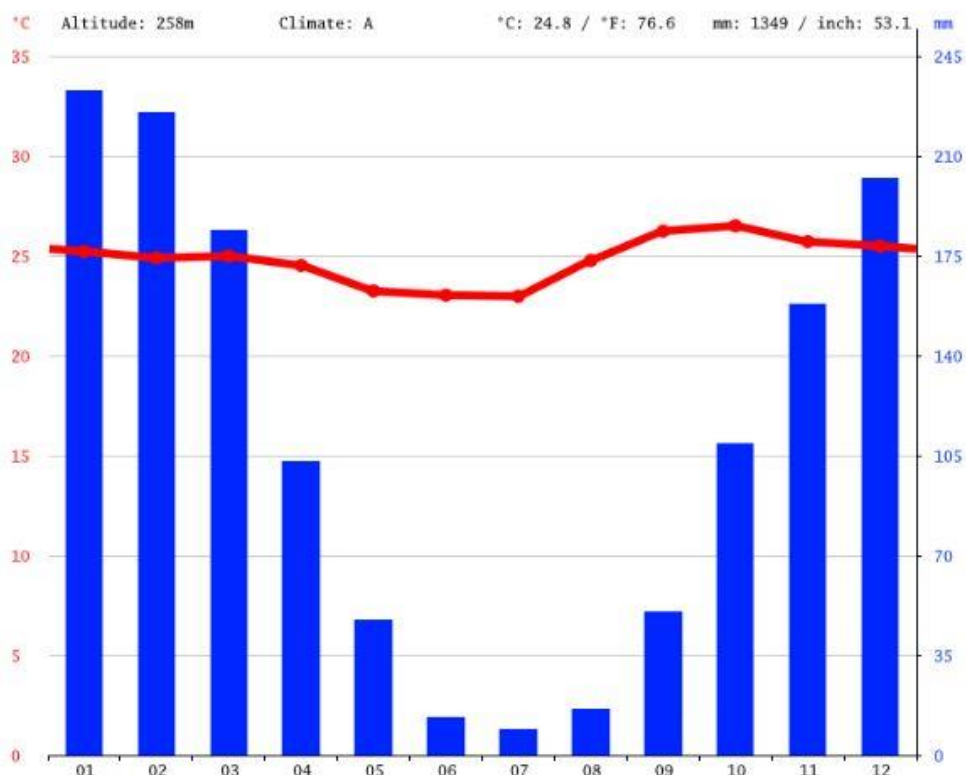


Figura 1 – Média dos dados climatológicos de Pontes e Lacerda – MT em 2022.

Fonte: Clima Date (2023).

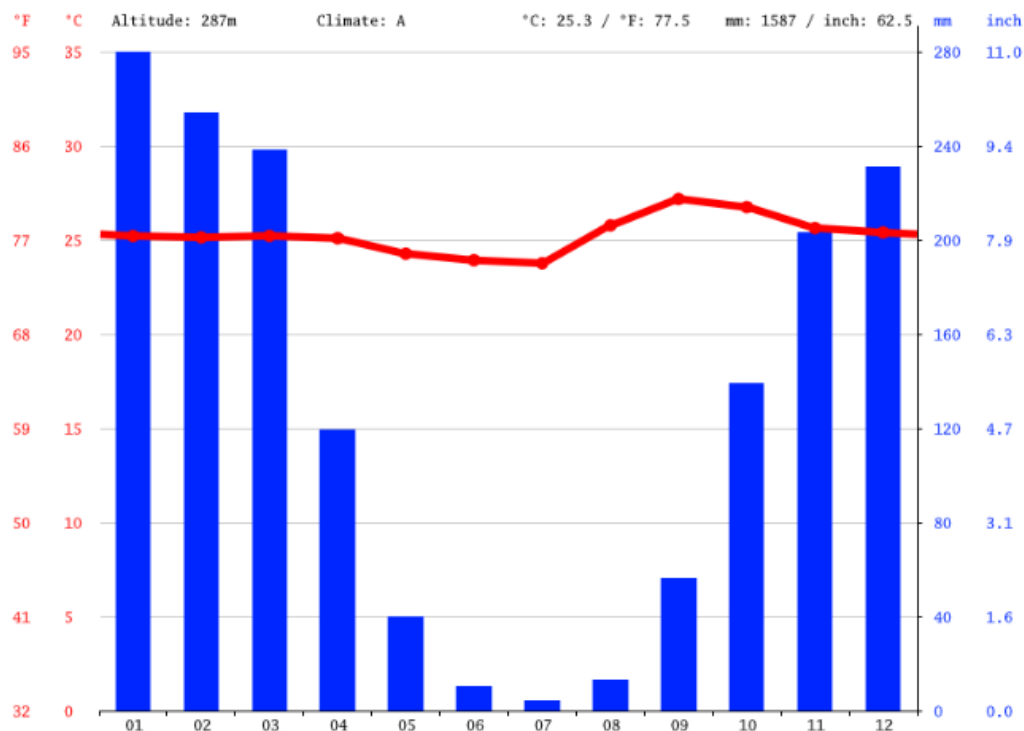


Figura 2 – Dados médios sobre o clima de Diamantino – MT em 2022.

Fonte: Clima Date (2023).

Foram selecionadas seis áreas, as quais nos últimos quatro anos, foram manejados com diferentes culturas, alterando assim, a cobertura do solo durante os ciclos. As amostras foram coletadas em meados de março de 2023, logo após a colheita da soja nas áreas que produziram grão.

Dentre as seis áreas coletadas, quatro se encontram na Fazenda Lagoa Dourada, onde três possuem integração lavoura-pecuária, com a produção de soja para exportação (duas dessas possuem uma cultura safrinha para compor a nutrição do gado), e uma das áreas é apenas para pecuária. Vale ressaltar que a aplicação anual de calcário na fazenda foi de 2 toneladas por hectare, em todas as áreas, com excessão da área de pasto, onde não houve manejo nenhum.

Na Fazenda Mãe Rainha foram analisadas outras duas áreas que possuem cultivo de safra e safrinha, com pousio na época da seca. As áreas são utilizadas apenas para lavoura tendo como finalidade a comercialização das commodities soja, milho e algodão. Além dessas seis áreas, foram coletadas amostras de uma área nativa **DESCREVER A MATA DE CERRADO?** como referência. A aplicação anual de calcário é de 5 mil toneladas por ha em ambas as áreas dessa fazenda.

