

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA**

**PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLO VERMELHO
SUBMETIDO A DIFERENTES MANEJOS**

Daniele Cristina de Abreu Caixeta

**ANÁPOLIS-GO
2020**

DANIELE CRISTINA DE ABREU CAIXETA

**PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLO VERMELHO
SUBMETIDO A DIFERENTES MANEJOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Área de concentração: Fertilidade do Solo

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Fabiana Alves Rezende

**ANÁPOLIS-GO
2020**

Caixeta, Daniele Cristina de Abreu

Propriedades Químicas de Latossolo Vermelho Submetido a Diferentes Manejo/
Daniele Cristina de Abreu Caixeta. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, 2020.

26 p.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cláudia Fabiana Alves Rezende

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis
– UniEVANGÉLICA, 2020.

1. Sistema de plantio direto. 2. Sistema de plantio convencional 3. Fertilidade I. Daniele
Cristina de Abreu Caixeta. II. Propriedades Químicas de Latossolo Vermelho Submetido a
Diferentes Manejo.

CDU 504

DANIELE CRISTINA DE ABREU CAIXETA

**PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO
A DIFERENTES MANEJOS**

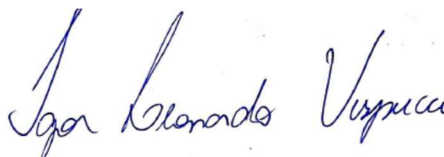
Monografia apresentada ao Centro
Universitário de Anápolis –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Fertilidade do Solo

Aprovada em: 18 de junho de 2020

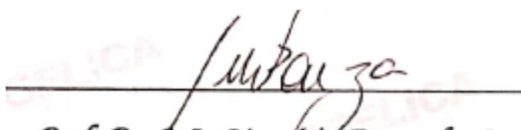
Banca examinadora



Prof^ª. Dr^ª. Cláudia Fabiana Alves Rezende
UniEvangélica
Presidente



Prof. Me. Igor Leonardo Vespucci
UniEvangélica



Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza
UniEvangélica

A Deus que sempre esteve comigo, me iluminando e abrindo as portas do meu caminho. Ele que foi essencial em minha vida, meu intercessor e guia durante toda essa trajetória. Que foi o meu mestre e me deu discernimento para chegar até aqui, pois sem Ele nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu querido pai, Adson José Caixeta (*in memoriam*), que hoje não se encontra mais presente, mais foi uma das pessoas responsáveis para que eu pudesse chegar até aqui. Sempre com seu carinho e zelo, me incentivou e contribuiu para o meu crescimento pessoal e profissional.

A minha mãe Valdimira Maria de Abreu Caixeta, pelo amor, incentivo e zelo incondicional.

As minhas queridas irmãs Daiane Caroline de Abreu Caixeta e Dara Jane de Abreu Caixeta, que sempre se dispuseram a me ajudar contribuindo com os seus conhecimentos.

Ao meu namorado Arnaldo Celestino de Souza Neto, pessoa com quem amo compartilhar a vida. Obrigada pelo carinho, paciência e pela sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

Ao curso de Agronomia da UniEvangélica, e as pessoas com quem convivi nesses espaços durante todos os anos, aos meus amigos de sala Neurilene, Herlon, Willian e Sara que contribuíram significativamente para minha formação acadêmica.

A minha querida orientadora Cláudia Fabiana Alves Rezende, por seus ensinamentos, zelo e paciência. Obrigada por estar comigo nesta etapa de finalização de mais um ciclo da minha vida.

Agradeço também a todas as pessoas que contribuíram para a minha formação, todas as pessoas que passaram pela minha vida durante esses anos. A minha família em especial, minha Vó, Tios e Tias, Padrinhos e Madrinhas, Sogra e Sogro, primos e primas e amigos em geral, vocês foram essenciais nesta caminhada, obrigada por tudo.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

Josué 1:9

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. SISTEMA DE PLANTIO CONVENCIONAL (SPC)	10
2.2. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD)	11
2.3. PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLOS VERMELHOS.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5. CONCLUSÃO.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	22

RESUMO

A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido a tônica das discussões em torno do tema manejo correto do solo para uma agricultura sustentável. A escolha do tipo de sistema empregado altera as propriedades químicas dos Latossolos. Considerando a influência dos diferentes tipos de manejos sobre as propriedades químicas do solo, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar as modificações em propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob Cerrado com diferentes manejos. O experimento foi desenvolvido na cidade de Vianópolis-GO. O solo da área em estudo foi classificado como Latossolo Vermelho. O delineamento utilizado no experimento foi o inteiramente casualizado. Utilizaram-se três tratamentos e dez repetições, os quais corresponderam as áreas: cerrado típico, SPC, escarificação e gradagem leve (culturas anuais) e a área com SPD (culturas anuais). Para cada área em estudo, a amostragem de solo foi realizada em setembro de 2019, sendo realizada a coleta de 10 amostras simples (duas entrelinhas e uma na linha) para o SPD e 10 amostras simples (duas entrelinhas e uma na linha) para o SPC e 10 amostras simples da área de cerrado típico com auxílio de trado holandês. As amostras foram enviadas ao laboratório e os resultados foram submetidos a análise de variância e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), aplicou o teste de médias de Tukey, utilizando-se programa estatístico Sisvar 5.6. O sistema de plantio direto apresentou maior fertilidade para P e K. Enquanto o sistema de plantio convencional apresentou melhor desempenho para pH, M.O, CO, V, Ca, Mg, H+Al, Al, CTC e M. O cerrado típico apresentou reduções nos teores de MO, P, K, Mg, Ca, diminuição do pH, menor CTC efetiva, saturação por bases e aumento do teor de alumínio, quando comparados ao SPD e SPC. O SPC apresenta teores de nutrientes próximos ao SPD devido ao uso sistemático da adubação orgânica com esterco bovino

Palavras-chave: sistema de plantio direto, sistema de plantio convencional, fertilidade.

