

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**MAPEAMENTO DE SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DA REGIÃO DE
CABECEIRA GRANDE - MG**

Iago de Oliveira Bastos

Unai
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**MAPEAMENTO DE SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DA REGIÃO DE
CABECEIRA GRANDE - MG**

Iago de Oliveira Bastos

Orientador: Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Junior

Nome do Professora: Luciane Barbé

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia, como parte dos
requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Unaí
2020

Iago de Oliveira Bastos

**MAPEAMENTO DE SOLOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DA REGIÃO DE
CABECEIRA GRANDE - MG**

Orientador: Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Junior

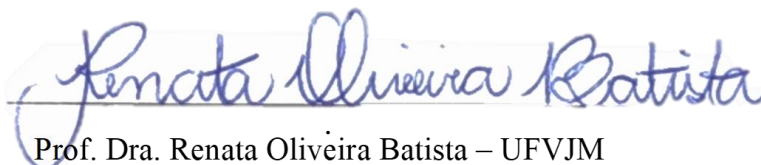
Professor(a): Luciane Barbé

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agronomia, como parte dos
requisitos exigidos para a conclusão do curso.

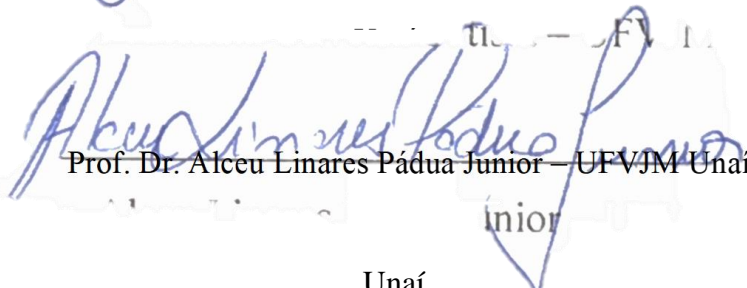
APROVADO em 03 / 02 / 2020



Prof. Dr. Alessandro Nicoli – UFVJM Unai



Prof. Dra. Renata Oliveira Batista – UFVJM



Prof. Dr. Alceu Linares Pádua Junior – UFVJM Unai

Unai
2020

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	6
RESUMO	7
ABCSTRAT	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVO	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 História e origem da soja.....	12
3.2 Noroeste de Minas Gerais.....	12
3.3 Geologia.....	13
3.4 Ambiente de produção.....	13
3.5 Fatores que afetam o rendimento das culturas.....	13
3.6 Mapeamento de solos.....	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Localização do experimento e caracterização da área	17
4.2 Legenda de Solos	17
4.3 Caracterização química	17
4.4 Dados Climáticos	18
4.5 Cultivares estudadas	18
4.6 Rendimento da cultura	19
4.7 Análise estatística	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Levantamento de Solos.....	21
5.2 Efeito da morfologia do solo no rendimento da cultura.....	22
5.3 Rendimento da Cultura.....	23
5.4 Efeito do clima no rendimento da soja	23

5.5 Avaliação do complexo sortivo	24
5.6 Avaliação da condição química na camada de 80-100 cm	27
5.7 Análise fatorial da condição química por profundidade	27
6 CONCLUSÃO.....	29
7 REFERÊNCIAS.....	30

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por sempre me proteger e me abençoar durante toda a minha vida. A minha Mãe, mais conhecida como Dona Dina, por sempre estar ao meu lado, me apoiando, e por sempre me dizer que “vai dar certo”, obrigado Mãe, tenho a senhora como meu maior exemplo de vida. Ao meu pai Claudionor Bastos Cezar que mesmo partindo dessa vida mais cedo, me ensinou muito, e mesmo não estando entre nós seu nome e legado continuam a me ensinar a cada dia. A toda a minha família, não consigo agradecer a cada um, só irmãos são 12, então de maneira geral obrigado a cada irmão, tio, primo, sobrinhos por serem minha família e por estarem ao meu lado.

Durante a minha caminhada na universidade tive o prazer e a honra de conhecer a minha futura esposa, a senhorita Laura de Lima Rodrigues, durante os nossos quase 4 anos de relacionamento, passamos por vários momentos juntos, momentos bons e difíceis, e sempre aprendendo juntos as experiências de cada momento. Foram muitas horas de estudos juntos, mas que agora estão gerando resultados, obrigado por ser minha namorada, amiga, colega, obrigado por fazer parte da minha vida, vamos passar por tudo juntos como sempre passamos.

A cada professor que tive o prazer de conhecer desde do ensino infantil até o ensino superior, obrigado pelos ensinamentos, pela paciência, pela dedicação, pelas experiências. Quero agradecer em especial ao meu orientador Professor Alceu Linares Pádua Junior pela confiança, pela paciência, pelos ensinamentos, pelo respeito, obrigado pelas conversas, pelo profissional e pela pessoa que o senhor é, obrigado por cada experiência proporcionada durante a minha faculdade.

E obrigado a todos os meus colegas, amigos, empresas que trabalhei e estagiei, obrigado por cada momento, experiência, saibam que vou levar cada um de vocês para a toda a minha vida.