2.1.1 Descrição área I – cultivo de soja + pastagem (SP) – Fazenda Lagoa Dourada.

Na primeira área coletada, o ciclo dos último quatro anos foi cultivo de soja (*Glycine Max*) durante o período chuvoso (semeadura em outubro/novembro e colheita em fevereiro/março). Após

a colheita da soja, essa área é utilizada para pastagem, sendo semeado *Brachiaria decumbens*, em seguida há a presença do gado, de acordo com a rotação de outras áreas para pastagem da fazenda. Dessa forma, o sistema de cobertura desse solo nessa área é em média de quatro meses de soja e oito meses de pastagem.

Esse sistema de cultivo foi implantado em 2019. Antes disso, a área era utilizada apenas para pastagem e está localizado sob as coordenadas geográficas 15°26'22" de latitude Sul e 59°15'39" de longitude oeste. O talhão no qual foram retiradas as amostras possui uma área de 30,22 hectares.

2.1.2 Descrição área II – cultivo de soja + sorgo + pastagem (SSP) – Fazenda Lagoa Dourada.

Assim como na primeira área descrita, esse sistema também foi implantado em 2019, porém, desde então, além do cultivo de soja na primeira safra (de novembro à março), também é cultivado uma segunda safra com a cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*) (de março à junho) em consórcio com a brachiaria. Assim, quando a colheita do sorgo é realizada, a área fica como pastagem para o gado da propriedade. Por tanto, a cobertura durante o ciclo nessa área se faz em média 4 meses com a cultura da soja, 4 meses com a cultura do sorgo em consórcio com a brachiaria e por 4 meses apenas com brachiaria para pastagem e a presença do gado seguindo a rotação com as outras áreas da propriedade.

O talhão avaliado está localizado sob as coordenadas geográficas 15°26'02" de latitude Sul e 59°15'10" de longitude oeste e possui uma área de 40,18 hectares.

2.1.3 Descrição área III – cultivo de soja + milho + pastagem (SMP)– Fazenda Lagoa Dourada.

A área III, também é uma interação lavoura – pecuária com safra e safrinha, onde a primeira cultura é a soja, cultivada no mesmo período que a soja das outras duas áreas descritas anteriormente (de outubro à março). Após a colheita da soja, nessa área é cultivado milho (*Zea mays* L.) para silagem e brachiaria em consórcio. O milho é colhido em junho/julho, deixando assim a área livre para a introdução do gado para pastagem. Assim, a cobertura durante o ciclo nessa área se faz em média 4 meses com a cultura da soja, 4 meses com a cultura do milho em consórcio com a brachiaria e por 4 meses apenas com brachiaria para pastagem e a presença dos animais.

A área avaliada está localizada sob as coordenadas geográficas 15°25'40" de latitude Sul e 59°15'12" de longitude oeste e possui uma área de 22,98 hectares.

2.1.4 Descrição área IV – pastagem (P) – Fazenda Lagoa Dourada.

Diferente dos outros três sistemas anteriores apresentados, a área IV não possui manejos

produção de grãos. É uma área de pastagem durante o ano todo com a presença de animais quase todos os meses do ano, ficando livre apenas quando todas as outras áreas de pastagem da propriedade estão disponíveis para a rotação. Essa área foi aberta e manejada em 2019. Desde então não é feito nenhum tipo de manejo químico ou físico, a não ser por aplicação de herbicidas para o controle de plantas invasoras. As coordenadas geográficas são 15°27'57" de latitude Sul e 59°13'42" de longitude oeste e o tamanho da área é de 34,47 hectares.

2.1.5 Descrição área V – cultivo de soja + milho + pousio (SM) – Fazenda Mãe Rainha

A área V possui o manejo mais comumente encontrado nas regiões estudadas. Com uma primeira safra de soja e após o desenvolvimento da soja, a colheita é realizada por volta de fevereiro/março. Logo em seguida, nessa área é semeado o milho safrinha, no qual a colheita se dá por volta dos meses de junho e julho. Após a colheita do milho, a área fica em pousio até a entrada da nova janela de semeadura para a cultura da soja, possuindo assim uma cobertura no ciclo com 4 meses de soja, 4 meses de milho e 4 meses de pousio. Essa área fica localizada nas coordenadas geográficas 13°53'28" de latitude Sul e 56°56'58" de longitude oeste, possuindo uma área total de 137 hectares.

2.1.6 Descrição área VI – cultivo de soja + algodão + pousio (SA) – Fazenda Mãe Rainha

O último manejo estudado é a área em que mais se investe em adubações e agrotóxicos, já que ambas as culturas cultivadas são de alto valor agregado no mercado atual. A primeira safra é utilizada para a produção de soja, semeada logo após o fim do vazio sanitário, e normalmente com um ciclo mais curto para que se tenha uma janela de plantio do algodão adequada, assim, a colheita da soja nessa área se dá em janeiro/fevereiro. Logo em seguida há o cultivo do algodão, com um ciclo podendo chegar até julho/agosto. Após a colheita do algodão, a área fica em pousio até que o próximo ciclo da soja se inicie. Desta forma, a área estudada possui ciclo de cobertura com 3 meses da cultura da soja, 6 meses com a cultura do algodão e 3 meses em pousio. Essa área fica localizada nas coordenadas geográficas 13°54'33" de latitude Sul e 56°57'28" de longitude oeste, possuindo uma área de 90 hectares.

2.1.7 Descrição área V – Nativo (N)

Por último foram coletadas amostras em uma mata nativa para fim de comparação com as áreas de manejos diferentes. A mata na qual foram coletadas as amostras é classificada como uma transição entre o bioma do cerrado e o bioma amazônico. A mata ficava na baixada de uma das áreas coletadas, próxima a um lago pequeno. A flora local é habitada por árvores de médio e grande porte e com pouca vegetação rasteira

2.2 Amostragem de solo

Para a amostragem, cada área descrita acima, foi subdividida em três partes no próprio talhão, para que se pudesse representar três repetições dentro da área, formando assim pseudoréplicas. Então, dentro de cada repetição, foram coletadas amostras em 10 pontos aleatórios (caminhamento em zigue zague), em camadas 0-10cm com o trado tipo sonda. Depois essas amostras foram reunidas e homogenizadas, formando uma amostra composta para cada repetição.