1. INTRODUÇÃO

O solo é um importante elemento no nosso planeta. Porém, muitas vezes suas propriedades físicas, químicas e biológicas acabam sendo alteradas pelo manejo empregado. De acordo com Oliveira et al. (2003), a busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido a tônica das discussões em torno do tema manejo correto do solo para uma agricultura sustentável.

Segundo Andreola et al. (2000), os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas, como permeabilidade, estrutura, densidade e espaço poroso, agronomicamente desejáveis. Nessa situação, o volume de solo explorável pelas raízes é grande. Entretanto, à medida que os solos vão sendo trabalhados mecanicamente, consideráveis alterações vão ocorrendo. No cerrado a presença marcante dos Latossolos favorece a mecanização nesta região.

Os Latossolos são solos envelhecidos, ácidos a fortemente ácidos em sua maioria, e com ausência de iluviação (JORDÃO et al., 2000). Constituem a classe de solos de maior expressão geográfica no território brasileiro e têm sido intensamente estudados, uma vez que corrigida suas propriedades químicas, apresenta elevado potencial para a agricultura mecanizada intensiva (FERREIRA et al., 1999).

De acordo com Silva et al. (2000), adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo, como o plantio direto, tem sido apresentada como uma opção para assegurar a sustentabilidade do uso agrícola dos Latossolos no Brasil. Grande parte do sucesso do sistema conservacionista consiste no fato de que a palha, deixada por culturas de cobertura sobre a superfície do solo, somada aos resíduos das culturas comerciais, cria um ambiente extremamente favorável ao crescimento vegetal e contribui para a estabilização da produção e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo (ALVARENGA et al., 2001).

Segundo Almeida et al. (2018), o sistema de plantio direto (SPD) é um sistema de manejo do solo no qual a palha e os restos vegetais da cultura anterior são mantidos sobre a superfície, visando, além de outros benefícios, a redução da evaporação da água do solo. Nesse sistema não há remoção de solo sob a palhada do cultivo anterior, sendo observado a diminuição de riscos erosivos e a distribuição sistemática da compactação do solo.

O sistema de plantio convencional (SPC) é caracterizado por Loss et al. (2015), pelo excessivo revolvimento do solo, sendo na ocasião do plantio realizada aração. De acordo com Bortoleti Junior et al. (2015) o SPC tem como objetivo básico fornecer boas condições para o

plantio e emergência da cultura. Este manejo permite uma redução inicial em todas as espécies de plantas invasoras que pode inibir a germinação e o crescimento da planta em sua fase inicial causando assim uma baixa produtividade.

Bayer; Mielniczuk (1997), destacam que a utilização de sistemas de manejo do solo sem revolvimento e com alta adição de resíduos culturais, promovem aumento nos teores de carbono orgânico total e na capacidade de troca de cátions (CTC) do solo, o que reflete na maior retenção de cátions. Os autores indicam ser viável a recuperação de solos degradados, a médio prazo, por meio do uso de sistemas de manejo adequados, como o SPD.

Comparando os dois sistemas de plantio, segundo Paterniani (2001) o SPC, envolvendo aração, gradagem e demais atividades de movimentos de solo, conduz a uma série de danos ao meio ambiente, salientando-se o elevado índice de erosão e consequente assoreamento das represas hidrelétricas, empobrecimento e esterilização do solo, sua compactação e demais inconvenientes. Por outro lado, o SPD na palha, como o próprio nome indica, dispensa as atividades de movimento do solo, semeando-se nele diretamente, sem aração ou gradagem. Resumidamente, é feito apenas um pequeno sulco para comportar a semente. Após a colheita, os restos da cultura são roçados, permanecendo no solo.

Paterniani (2001), destaca que se planta ainda na entressafra uma cultura para produção de matéria orgânica do solo (MOS), que também é deixada sobre o solo. Com os sucessivos anos agrícolas há um aumento da MOS, quase total ausência de erosão e demais benefícios decorrentes. No próximo ano agrícola a semente é colocada no pequeno sulco no solo coberto de palha. O SPD na palha assemelha-se à condição da floresta, onde a quantidade de MOS é elevada e não há movimento de solo. O SPD na palha corresponde, assim, a uma autêntica agricultura orgânica.

Considerando a influência dos diferentes tipos de manejos sobre as propriedades químicas do solo, o objetivo com o presente trabalho foi avaliar as modificações em propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob Cerrado com diferentes manejos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Com intuito de melhorar a produção utiliza-se, a partir da logística de um conjunto de atividades e operações, diferentes sistemas de cultivos, que são compostos por práticas de manejo associadas a uma determinada lavoura. Nos sistemas de cultivo é fundamental o preparo do solo e visa melhorar a germinação das sementes e o estabelecimento das plantas. É importante para o manejo de plantas daninhas, manutenção da fertilidade e da produtividade (ALBUQUERQUE et al., 2017).

Existem diversos sistemas de preparo de solo, como o plantio convencional e o SPD. O plantio convencional utiliza técnicas tradicionais de preparo do solo (remoção da vegetação nativa, aração, calagem, gradagem, semeadura, adubação mineral, capinas (manual, mecânica ou uso de herbicidas) e controle fitossanitário para posteriormente efetuar o plantio. Já o sistema de plantio direto é efetuado sem as etapas de preparo convencional da aração e da gradagem. No SPD o solo está sempre coberto por restos culturais e plantas em desenvolvimento e com intuito de melhorar a produção utilizando a partir da logística de um conjunto de atividades e operações passam por processos como a semeadura, adubação e aplicação de herbicidas (ALBUQUERQUE et al., 2017).