De cada amostra composta, foram retirados em média 500g e depositado em um saco de plástico polietileno e encaminhado ao laboratório Solos & Plantas para a realização das análises.

2.3 Análises laboratoriais

As análises foram realizadas em parceria com o Laboratório Solos & Plantas em Sorriso – MT, sendo que os parâmetros químicos obtidos foram os de pH (H₂O) e pH (KCl) P; K⁺; Ca²⁺; Mg²⁺; M.O. e H+Al.

O C orgânico total foi quantificado por oxidação da matéria orgânica via úmida com K₂Cr₂O₇ 0,167 mol L⁻¹ em meio sulfúrico com aquecimento externo. O pH em água foi determinado pela relação solo: solução de 1:2,5; a acidez potencial (H+Al) extraído com Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹ tamponado a pH 7,0 e quantificada por titulometria com NaOH 0,0606 mol L⁻¹. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, sendo determinados por espectroscopia de absorção atômica. O sódio (Na) e potássio (K) foram extraídos com Mehlich1 e quantificados por fotometria de chama. O fósforo disponível (P) foi extraído com Mehlich1 e quantificado por colorimetria. A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta a 50 rpm por 16 h (RUIZ, 2004). Todas as análises de rotina foram efetuadas segundo Embrapa (1997).

2.4 Análise dos dados

Os dados foram descritos através de estatísticas descritivas (média, mínimo, máximo, erro padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose). Os dados foram analisados pelo programa R Studio (R Development Core Team, 2008).

3 RESULTADOS

A análise dos sistemas estudados em relação aos parâmetros físicos do solo revelou diferenças em suas características granulométricas. O sistema SM (identificar as sigla e após primeira citação no texto qd começa novo tópico) apresentou médias elevadas de areia (848,33 g.kg⁻¹), indicando uma proporção maior desse componente em relação aos demais sistemas. O sistema SA, por sua vez, apresentou médias menores de areia (448,33 g.kg⁻¹), enquanto o sistema SMP demonstrou médias intermediárias (714,00 g.kg⁻¹).

Tabela 1 - Médias e estatística dos parâmetros físicos dos solos N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto) entre areia (g/kg), silte (g/kg) e argila (g/kg).

	Média	Desvio Padrão	Mediana	Mínimo	Máximo	Assimetria	Curtose
N							
Areia	773,33	47,93	800,00	718,00	802,00	-0,38	-2,33
Silte	40,33	8,39	36,00	35,00	50,00	0,38	-2,33
Argila	186,33	39,58	165,00	162,00	232,00	0,38	-2,33
P							
Areia	619,33	20,13	622,00	598,00	638,00	-0,13	-2,33
Silte	75,67	6,51	76,00	69,00	82,00	-0,05	-2,33
Argila	305	13,75	302,00	293,00	320,00	0,21	-2,33
SA							
Areia	448,33	5,77	445,00	445,00	455,00	0,38	-2,33
Silte	121	1,73	120,00	120,00	123,00	0,38	-2,33
Argila	430,67	7,51	435,00	422,00	435,00	-0,38	-2,33
SM							
Areia	848,33	9,07	852,00	838,00	855,00	-0,34	-2,33
Silte	23,33	0,58	23,00	23,00	24,00	0,38	-2,33
Argila	128,33	8,5	125,00	122,00	138,00	0,33	-2,33
SMP							
Areia	714	8,54	715,00	705,00	722,00	-0,12	-2,33
Silte	52,67	4,51	53,00	48,00	57,00	-0,07	-2,33
Argila	233,33	4,16	232,00	230,00	238,00	0,29	-2,33
SP							
Areia	648,67	10,07	650,00	638,00	658,00	-0,13	-2,33
Silte	65,33	1,53	65,00	64,00	67,00	0,21	-2,33
Argila	286	8,54	285,00	278,00	295,00	0,12	-2,33
SSP							

Areia	805,67	18,88	810,00	785,00	822,00	-0,22	-2,33
Silte	32,67	4,51	33,00	28,00	37,00	-0,07	-2,33
Argila	161,67	14,57	157,00	150,00	178,00	0,29	-2,33

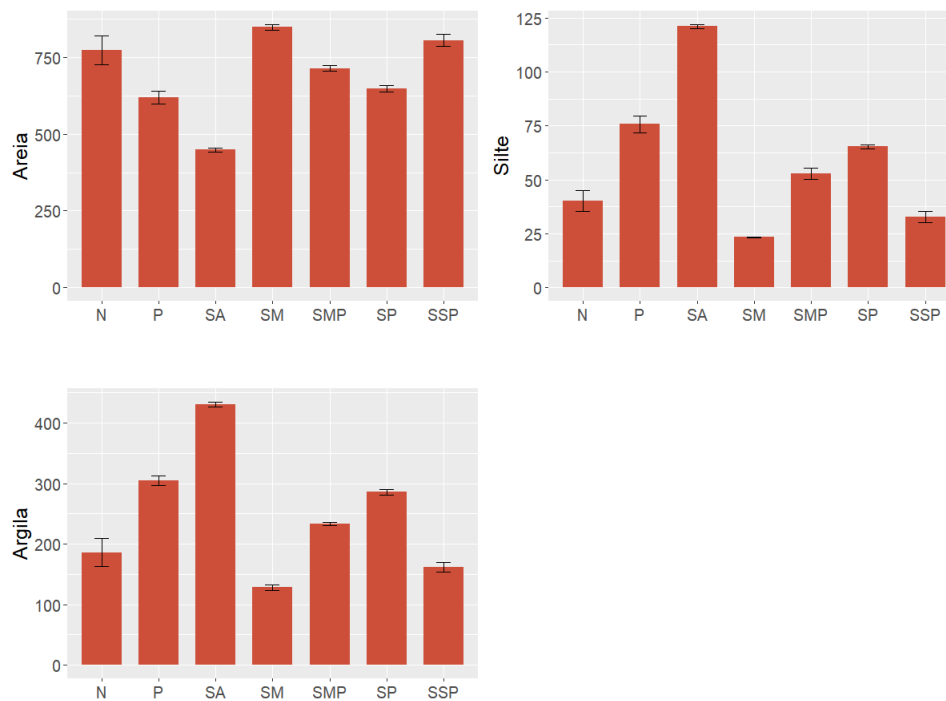


Figura 3 – Médias dos parâmetros físicos do solo N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto).

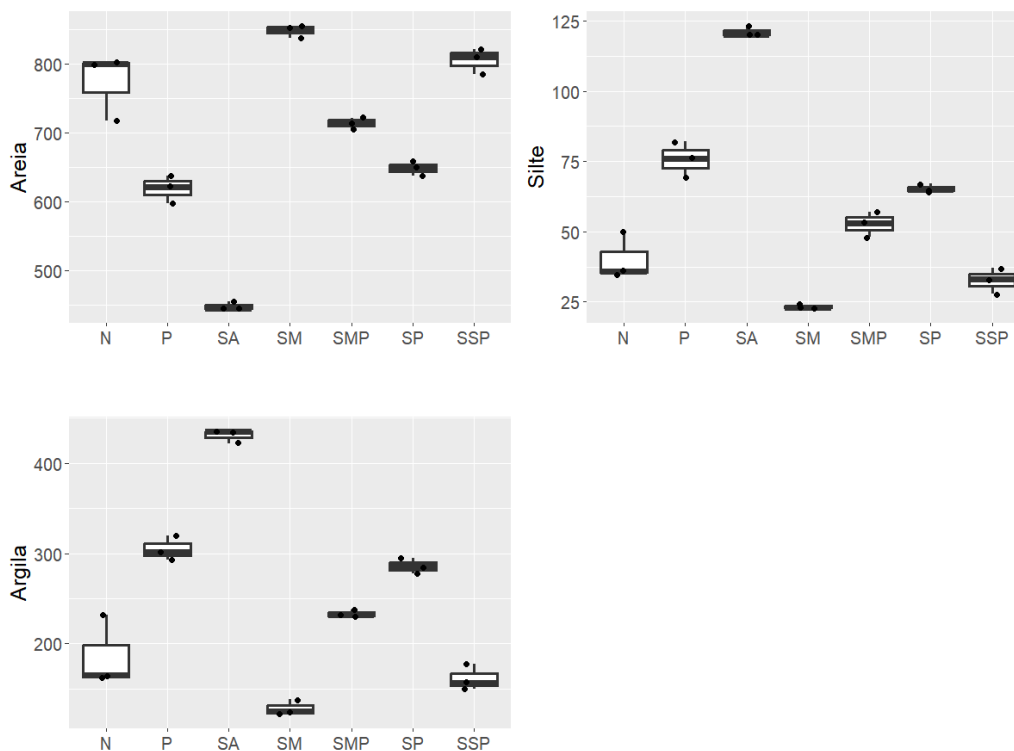


Figura 4 – Bloxplot das médias dos parâmetros físicos do solo N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto).

Em relação ao parâmetro silte, observou-se que o sistema SM apresentou a menor média ($23,33 \text{ g.kg}^{-1}$), indicando uma proporção menor desse componente. Já o sistema SA registrou uma média de silte de $121,00 \text{ g.kg}^{-1}$, seguido pelo sistema P com $75,67 \text{ g.kg}^{-1}$. Esses resultados indicam variações nas proporções de silte entre os sistemas analisados, com o sistema SA mostrando a maior presença desse componente.

No que se refere à argila, o sistema SA apresentou a maior média ($430,67 \text{ g.kg}^{-1}$), indicando uma proporção maior desse componente em relação aos demais sistemas. O sistema SM registrou uma média de argila de $128,33 \text{ g.kg}^{-1}$, enquanto o sistema SSP apresentou uma média de $161,67 \text{ g.kg}^{-1}$. Esses resultados demonstram variações nas proporções de argila entre os sistemas analisados, e assim como no parâmetro silte, o sistema SA apresentou o maior valor desse componente.

Quanto às estatísticas de assimetria, observou-se uma tendência próxima de zero na distribuição assimétrica dos dados para todos os sistemas analisados, indicando que as médias estão próximas aos resultados encontrados. Todos os atributos apresentaram uma curtose negativa, o que indica uma distribuição de frequência achatada. Os valores médios e medianos dos atributos

estudados eram semelhantes, o que sugere a normalidade dos dados, confirmada pelo teste realizado (PAZ-GONZALEZ et al., 2001).

Esses resultados ressaltam a importância de considerar as características físicas do solo, como a granulometria, ao comparar diferentes sistemas de manejo. A compreensão dessas variações é fundamental para a implementação de estratégias adequadas de manejo do solo, visando à melhoria da sua qualidade e à otimização da produtividade agrícola.

Tabela 2 - Médias e estatística dos parâmetros químicos dos solos N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto).

	pH (H ₂ O)	P (mg.dm ⁻³)	K	Ca	M g	Al	H + Al	SB	MO (dag.kg ⁻¹)	CTC cmolc dm ³	V%	m %
N												
Média	7,0	14,1	117,3	7,0	0,9	0,0	0,2	8,2	3,2	8,4	97,9	0,0
Desvio Padrão	0,1	5,6	12,6	0,2	0,1	0,0	0,2	0,3	0,5	0,4	1,5	0,0
Mediana	6,9	11,5	114,2	6,9	0,9	0,0	0,2	8,1	3,4	8,4	97,2	0,0
Mínimo	6,9	10,3	106,5	6,9	0,8	0,0	0,0	8,0	2,6	8,0	96,9	0,0
Máximo	7,1	20,6	131,1	7,2	1,0	0,0	0,3	8,5	3,5	8,7	99,6	0,0
P												
Média	6,0	4,3	333,1	2,2	1,1	0,0	2,3	4,1	2,5	6,4	64,2	0,0
Desvio Padrão	0,1	1,4	16,6	0,5	0,0	0,0	0,4	0,5	0,1	0,2	6,7	0,0
Mediana	6,0	3,8	338,2	1,9	1,2	0,0	2,4	3,9	2,4	6,4	61,4	0,0
Mínimo	5,9	3,2	314,6	1,8	1,1	0,0	1,9	3,8	2,4	6,3	59,4	0,0
Máximo	6,1	5,8	346,6	2,7	1,2	0,0	2,6	4,7	2,6	6,6	71,8	0,0
SA												
Média	5,5	41,0	91,2	3,1	0,6	0,3	4,6	3,9	2,9	8,5	45,8	6,2
Desvio Padrão	0,1	7,9	2,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,2	0,2	1,7	0,1
Mediana	5,6	39,8	90,7	3,1	0,6	0,3	4,8	3,9	2,9	8,6	44,9	6,2
Mínimo	5,4	33,7	89,4	3,0	0,6	0,3	4,3	3,8	2,8	8,3	44,8	6,2
Máximo	5,6	49,4	93,5	3,1	0,7	0,3	4,8	4,0	3,1	8,7	47,7	6,3
SM												
Média	5,7	72,4	13,5	2,6	0,6	0,0	2,9	3,2	1,7	6,2	52,2	0,0
Desvio Padrão	0,1	6,8	0,7	0,3	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,4	1,5	0,0