2.1. SISTEMA DE PLANTIO CONVENCIONAL (SPC)

Os sistemas de preparo do solo visam melhorar as condições do solo para o estabelecimento e desenvolvimento das culturas. O SPC foi dominante no Brasil durante o século XX. No entanto, devido a degradação do solo desencadeada pelo revolvimento, o SPC perdeu destaque (KAZMIERCZAK et al., 2019).

O SPC tem como princípio o uso do revolvimento do solo, com o uso principalmente de grade aradora de discos e com arado de aiveca (BILIBIO, 2008). De acordo com Cruz et al. (2018), além do SPC promover compactação das camadas subsuperficiais (proveniente da utilização do arado), forma uma camada limitante ao desenvolvimento das raízes e ao processo de infiltração de água no solo.

Segundo Alvim et al. (2004), a maior parte das áreas agrícolas do Brasil são sensíveis à erosão e são de rápida degradação sob as ações do vento, chuva e sol quando cultivadas no SPC. Pois estas áreas são solos que exigem alta tecnologia para oferecem condições a múltiplas culturas. Em algumas regiões do Brasil, são possíveis até três culturas por ano, mas quando o

cultivo acontece no SPC, a base produtiva pode se degradar em poucos anos. Já Wohlenberg et al. (2004), ressaltavam que o cultivo intenso de espécies anuais e a prática de preparo excessivo e superficial do solo têm causado erosão e degradação da estrutura do solo.

Bertol et al. (2004), colocam que o cultivo do solo altera as propriedades do solo em relação ao solo não cultivado, tal como aquele encontrado em campos nativos. Tais alterações são mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo do que nos conservacionistas, as quais se manifestam, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados do solo, influenciando a infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas.

Denardin et al. (2011), afirmam que o uso excessivo de arações e/ou gradagens superficiais, e continuamente nas mesmas profundidades, provocam desestruturação da camada arável. Tendo como o efeito da redução da estabilidade de agregados, aumento da densidade do solo e redução acentuada da macroporosidade, da porosidade total e da taxa de infiltração de água no solo, culminando com intenso processo de erosão hídrica.

Segundo Urquiaga et al. (2005), a busca da “produtividade a qualquer custo” e a utilização frequente de tecnologias inadequadas, ou irracionalmente aplicadas fez com que acarretasse em aspectos negativos, tais como a erosão da camada superficial do solo, o drástico empobrecimento da MOS (promovida pela movimentação intensiva do solo pela aração, gradagem.), aumento de pragas e doenças favorecido pelas monoculturas, e sérios distúrbios na biodiversidade causados pelo crescente uso de pesticidas agrícolas (alguns de alta persistência no ambiente). Assim, para manter os rendimentos das culturas, os produtores precisam do uso de maiores quantidades de insumos, chegando-se a situações economicamente insustentáveis, sem considerar o crescente dano ambiental. Mas, de todos os fatores negativos mencionados, os mais preocupantes são a erosão e a perda da MOS.

2.2. SISTEMA DE PLANTIO DIRETO (SPD)

O SPD é considerado o mais importante sistema para a sustentabilidade do agro ecossistema brasileiro (ALBUQUERQUE et al., 2017). De acordo com Cassol et al. (2003), dentre todas as ações realizadas para conservar o solo a mais eficiente foi o plantio direto. Inicialmente, as expressões plantio direto, semeadura direta e semeadura sem preparo do solo foram conceituadas como simples prática conservacionista, especialmente voltada ao controle da erosão hídrica. Com o passar do tempo, o enfoque concedido a essa prática foi ampliado,

passando a ser percebida como um amplo e complexo sistema de manejo focado nos fundamentos da agricultura conservacionista, sendo por isso representado pela expressão SPD.

O SPD constitui-se num conjunto de tecnologias com potencial para revolucionar a agricultura brasileira, pois resulta em aumentos da produtividade das principais culturas produtoras de grãos e na preservação e melhoria da capacidade produtiva do solo. No Brasil, essa afirmativa pode ser evidenciada em regiões onde a adoção deste sistema ocorre em maior escala (SALTON et al., 1998).

O SPD representa a mais significativa alteração no manejo de solos da história moderna da agricultura. No Brasil, a área sob SPD nos Cerrados já representava um terço de toda área cultivada em 2004. Com essa técnica, é possível produzir alimentos com um mínimo risco de perda tolerável de solo por erosão. O SPD é a forma de manejo conservacionista que envolve um conjunto de técnicas integradas que visam otimizar a expressão do potencial genético de produção das culturas com simultânea melhoria das condições ambientais (água-solo-clima) (MACHADO et al., 2004).

O conceito SPD passou a ser ampliado no início dos anos 2000, passando a incorporar o preceito colher-semear. O processo colher-semear constitui prática relevante na ampliação da biodiversidade, na diversificação de modelos de produção e, conseqüentemente no aumento do número de safras por ano agrícola, mantendo cobertura permanente de solo e aportando ao solo material orgânico em quantidade, qualidade e frequência compatíveis com a demanda biológica do solo. Esse preceito pode ser avaliado como primordial, tanto na manutenção, quanto na restauração ou recuperação da fertilidade do solo (DENARDIM et al., 2012).

De acordo com Correa; Cruz (1987), o manejo dos restos culturais influencia muito a infiltração, tendo em vista que em solos cobertos com uma cobertura morta, a velocidade de escoamento da água da chuva diminui, permitindo maior tempo para sua infiltração. O plantio direto, pelo fato de deixar a superfície do solo coberta com resíduos vegetais, é muito efetivo na conservação da umidade, porque, além de permitir uma maior infiltração de água, reduz a quantidade que sai por evaporação. Isto é particularmente importante em solos que têm pouca capacidade de retenção de água, como é o caso dos solos de cerrado.

Santos; Tomm (1999), destacam que as plantas sintetizam a matéria vegetal com os nutrientes, água e luz e que se bem manejadas, protege o solo dos agentes erosivos, reduz as variações de temperatura e de umidade, recupera e mantém as características químicas, físicas e biológicas do solo. Assim, recomenda-se o uso de sistemas de manejo conservacionistas, como o SPD, o qual pode proporcionar uma cobertura adequada do solo por resíduos vegetais,

reduzir as perdas de solo por erosão, manter o conteúdo de MOS e contribuir para a manutenção ou elevação do potencial de rendimento das culturas.

2.3. PROPRIEDADES QUÍMICAS DE LATOSSOLOS VERMELHOS

Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, com horizonte B latossólico (Bw) imediatamente abaixo de qualquer um dos tipos de horizonte superficial, exceto hístico. São solos em avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de energias transformações do material constitutivo. São virtualmente desprovidos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo, e tem capacidade de troca de cátions (CTC) da fração argila, inferior a $17 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de argila sem correção para carbono (JACOMINE, 2013). De acordo com Resende et al. (1995), mais de 95% dos Latossolos são distróficos e ácidos, com pH entre 4,0 e 5,5 e teores de fósforo (P) disponível extremamente baixos, quase sempre inferiores a $1,0 \text{ mg dm}^{-3}$, sendo em geral solos com grandes problemas de fertilidade.

Segundo Machado (2007), os Latossolos são a ordem que compreende solos minerais com elevado grau de desenvolvimento pedogenético, muito antigos, geralmente de espessura superior a 2,0 m, compatível com a mineralogia de argila caulínica e/ou oxídica (baixa atividade), fruto de intensa decomposição dos componentes minerais do solo pelas reações do intemperismo químico. São em geral bem drenados, bem estruturados, porosos e profundos, com pequena diferenciação entre horizontes.

A saturação por bases nos horizontes A e B é originalmente baixa (solos distróficos) e na maior parte das vezes com elevada saturação por alumínio (Al) trocável (solos álicos ou de caráter alumínico). Nas áreas submetidas ao uso agrícola observa-se muitas vezes a elevação da saturação por bases no horizonte A para patamares acima de 50%, tornando-os epieutróficos (eutróficos apenas no horizonte A), devido ao uso de corretivos e fertilizantes (MACHADO, 2007).

Os solos de Cerrados da Região Central do Brasil possuem uma baixa fertilidade natural e devido a isso o crescimento das raízes das plantas cultivadas é limitado, principalmente à camada superficial de 10 a 15 cm de espessura, mais rica em matéria orgânica e nutrientes. A pequena quantidade de minerais primários nesses solos não permite a reposição rápida da concentração de nutrientes na solução quando estes são absorvidos pelas plantas ou lixiviados (DEDECEK et al., 1986).

Pereira (2013), ressalta que a capacidade do solo em manter os elementos essenciais disponíveis às plantas é governada pela CTC, ou quantidade total de cátions retidos nos colóides minerais e orgânicos do solo. Os teores de nitrogênio (N) total, P disponível e as formas trocáveis de potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) indicam se as reservas do solo atendem às necessidades nutricionais das plantas.

Sousa; Lobato (2004), destacam que a baixa CTC dos Latossolos pode ser melhorada, adotando-se práticas de manejo que promovam a elevação dos teores de matéria orgânica do solo, uma vez que a CTC depende essencialmente dela. O SPD associado a rotação de culturas, pode permitir a elevação desses teores.

De acordo com Pereira (2013), o conhecimento dos atributos químicos dos Latossolos permite a melhor compreensão da dinâmica de liberação dos nutrientes para as plantas e pode fornecer subsídios a respeito da utilização do solo, tendo em vista a necessidade constante de acompanhamento e avaliação do sistema de manejo adotado, com o objetivo de manter e melhorar as características desse tão importante recurso natural. Além disso, o estudo dos atributos químicos é extremamente importante na detecção de elementos em excesso, especialmente aqueles cuja presença pode ter efeito prejudicial tanto à planta como ao solo, a exemplo, do sódio (Na^+).

Nesse contexto, os atributos químicos têm sido amplamente explorados como eficientes indicadores de fertilidade, principalmente, na comparação de sistemas de manejo agrícolas. O estudo das transformações que ocorrem no solo, resultantes do uso e manejo, é de grande valia na escolha do sistema mais adequado para que se recupere a potencialidade do solo (FERNANDES, 1982).

Bayer; Mielniczuk (1997), estudando as características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de culturas, verificaram que a utilização de sistemas de manejo do solo sem revolvimento e a alta adição de resíduos culturais por cinco anos promoveram aumento nos teores de carbono orgânico total e na CTC do solo, com reflexos na maior retenção de cátions, indicando ser viável a recuperação de solos degradados, a médio prazo, por meio do uso de sistemas de manejo adequados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no município de Vianópolis-GO, entre as coordenadas geográficas, Latitude 16° 44' 36" S e Longitude 48° 30' 52" W, com altitude 992 m. O clima da região é classificado de acordo com Köppen, como Aw (tropical com estação seca) com mínima de 12,1 °C e máxima de 29,5 °C, com chuvas de outubro a abril e precipitação pluviométrica média anual de 1.393 mm e temperatura média anual de 21,9 °C.

A vegetação original encontrada na área foi descrita como sendo do tipo Cerrado típico (Figura 1). O solo da área em estudo foi previamente classificado como Latossolo Vermelho (LV), com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

Optou-se pelo delineamento experimental inteiramente casualizado, pelo fato de ser a classe taxonômica de solo homogênea em toda área de estudo. Utilizaram-se três tratamentos e 10 repetições, sendo que cada amostragem dentro da área foi considerada uma repetição. Os tratamentos corresponderam a três diferentes áreas: cerrado (vegetação natural), SPC - escarificação e gradagem leve - (culturas anuais) e SPD (culturas anuais). A área com SPD tem sido utilizada com este sistema de preparo há 10 anos, a área caracteriza como SPC, nos últimos cinco anos estava em SPD e foi revolvida na última safra e a de Cerrado, com vegetação natural, conta estabilizada a mais de 20 anos. As amostras foram coletadas ao acaso na profundidade de 00-0,20 m.