Mediana	5,7	75,3	13,6	2,5	0,6	0,0	2,9	3,1	1,7	6,0	51,7	0,0
Mínimo	5,6	64,6	12,8	2,4	0,6	0,0	2,9	3,1	1,7	6,0	51,0	0,0
Máximo	5,8	77,3	14,1	2,9	0,6	0,0	3,0	3,5	1,7	6,6	53,8	0,0
SMP												
Média	6,5	56,4	125,4	2,6	1,2	0,0	1,4	4,1	1,7	5,5	74,3	0,0
Desvio Padrão	0,2	38,5	26,0	0,6	0,2	0,0	0,6	0,7	0,1	0,3	11,9	0,0
Mediana	6,4	35,2	133,2	2,4	1,1	0,0	1,7	3,9	1,7	5,6	68,3	0,0
Mínimo	6,3	33,1	96,4	2,2	1,1	0,0	0,7	3,5	1,6	5,2	66,6	0,0
Máximo	6,7	100,8	146,7	3,3	1,4	0,0	1,9	4,9	1,9	5,8	88,0	0,0
SP												
Média	6,5	42,7	142,6	4,0	0,9	0,0	1,6	5,2	2,3	6,9	76,3	0,0
Desvio Padrão	0,3	6,6	13,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	1,9	0,0
Mediana	6,6	39,8	135,1	3,9	0,9	0,0	1,7	5,1	2,2	6,8	75,6	0,0
Mínimo	6,2	38,0	134,8	3,8	0,8	0,0	1,5	5,0	2,1	6,7	74,9	0,0
Máximo	6,7	50,3	157,9	4,2	1,0	0,0	1,7	5,6	2,6	7,1	78,5	0,0
SSP												
Média	6,9	50,3	74,2	2,7	0,8	0,0	0,1	3,7	1,2	3,8	97,8	0,0
Desvio Padrão	0,0	2,0	11,9	0,5	0,1	0,0	0,0	0,6	0,2	0,6	0,2	0,0
Mediana	6,9	49,7	68,5	2,5	0,7	0,0	0,1	3,4	1,2	3,5	97,9	0,0
Mínimo	6,9	48,6	66,2	2,4	0,7	0,0	0,1	3,2	1,0	3,3	97,6	0,0
Máximo	6,9	52,5	87,9	3,3	0,9	0,0	0,1	4,4	1,3	4,5	98,0	0,0

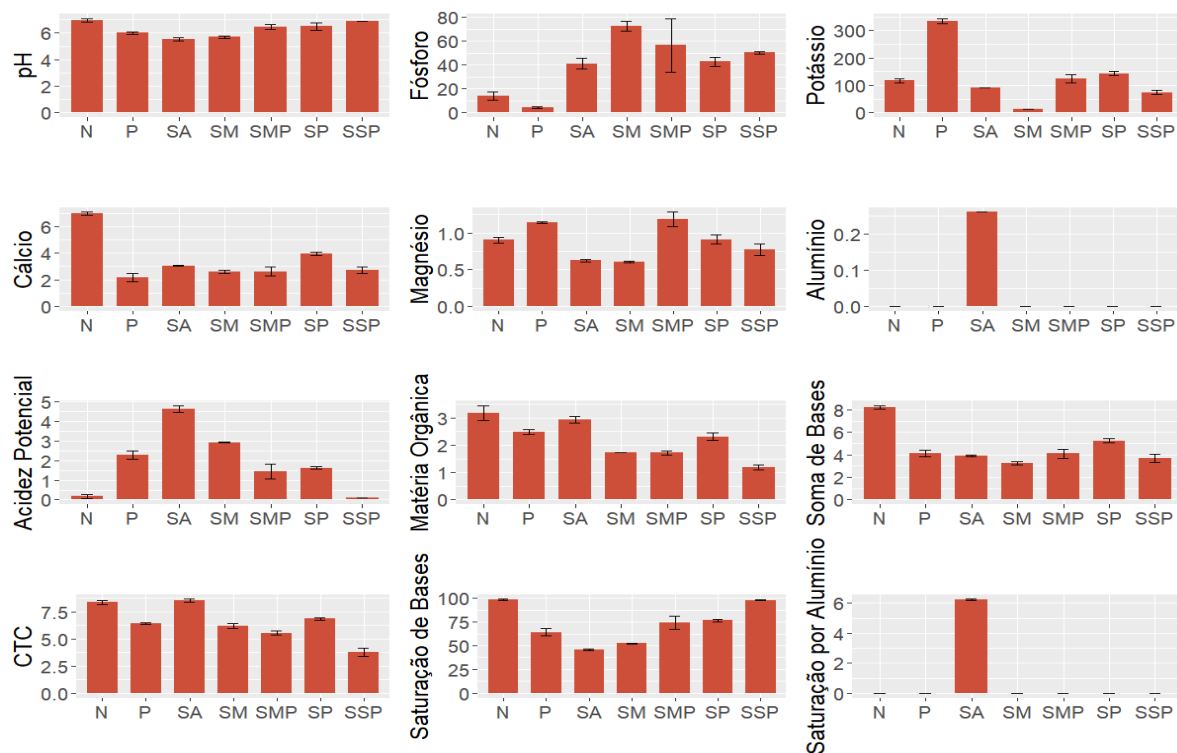


Figura 5 –Médias dos parâmetros químicos do solo. N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto).