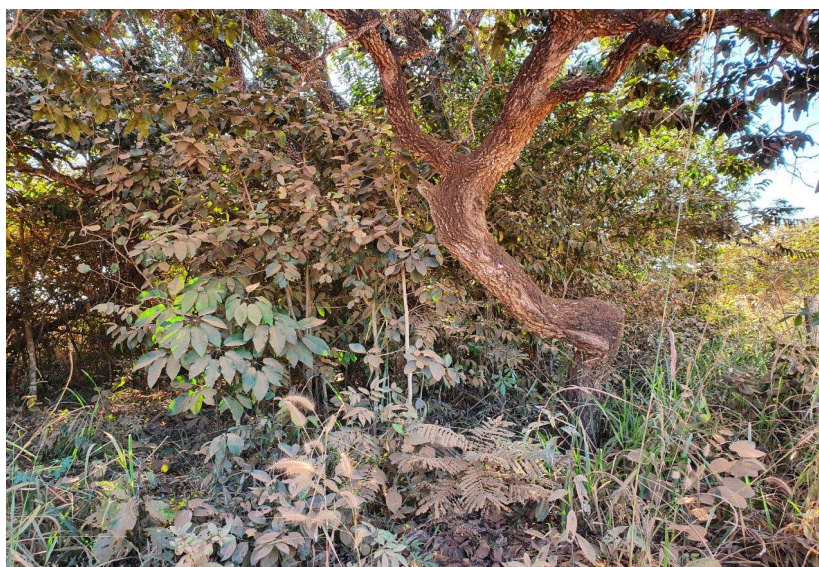


Figura 1 – Área de cerrado utilizada para comparação de fertilidade do solo com os diferentes sistemas de manejo agrícola (vegetação natural)

O SPD apresentou uma sequência de culturas com leguminosas e gramíneas, tais como: milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* (L) Merrill) e milheto (*Pennisetum glaucum*), já para o SPC foram milho, milheto ou aveia (*Avena Sativa* L.), sendo esta área efetuada a aplicação de esterco bovino durante todos os anos. O manejo de plantas invasoras tem sido efetuado com herbicidas e as culturas de milho, soja, milheto e aveia receberam uma adubação anual conforme análise do solo em cada safra.

Para cada área em estudo, a amostragem de solo foi realizada em setembro de 2019, sendo realizada a coleta de 10 amostras simples, sendo cada amostra composta por duas amostras na entrelinha e uma na linha, para o SPD, 10 amostras simples (entrelinha e linha) para o SPC e 10 amostras simples da área de vegetação natural com auxílio de trado holandês.

As amostras foram enviadas ao laboratório e efetuou-se as determinações conforme metodologia proposta por Silva (2009). As amostras de solo, após serem secas ao ar, peneiradas com malha de 2 mm de abertura, foram analisadas quimicamente. Determinaram-se o pH em solução de CaCl_2 $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, numa relação solo/solvente de 1:1; o índice SMP, utilizando a mesma amostra onde foi determinado o pH, somente acrescentando a solução SMP; Ca, Mg e Al foram extraídos com solução de KCl $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ e determinados por espectrofotometria de absorção atômica; o P foi extraído com solução de Mehlich-1, sendo determinados por fotolorimetria, o K disponível, por fotometria de chama; e MO por fotolorimetria. Com base nas análises, foram calculadas a CTC do solo, a saturação por bases (V) e a saturação por alumínio (m).

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F ($P < 0,05$), aplicou o teste de médias de Tukey, utilizando-se programa estatístico Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência dos tratamentos em SPD e SPC foi verificada a partir da análise química do solo na camada de 0,0-0,20 m antes do plantio da safra 2019/20, comparados com a área testemunha Cerrado típico. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos após as amostras serem realizadas nas áreas de diferentes manejos. A partir destes dados foi feita a interpretação desses valores.

Tabela 1- Características químicas do solo nos diferentes sistemas de manejo avaliados em Latossolo Vermelho, Vianópolis, GO

Diferentes Manejos	pH (CaCl ₂)	P (Mehl) mg dm ⁻³	K	M.O	CO %	V
Convencional	5,25 a	13,85 a	85,50 ab	3,20 a	1,85 a	47,85 a
Plantio Direto	5,00 a	16,05 a	102,00 a	2,90 a	1,70 a	43,70 a
Cerrado típico	4,35 b	0,95 b	57,00 b	2,15 b	1,20 b	21,25 b
Teste F	0,001 **	0,000 **	0,045 *	0,000 **	0,00 **	0,000 **
CV (%)	4,59	42,92	30,99	7,93	8,36	10,22
Diferentes Manejos	Ca	Mg	H+Al cmol _c dm ⁻³	Al	CTC	m %
Convencional	2,45 a	1,05 a	4,05 a	0,00 a	7,75 a	0,00 a
Plantio Direto	2,10 a	0,80 a	4,00 a	0,10 a	7,15 a	3,70 a
Cerrado típico	0,65 b	0,40 b	4,35 b	0,55 b	5,55 b	32,45 b
Teste F	0,000 **	0,000 **	0,002 **	0,000 **	0,000 **	0,000 **
CV (%)	15,62	22,11	3,12	58,08	6,71	57,35

pH: potencial hidrogeniônico; M.O: matéria orgânica; CO: carbono orgânico; P Mehl: fósforo mehlich-1; K: potássio; Ca: cálcio trocável; Mg: magnésio trocável; H+Al: acidez potencial; CTC: capacidade de troca catiônica; V: saturação por bases; Al: alumínio. Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Ns - não significativo; ** e * significativo a 1% e 5% de probabilidade respectivamente.