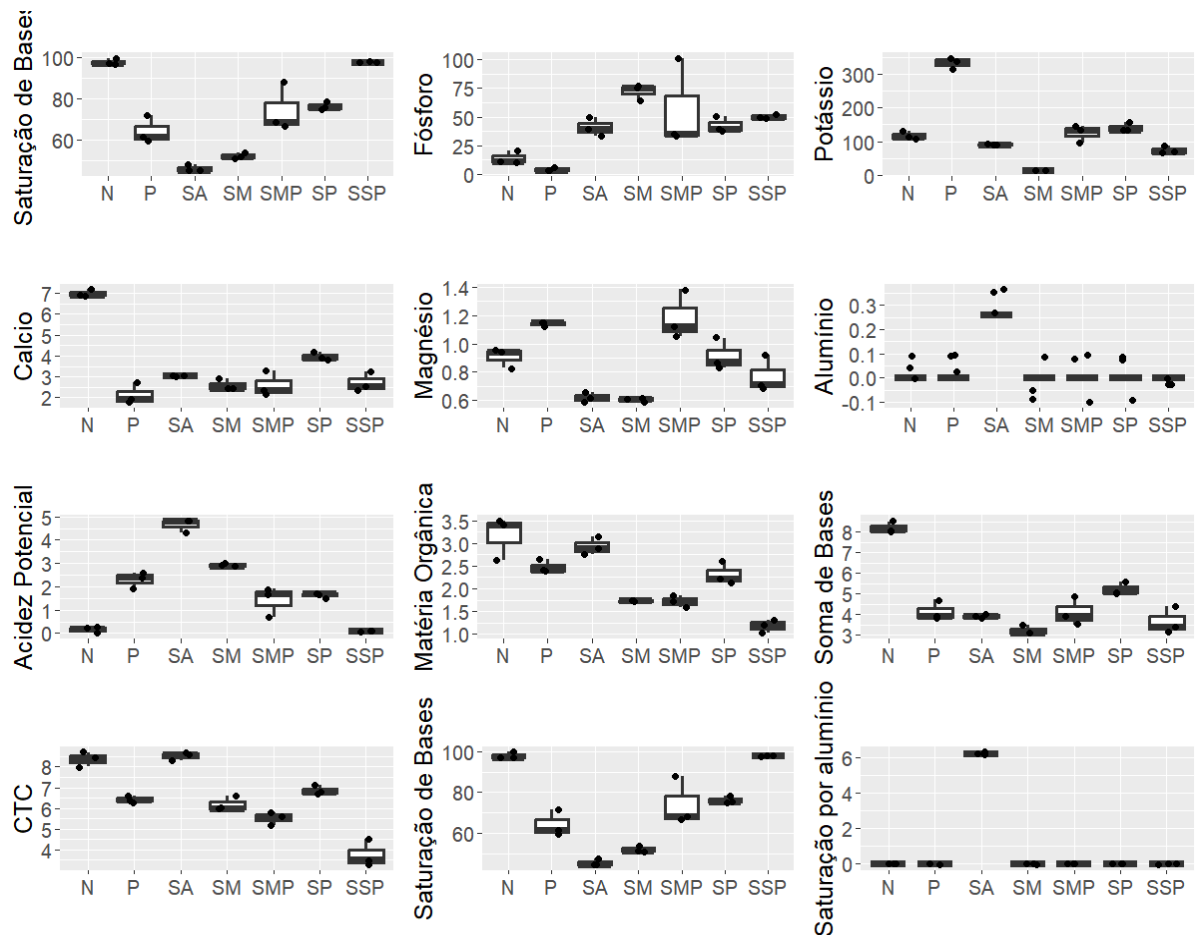


Figura 6 – Bloxplot das médias dos parâmetros químicos do solo. N (Nativo), P(Pasto), SA(Soja + Algodão), SM(Soja + Milho), SMP (Soja + Milho + Pasto), SP(Soja + Pasto), SSP(Soja + Sorgo + Pasto).

Os níveis mais elevados de pH foram observados nos sistemas N, SSP, com valores moderados em SP, SMP e P. Por outro lado, os sistemas SM e SA apresentaram os níveis mais baixos de pH, indicando um maior grau de acidez do solo. Notavelmente, todos os sistemas com pH acima de 6,0, TINHAM NO MANEJO APORTE DE cobertura vegetal contínua ao longo do ano, enquanto os sistemas mais ácidos consistiam principalmente de culturas anuais de grãos intercaladas com períodos de pousio, apesar da aplicação anual de uma dose elevada de corretivo calcário ao solo durante todo o período de estudo, sugerindo a presença de fatores adicionais que podem influenciar a neutralização da acidez e o equilíbrio do pH no sistema.. De acordo com Sousa et al. (2007), em situações em que há a acumulação de matéria orgânica em estágio avançado de decomposição no solo, a oxidação desses materiais libera elétrons para a solução do solo, resultando em um aumento do pH. Essa relação entre cobertura vegetal, decomposição da matéria orgânica e variações no pH do solo merece ser investigada em futuras pesquisas para um melhor entendimento dos processos envolvidos.

No contexto dos solos do cerrado nativo, a acidez é uma característica comumente observada, evidenciada por valores baixos de pH (Souza & Lobato, 2004). No entanto, uma investigação realizada por Melz e Tiago (2009) sobre solos do cerrado em diferentes períodos sazonais, ou seja, época de chuva e época seca, revelou um aumento significativo no pH do solo nativo durante o período chuvoso. É importante ressaltar que esse resultado está alinhado com a estação de coleta, dos solos investigados neste estudo, possivelmente justificando o elevado valor de pH observado.

O sistema SA apresentou o maior acidez potencial. A acidez do solo pode ser dividida em três formas: acidez ativa, que se refere à presença de íons H^+ livres ou dissociados na solução do solo, e acidez potencial, que engloba os íons H^+ e Al^{+3} trocáveis (acidez trocável) e a acidez não trocável (QUAGGIO; RAIJ, 2001). A acidez potencial está principalmente relacionada ao alumínio trocável, que está ligado à superfície dos coloides por forças eletrostáticas. Por outro lado, a acidez não trocável refere-se ao hidrogênio ligado covalentemente aos coloides. Nessa forma, o hidrogênio não é facilmente trocável e só é dissociado com o aumento do pH (QUAGGIO, 1983). Em solos com teores mais elevados de argila, a capacidade de troca catiônica tende a ser maior devido à maior superfície disponível para a adsorção de íons. Isso significa que a quantidade de íons H^+ e Al^{+3} trocáveis também pode ser maior, resultando em uma maior acidez potencial (EMBRAPA, 2010). Esse resultado pode ser atribuído à presença de teores de alumínio nas amostras desse sistema, elemento esse que não foi encontrado dos demais sistemas analisados. Esses resultados estão em concordância com as observações de pH, indicando uma relação direta entre maior acidez potencial e valores mais baixos de pH.

Os resultados revelaram um teor significativamente elevado de Ca no sistema de estudo N, com um valor médio de $6,98 \text{ cmol dm}^{-3}$. A observação desse alto índice de cálcio no solo pode fornecer uma explicação para o pH alcalino encontrado comumente nos solos de cerrado, como mencionado anteriormente.

Em relação ao nutrientes Mg, SMP obteve o maior valor ($1,18 \text{ cmol dm}^{-3}$). As áreas de cultivo convencional SM ($0,61 \text{ cmol dm}^{-3}$) e SA ($0,62 \text{ cmol dm}^{-3}$) foram as que tiveram o menor índice entre os sistemas estudados. Essa disparidade pode ser atribuída às diferentes práticas de manejo adotadas nos sistemas analisados.

O teor de K foi avaliado nas amostras de solo, sendo observado um valor mais elevado no tratamento P, com uma média de $0,85 \text{ cmol dm}^{-3}$. Por outro lado, o tratamento SM apresentou um valor significativamente inferior, com uma média de $0,03 \text{ cmol dm}^{-3}$. É importante ressaltar que, embora o tratamento SM tenha recebido fertilizantes durante os manejos, o seu teor de potássio foi inferior ao do tratamento P, que não recebeu fertilizantes adicionais. A discrepância nos teores de

potássio entre os tratamentos pode ser atribuída ao maior índice de areia no sistema SM. A lixiviação de potássio em solos arenosos com baixa CTC é acentuada, principalmente em áreas com altos índices pluviométricos (WERLE; GARCIA; ROSOLEM, 2008). Esses resultados estão em concordância com as descobertas de Gomes et al. (2022) em relação à lixiviação de potássio em solos cultivados com café. Essa consistência fortalece a compreensão da importância da natureza arenosa do solo na perda desse nutriente.

Já no que se refere ao teor de fósforo, observou-se que os sistemas P e N apresentaram valores significativamente inferiores em comparação aos demais sistemas investigados. Essa redução pode ser atribuída ao fato de que esses sistemas não receberam correção de fertilidade do solo, ao contrário dos demais sistemas nos quais foram aplicados fertilizantes com o intuito de otimizar a produção de grãos durante as safras monitoradas. Outro ponto é que a diminuição da fertilidade em solos com vegetação nativa é uma característica esperada, devido ao acúmulo de nutrientes na biomassa acima do solo e nas raízes, em contraste com espécies exóticas que recebem adubação (SALGADO et al., 2006). Esses resultados se assemelham aos dados obtidos no estudo de CAMPOS et al. (2011), no qual foram avaliadas as características do solo em diferentes sistemas de manejo, incluindo sistema convencional, plantio direto e cerrado nativo. Essa consistência nos resultados entre os estudos reforça a importância da aplicação adequada de fertilizantes como estratégia para promover a disponibilidade de fósforo no solo e garantir uma produção agrícola sustentável.

De acordo com as análises realizadas, verificou-se que o sistema com o maior índice de MO foi o sistema N, enquanto o sistema SSP apresentou o menor índice. Esses resultados corroboram com os estudos conduzidos por Carneiro (2022), nos quais também foram encontrados resultados semelhantes. Em sua pesquisa, a mata nativa estudada apresentou teores mais elevados de MO em comparação com os sistemas agroflorestais e de pastagem. Na presente pesquisa, observou-se que os sistemas com maiores teores de MO estão associados, em sua maioria, à presença de elevados teores de argila. Essa tendência está de acordo com Bassoi e Soares (2011), onde afirmam que solos argilosos apresentam maior teor de matéria orgânica devido à sua capacidade de reter água, proporcionada por sua fração de argila. Essa característica favorece a decomposição e acumulação de MO nesses solos. No entanto, destaca-se nesse trabalho o sistema N, que, apesar de apresentar solo com textura arenosa, exibiu o maior teor de MO entre os sistemas estudados e esses resultados corroboram com as conclusões de Arruda et al. (2001), os quais demonstraram, por meio de experimentos, que a quantidade de argila, silte e areia em um solo não apresenta uma relação direta com a quantidade de MO presente, contrariando a expectativa de que solos com maior teor de argila apresentariam maiores teores de MO.

Os sistemas N e SA apresentaram os maiores valores de CTC. Entretanto, a alta CTC encontrada em SA, deve-se à alta presença de argila no solo, já para o sistema N esse resultado está fortemente associado ao nível mais elevado de MO encontrado nesse sistema, o que destaca a importância da MO para a CTC. É notável que, mesmo em solos com maior proporção de areia, o sistema N demonstrou a maior CTC entre os sistemas analisados. Esses achados corroboram descobertas semelhantes relatadas por Carneiro (2022), onde a mata nativa exibiu um valor mais alto de CTC em comparação a outros manejos. Os sistemas estudados demonstraram diferenças significativas em suas características granulométricas, com o sistema SM apresentando maior proporção de areia, o sistema SA com maior presença de argila e o sistema SMP com valores intermediários. Em relação ao pH do solo, observou-se que os sistemas com cobertura vegetal contínua apresentaram níveis mais elevados, enquanto os sistemas com culturas anuais intercaladas com pousio foram mais ácidos. Os teores de nutrientes variaram entre os sistemas de manejo, com destaque para o sistema N, que apresentou maior teor de matéria orgânica e nutrientes como cálcio, magnésio, potássio e fósforo. A capacidade de troca catiônica também foi maior nos sistemas N e SA, sendo influenciada principalmente pela presença de argila e matéria orgânica.

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os diferentes sistemas de manejo apresentaram variações significativas nas características físicas e químicas do solo.

No aspecto químico, os sistemas apresentaram variações nos valores de pH, sendo os sistemas SM e SA os mais ácidos, enquanto os sistemas N, SSP e P mostraram pH mais alcalino. Essas diferenças podem ser atribuídas à presença de cobertura vegetal contínua nos sistemas com pH alcalino, que contribui para a liberação de elétrons na solução do solo, resultando em um aumento do pH. Além disso, o sistema SA apresentou a maior acidez potencial, influenciada principalmente pelo teor de alumínio trocável e hidrogênio ligado covalentemente aos coloides.