Quando analisadas as propriedades químicas nos diferentes tipos de foram obtidos resultados semelhantes aos de Carneiro et al. (2009). Os atributos químicos mostraram variação entre as áreas sob diferentes manejos e uso do solo, no entanto, diferiram na maioria das variáveis quando comparados com os do Cerrado. As áreas sob vegetação de Cerrado apresentaram maior H+Al e Al e menor concentração de Ca, Mg e P em relação às áreas manejadas, o que está coerente, pois nesta área não houve correção e adubação do solo e se trata de solos originalmente distróficos.

O pH é uma das propriedades químicas do solo mais importantes para a determinação da produção agrícola (FAGERIA, 2000). Vários fatores interferem no valor do pH como a sua composição, ou seja, a formação do solo através das rochas, a região em que está localizado e

a concentração de sais, ácidos, metais, bases e substâncias orgânicas que são adicionadas no seu preparo para receber a cultura (ROCHA et al. 2009). Comparando os valores do pH (CaCl_2) (Tabela 1) sobre os diferentes manejos, evidencia-se que os manejos de plantio convencional e plantio direto não diferem entre si e obtiveram melhores resultados em relação ao solo em seu estado natural, sendo o solo do Cerrado típico. Este resultado é semelhante ao observado por Ciotta et al. (2004), onde o tratamento ‘solo original’ (sem calcário) apresentou uma frente de acidificação, evidenciada pelos menores valores de pH em áreas sem manejo agrícola.

Analisando os teores de P (Mehl) ocorre diferença estatística somente no solo sobre vegetação natural, Cerrado típico, enquanto o SPC e SPD não diferem entre si. O solo sem manejo agrícola obteve valor inferior ao SPD e SPC. Esse resultado é igual ao observado por Souza; Alves (2003), em que os maiores valores de P foram observados nos tratamentos de preparo convencional e plantio direto, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Estes resultados eram esperados uma vez que os SPC e SPD envolviam culturas anuais, como soja e milho, que envolviam adubação do solo com fertilizantes que continha esse nutriente (P). Já o solo do Cerrado apresenta menor valor devido a não adubação e as características de adsorção do elemento nas argilas presentes nos Latossolos (óxidos e hidróxidos de Fe e Al).

Considerando os valores para K houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que o teor de K foi considerado baixo no Cerrado típico. O K é um macronutriente que é exigido em maior quantidade pelas plantas. Altas concentrações de K são necessárias para que a planta ative enzimas que participam do metabolismo da planta, sendo o K essencial para a fotossíntese. Em situações de deficiência de K, ocorre redução da fotossíntese e aumento na respiração da planta, quando ocorre estas duas condições, a acumulação de carboidrato é reduzida tendo como consequência a redução do crescimento e produtividade da planta (DECHEN, 2007).

O maior valor de K no SPD na camada superficial do solo é, em grande parte, resultante de adubações anteriores e da ciclagem do nutriente contido nos resíduos vegetais mantidos sobre o solo (SCHERER et al. 2007). Além disso, sua alta produção de matéria seca faz com que haja alta demanda de nutrientes, especialmente de K (FERREIRA et al. 2009).

Avaliando a MOS dos diferentes tipos de manejo, nota-se baixo teor de MOS no Cerrado típico. De acordo com Lima et al. (2013), a alteração no teor de MOS, tanto em quantidade como em qualidade, tem implicações graduais nas alterações do pH. Já para o SPD e SPC não houve diferença significativa, porém, o resultado foi diferente ao observado por

Guimarães (2000), onde a MOS foi superior no SPD em relação ao SPC. Pode-se explicar a ocorrência pelo fato que no SPC apresentar a aplicação de esterco bovino durante todos os anos.

O aumento do teor de MOS com aplicação de esterco bovino foi eficaz no trabalho de Artur (2007), que obteve os seguintes resultados em relação ao teor médio de MOS no tratamento sem esterco ($7,75 \text{ g dm}^{-3}$) houve aumento de 145% de MOS no tratamento que recebeu 101 kg m^{-3} de esterco. Nos demais tratamentos, que receberam 175 e 229 kg m^{-3} de esterco, os aumentos médios foram de 465% e 645%, respectivamente.

Notando os teores de CO, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos convencional e direto. Sendo que o Cerrado típico apresentou menor valor de CO. De acordo com Silva Júnior et al. (2020), a explicação para este fato pode estar na dinâmica de deposição e decomposição de MOS mais uniforme e intensa presente nos solos sobre SPC e SPD.

Avaliando os valores de V%, observa-se que não houve diferença significativa entre os sistemas de manejo agrícolas. Porém os valores para os três tratamentos foram inferiores a 50%. Segundo Silva et al. (2020), solos que apresentam valores inferiores a 50% de V% são caracterizados como solos distróficos, deficientes em bases lixiviadas e ocupados por cargas negativas resultantes da presença de íons que geram acidez no solo (H+Al).

Os solos que são cultivados apresentam em média o dobro da V% em relação ao solo do Cerrado típico, que não sofreu nenhuma correção em suas propriedades químicas. Esses dados são bem claros e mostram que os solos do Cerrado, em geral são pobres em nutrientes, fazendo-se necessário uma correção do solo e adubação para o plantio. Por isso, a V% será mais alta em áreas sob cultivo (CLEMENTE, 2017).

Nota-se que o maior valor de V% no SPC, possivelmente, devido a aplicação de esterco bovino no SPC que contribuiu significativamente para a melhoria das propriedades químicas do solo. Esse resultado foi semelhante ao observado por Moreti et al. (2007), onde notou-se também que os valores maiores para a V% foram os que apresentaram maiores teores de P, MO, pH, Ca e Mg e menores valores de Al e H+Al, confirmando que a MO (esterco de galinha) contribuiu significativamente para a melhoria das propriedades químicas do solo.

Para Ca e Mg, observou-se diferença estatística para o tratamento do Cerrado típico, onde se obteve o menor valor. Já para os tratamentos de SPD e SPC não houve diferença estatística. Freitas et al. (2007), destaca que possivelmente, valores elevados desses nutrientes nas áreas cultivadas sejam devido às contínuas aplicações de calcário e fertilizantes.

O teor de H+Al apresentou maior valor na área de Cerrado típico, diferindo estatisticamente dos outros sistemas de manejo. Esse resultado foi similar ao encontrado por Carneiro et al. (2009), onde as áreas sob vegetação de Cerrado apresentaram maior H+Al e Al, menor concentração de Ca, Mg e P em relação às áreas manejadas, o que está coerente, pois nesta área não houve correção e adubação do solo e se trata de solos originalmente distróficos.

Avaliando os teores de Al, compreende-se que houve diferença significativa para o tratamento do Cerrado típico. Onde o teor de Al encontra-se alto. Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Freitas et al. (2020), onde os teores de Al trocável foram coerentes com os valores de pH, sendo reduzidos com a prática da calagem nas áreas cultivadas, em contraste com o solo da vegetação de Cerrado típico.

Para a CTC (Tabela 1), observa-se que houve diferença estatística para o tratamento do cerrado típico. De acordo com Ronquim (2010), se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions essenciais como Ca, Mg e K, pode-se dizer que esse é um solo bom para a nutrição das plantas. Por outro lado, se grande parte da CTC está ocupada por cátions potencialmente tóxicos como H e Al este será um solo pobre em nutrientes, sendo necessário a correção.

Para a m% houve diferença estatística para o tratamento Cerrado típico. Segundo Clemente (2017), é recomendável que m% esteja abaixo de 20%. Quanto mais ácido é um solo, maior é o teor de Al trocável e quanto menor os teores de bases, menor a soma de bases e maior a percentagem de m%. Já para os SPC e SPD as amostras não apresentaram concentrações significativas de Al.

5. CONCLUSÃO

O uso e manejo do solo alteram as suas propriedades químicas.

Ocorre diferença estatística nas variáveis analisadas entre os sistemas de manejos avaliados quando comparados a área de Cerrado típico.

O SPD apresentou maior fertilidade para P e K. Enquanto o SPC apresentou melhor desempenho para pH, M.O, CO, V%, Ca, Mg, H+Al, Al, CTC e m%.

O SPC apresenta teores de nutrientes próximos ao SPD devido ao uso sistemático da adubação orgânica com esterco bovino.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALBUQUERQUE, J. A., SANGOI, L., ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, p. 717-723, 2001.

ALBUQUERQUE, J.A.A., SANTOS, T.S., CASTRO, T.S., MELO, V.F., & ROCHA, P.R.R. Ocorrência de Plantas Infestantes após Colheita da Soja em Sistemas Rotacionado em Plantios Direto e Convencional no Cerrado de Roraima. **Planta daninha**, Viçosa, v. 35, e017162796, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582017350100034>.

ALMEIDA, V., JÚNIOR, J. A., MESQUITA, M., EVANGELISTA, A. W. P., CASAROLI, D., BATTISTI, R. Comparação da viabilidade econômica da agricultura irrigada por pivô central em sistemas de plantios convencional e direto com soja, milho e tomate industrial. **Global Science And Technology**, v. 11, n. 2, 2018.

ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C., SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

ALVIM, M. I. D. S. A., VALLE, S. M. L. R. D., LIMA, J. E., SILVA, O. M. D. Análise da competitividade da produção de soja nos sistemas de plantio direto e plantio convencional na região do cerrado brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 2, p. 223-242, 2004.

ANDREOLA, F., COSTA, L. M., OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, p. 857-865, 2000.

ARTUR, ADRIANA GUIRADO et al. **Esterco bovino e calagem para formação de mudas de guanandi**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 6, p. 843-850, 2007.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 21, n. 2, p. 235-239, 1997.

BERTOL, I., ALBUQUERQUE, J. A., LEITE, D., AMARAL, A. J., JUNIOR, W. Z. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.

BEZERRA, J. F. JOSÉ FRANCISCO. Solo: substrato da vida. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**, Brasília, 2006.

BILIBIO, W. D., CORRÊA, G. F., BORGES, E. N. **Atributos físicos e químicos de um Latossolo, fase cerrado, sob diferentes sistemas de manejo**. Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

BORTOLETI JUNIOR, A., GONÇALVES, L. G., RIBEIRO, M. A. R., AFONSO, R., SANTOS, R., SOUZA, C. A importância do Plantio Direto e do Plantio Convencional e as suas relações com o manejo e conservação do solo. **Revista Conexão eletrônica. Três Lagoas, MS**, v. 12, n. 1, 2015.

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

CASSOL, E. A., DENARDIN, J. E., KOCHHANN, R. A. Sistema plantio direto: evolução e implicações sobre a conservação do solo e da água. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2007. central em sistemas de plantios convencional e direto com soja, milho e tomate industrial. Global Science And Technology, v. 11, n. 2, 2018.

CIOTTA, M. N., BAYER, C., ERNANI, P. R., FONTOURA, S. M. V., WOBETO, C., ALBUQUERQUE, J. A. **Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, n. 2, p. 317-326, 2004.

CLEMENTE, ALAN DUMONT. **Caracterização química e geotécnica de um solo do cerrado para fins agrícolas.** Revista CTS IFG Luziânia, v. 1, n. 2, 2017.

CORREA, L. A., CRUZ, J. C. Plantio direto. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1987.

CRUZ, G. H. T., DE OLIVEIRA DOURADO, F., DA COSTA SANTOS, L., DA COSTA SILVA, S. M., DOS REIS, E. F., DE ÁGUAS, M. A. PROPRIEDADES FÍSICO-HÍDRICAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 6, p. 3002-3011, 2018.

DECHEN, ANTONIO ROQUE; NACHTIGALL, GILMAR RIBEIRO. **Elementos requeridos à nutrição de plantas.** Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2007.