Em relação aos nutrientes, os sistemas apresentaram variações nos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo. O sistema N demonstrou os maiores teores de cálcio e matéria orgânica, enquanto o sistema SMP apresentou o maior teor de magnésio e o sistema P registrou o maior teor de potássio. Por outro lado, os sistemas P e N apresentaram teores inferiores de fósforo em comparação aos demais sistemas, o que pode ser atribuído à falta de correção de fertilidade do solo nesses sistemas.

A presença de matéria orgânica no solo mostrou-se influente na capacidade de troca catiônica (CTC), sendo que os sistemas N e SA apresentaram os maiores valores de CTC. Esses resultados destacam a importância da matéria orgânica na fertilidade do solo, contribuindo para a retenção de nutrientes e a capacidade de fornecimento para as plantas.

Em suma, os resultados evidenciam a importância de considerar as características físicas e químicas do solo ao comparar diferentes sistemas de manejo. Essas variações podem impactar a qualidade do solo, a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, a produtividade agrícola. Portanto, estratégias adequadas de manejo do solo devem ser implementadas para otimizar a fertilidade do solo e promover uma agricultura sustentável. Futuras pesquisas podem explorar a relação entre cobertura vegetal, decomposição da matéria orgânica e variações nas propriedades do solo, a fim de obter um melhor entendimento dos processos envolvidos.

5 REFERÊNCIAS

ARRUDA, F. Karen; DALBEM, Edjair; SOUZA, K. A. Jennifer. Matéria orgânica do solo e sua relação com diferentes texturas do solo. Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT, n. 1, maio 2021.

CAMPOS, Liliane Pereira; LEITE, Luiz Fernando Carvalho; MACIEL, Giovana Alcântara; IWATA, Bruna de Freitas; NÓBREGA, Júlio César Azevedo. Atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.12, p.1681-1689, dez. 2011.

CARDOSO, E.J.; TSAI, S.M.; NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1992. 360 p.

CARNEIRO, A.M.L. (2022). Bioindicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais, mata nativa e área de pastagem

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOPPEN (SEMANA 31). [S.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/wp-content/uploads/2020/10/100-Geografia-semana-31.pdf>. Acesso em: 02/06/2023.

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOPPEN. [S.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/colegiodeaplicacao/wp-content/uploads/2020/10/100-Geografia-semana-31.pdf>. Acesso em: 02/06/2023.

CLIMATE-DATA.ORG. CLIMA DIAMANTINO: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Diamantino. [S.l.]: Climate-data.org. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-grosso/diamantino-43163/>. Acesso em: 04/05/2023.

CLIMATE-DATA.ORG. CLIMA PONTES E LACERDA: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Pontes e Lacerda. [S.l.]: Climate-data.org. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/mato-gross/pontes-e-lacerda-43147/>. Acesso em: 04/05/2023.

D'ANDRÉA, A.F. Atributos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo no sul de Goiás. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2001. 106p. (Tese de Mestrado)

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.17, n.4, p.471-477, 1993.

DONAGEMMA, Guilherme Kangussú et al. Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p. (Documentos / Embrapa Solos, ISSN 1517-2627; 132). Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/>. Acesso em: 01/06/2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 2006. 306p

Gomes, M. P., Rezende, C. H. S., Souza, J. A., & Rocha, G. C. (2022). Lixiviação de potássio em um Latossolo cultivado com café. Irriga, 27(3), 597-606.

IMPRESA NACIONAL. PORTARIA SDA No 781, DE 6 DE ABRIL DE 2023 - DOU - Imprensa Nacional. [S.l.]: Imprensa Nacional. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-sda-n-781-de-6-de-abril-de-2023-475808852>.

Acesso em: 07/06/2023.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 59-104.

MELZ, E. M., TIAGO, P. V. Propriedades físico-químicas e microbiológicas do solo de um Parque em Tangará da Serra, MT, uma área de transição entre Amazônia e Cerrado. *Acta Amazonica*, vol. 39(4), 2009, p. 829-834.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. Mapa divulga os períodos de vazios sanitários da soja para 2023. [S.l.]: Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-divulga-os-periodos-de-vazio-sanitario-da-soja-para-2023>. Acesso em: 07/05/2023.

PAZ-GONZALEZ, A.; TABOADA CASTRO, M. T.; VIEIRA, S. R. Geostatistical analysis of heavy metals in a one-hectare plot under natural vegetation in a serpentine area. *Canadian Journal of Soil Science*, v.81, n.2, p.469- 479, 2001.

ROCHA, E. M. de M.; DRUMOND, M. A. (Ed.). *Fruticultura irrigada: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

RONQUIM, Carlos Cesar. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.: il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8). ISSN 1806-3322.

SALGADO, B. G. et al. Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em Lavras-MG. *Revista Árvore*, v.30, n.3, p.343-349, 2006.

SALTON, J. C. et al. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Benefícios econômicos e ambientais. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 5, n. 2, p. 51-62, 2015.

SILVA, R. F., Bilibio, C., Demari, G. H., Carvalho, P. C. D. F., Ben, J. R., & Weber, O. L. S. (2018). Sistema Plantio Direto como alternativa sustentável para a agricultura: revisão de literatura. Embrapa Clima Temperado.

SIMÕES NETO, Djalma E. et al. Extração de fósforo em solos cultivados com cana-de-açúcar e suas relações com a capacidade tampão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. suppl, p. 840–848, 2009.

SOUSA, D.M. & LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUZA, E.D.; CARNEIRO, M.A.C.; PAULINO, H.B.; SILVA, C.A. & BUZETTI, S. Alterações nas frações do carbono em um Neossolo quartzarênico submetido a diferentes sistemas de uso do solo. *Acta Sci. Agron.*, 28:305-311, 2006b

SOUZA, Edicarlo Damacena de; et al... Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34(1): 79-88, 2010.

TOLEDO, Luis. Fertilizantes: entregas ao mercado brasileiro recuam 10% em 2022. Canal Rural. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/fertilizantes-entregas-ao->

[mercado-brasileiro-recuam-10-em-2022/](#). Acesso em: 10/06/2023.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, Viçosa, v.32, p.2297-2305, 2008.