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-Escuro dos cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1986, 10.3.

DENARDIN, J. E., KOCHHANN, R. A., DA SILVA JUNIOR, J. P., WIETHÖLTER, S., FAGANELLO, A., SATTLER, A., SANTI, A. Sistema plantio direto: evolução e implementação. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2011.

DENARDIN, J. E., KOCHHANN, R. A., FAGANELLO, A., DENARDIN, N., WIETHOLTER, S. Diretrizes do Sistema Plantio Direto no contexto da agricultura conservacionista. **Passo Fundo: Embrapa Trigo**, p. 15, 2012.

DOS SANTOS, H. G., JACOMINE, P. K. T., DOS ANJOS, L. H. C., DE OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** *Embrapa Solos-Livro técnico (INFOTECA-E)*, 2018.

DOS SANTOS, H. P., TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 29, p. 259 citation_lastpage= 265, 1999.

FAGERIA, N. K. **Resposta de arroz de terras altas à correção de acidez em solo de cerrado**. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 35, n. 11, p. 2303-2307, 2000.

FERNANDES, M.R. **Alterações em propriedades de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, fase cerrado, decorrentes da mobilidade de uso e manejo**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1982. 65p. (Tese de Mestrado).

FERREIRA, D. F. Programa de análises estatísticas (statistical analysis software) e planejamento de experimentos – SISVAR 5.6 (Build 67). **Lavras: DEX/UFLA**, 2014.

FERREIRA, M. M., FERNANDES, B., CURTI, N. Mineralogy of clay fraction and structure of latosols (oxisols) from southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 3, p. 507-514, 1999.

FREITAS, LUDMILA et al. **Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo**. Revista Unimar Ciências, v. 26, n. 1-2, 2017.

GUIMARÃES, EDNALDO CARVALHO et al. **Variabilidade espacial de atributos de um Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa da região do cerrado, submetido ao plantio direto e ao plantio convencional**, 2000.

JACOMINE, Paulo Klinger Tito. A nova classificação brasileira de solos. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, 2013, 5: 161-179.

JORDAO, C. P., ALVES, N. M., PEREIRA, J. L., BELLATO, C. R., ALVAREZ, V. H. Adsorção de íons Cu²⁺ em Latossolo Vermelho-Amarelo húmico. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 5-11, 2000.

KAZMIERCZAK, R., GIAROLA, N. F. B., FOGAÇA, A. M., RIFERTE, F. B., DOS SANTOS, J. B., CARPINELLI, S., ... DE PAULA, A. L. **Seleção de indicadores para discriminar sistemas de preparo e avaliar a qualidade em Latossolo Vermelho**, Ponta Grossa: RPCS, 2019.

LOSS, A., BASSO, A., OLIVEIRA, B. S., DE PAULA KOUCHER, L., DE OLIVEIRA, R. A., KURTZ, C., ... COMIN, J. J. Carbono orgânico total e agregação do solo em sistema de plantio direto agroecológico e convencional de cebola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1212-1224, 2015.

MACHADO, P. D. A., BERNARDI, A. D. C., SILVA, C. A. **Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema plantio direto**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004., 2004.

MORETI, DOLORICE et al. **Atributos químicos de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 1, p. 167-175, 2007.

OLIVEIRA, G. D., DIAS JÚNIOR, M. D. S., RESCK, D. V. S., CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 291-299, 2003.

PATERNIANI, E. Agricultura sustentável nos trópicos. **Estudos avançados**, v. 15, n. 43, p. 303-326, 2001.

PEREIRA, F. G. C. **Atributos de qualidade química e física de um Latossolo Amarelo submetido a diferentes usos no semiárido baiano** (2013).

RESENDE, M.; CURI, N., RESENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. Pedologia: base para distinção de ambientes. **Viçosa: NEPUT**, 1995. 304 p.

ROCHA, JULIO CESAR; ROSA, ANDRÉ HENRIQUE; CARDOSO, ARNALDO ALVES. Introdução à química ambiental. **Artmed Editora**, 2009.

RONQUIM, CARLOS CESAR. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, p.1-30. (2010).

SÁ, M. F. M. (2007). **Os solos dos Campos Gerais.** Editora UEPG.

SALTON, J. C., HERNANI, L. C., FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa-SPI; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998., 1998.

SCHERER, ELOI ERHARD; BALDISSERA, IVAN TADEU; NESI, CRISTIANO NUNES. **Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 1, p. 123-131, 2007.

SILVA JÚNIOR, DANIEL NUNES; OLIVEIRA, ERMELINDA MARIA MOTA; DA SILVA, GUALTER GUENTHER COSTA. **Teor de carbono em um Latossolo Amarelo em função de diferentes usos: uma abordagem termodinâmica.** Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 1, 2020.

SILVA, ARYSTIDES RESENDE et al. **Caracterização dos atributos químicos do solo em áreas submetidas a diferentes usos no nordeste paraense**, p. 1-388-416. (2020).

SILVA, C.F. Manual de análises químicas de Solos, plantas e fertilizantes. 2ed. Brasília DF: **Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, vol. 627 (2009).

SILVA, M. L. N., CURI, N., BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2485-2492, 2000.

SOUSA, DMG de; LOBATO, Edson. Cerrado: correção do solo e adubação. **Planaltina: Embrapa Cerrados**, v. 416, 2004.

SOUZA, Z. D., & ALVES, M. C. **Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 27, n. 1, p. 133-139, 2003.

URQUIAGA, S., JANTALIA, C. P., ZOTARELLI, L., ALVES, B. J. R., BODDEY, R. M. Manejo de sistemas agrícolas para seqüestro de carbono no solo. **Conhecimentos e técnicas avançadas para o estudo dos processos da biota no sistema solo-planta.** Brasília: Embrapa, p. 257-273, 2005.

WOHLENBERG, E. V., REICHERT, J. M., REINERT, D. J., BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 5, p. 891-900, 2004.