RESUMO

O rendimento da soja (*Glycine max*) depende de vários fatores, tais como: clima, tipo de solo, correção da acidez, adubação, teor de umidade no solo, ciclo da variedade, manejo de pragas e doenças, dentre outras variáveis. Os conhecimentos dos atributos do solo são fundamentais para o correto manejo agrícola, em muitas situações são a principal causa da oscilação do rendimento das plantas. O objetivo desse trabalho foi realizar o levantamento e mapeamento dos solos de uma lavoura referência no município de Cabeceira Grande-MG. Os solos das áreas foram descritos seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e a descrição morfológica seguiu a metodologia do manual de coleta e descrição de solos no campo. Foram coletadas amostras de solos nas profundidades de 20-40 e 80-100 cm, sendo realizado em escala semidetalhada, um ponto a cada 10 hectares, totalizando 47 pontos e uma área de 470 hectares. Os parâmetros químicos do solo foram: pH (CaCl₂), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al), enxofre (S), acidez potencial (H+Al), soma de bases (Sb), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e condutividade elétrica (CE). Além dos dados químicos dos solos foram analisados os dados climáticos e o rendimento da cultura. Após a obtenção dos resultados foi realizado estatística descritiva para os atributos químicos dos solos para cada profundidade e um fatorial simples para os solos mais representativos em cada talhão, comparando os atributos às classes de solos x profundidades. O solo predominante foi o Latossolo com a ocorrência das subordens vermelho, vermelho-amarelo e amarelo. Os teores de enxofre e potássio na camada de 80-100cm, foram distintos dentre as classes de solos. A presença de impedimento físico em profundidade foi um parâmetro morfológico que elevou o rendimento da cultura da soja sob sistema irrigado.

Palavras-chave: ambientes de produção, leguminosa, cultura anual

ABCSTRAT

The soybean yield (*Glycine max*) depends on several factors, such as: climate, soil type, acidity correction, fertilization, soil moisture content, variety cycle, pest and disease management, among other variables. The knowledge of soil attributes is fundamental for the correct agricultural management, in many situations they are the main cause for the fluctuation of the yield of the plants. The aim of this work was to survey and map the soil of a reference crop in the municipality of Cabeceira Grande-MG. The soils in the areas were described following the Brazilian Soil Classification System and the morphological description followed the methodology of the manual for collecting and describing soils in the field. Soil samples were collected at depths of 20-40 and 80-100 cm, being carried out on a semi-detailed scale, one point every 10 hectares, totaling 47 points and an area of 470 hectares. The chemical parameters of the soil were: pH CaCl₂, organic matter (MO), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), phosphorus (P), aluminum (Al), sulfur (S), potential acidity (H + Al), sum of bases (Sb), cation exchange capacity (CTC), base saturation (V%) and electrical conductivity (CE). In addition to soil chemical data, climatic data and crop yield, provided by the property, were also analyzed. After obtaining the results, descriptive statistics were performed for the chemical attributes of the soils for each depth and a simple factorial for the most representative soils in each plot, comparing the attributes to the soil classes x depths. The most predominant soil was the Oxisol with the occurrence of the red, yellow-red and yellow suborders. The levels of sulfur and potassium in the 80-100cm layer were different among the soil classes. The presence of physical impairment in depth was a morphological parameter that increased the yield of soybean under an irrigated system.

Key words: production environments, legumes, annual crop

1. INTRODUÇÃO

O solo no ambiente agrícola é o meio formado pelo conjunto de atributos químicos, físicos, biológicos e morfológicos, sob efeito do clima e do manejo planejado pelo homem. Conhecer melhor tais atributos do solo pode facilitar o entendimento da oscilação do rendimento das culturas em diferentes ambientes de produção ao longo dos anos agrícolas.

A exigência cada vez maior do mercado por tecnologias que norteiem maiores rendimentos na cultura da soja e a busca pelo conhecimento do ambiente de produção geram a necessidade de se entender como são os solos das propriedades agrícolas. Comuns são os relatos de oscilação da produtividade da cultura da soja dentro de uma propriedade agrícola (PÁDUA JUNIOR et al., 2019). Vários fatores são inumerados como determinantes no rendimento da cultura, tais como: disponibilidade hídrica, clima, fertilidade do solo, idade da lavoura, presença ou ausência de injúrias causadas por pragas, doenças e plantas daninhas, dentre outras variáveis.

O levantamento de solos dentro de certos níveis de detalhe permite uma melhor definição da variabilidade dos solos de uma propriedade, podendo estas informações auxiliar no planejamento da irrigação, uso de fertilizantes, aplicação de gesso, controle de plantas daninhas, escolha da população de plantas e adequação do genótipo por ambiente de produção (PRADO et al., 2010).

A região noroeste de Minas Gerais tem como expoente a agricultura e a pecuária. Nesta região destaca-se o município de Unaí como o sexto município maior produtor de grãos do Brasil. O município de Cabeceira Grande, que faz divisa com Unaí, tem em sua paisagem o predomínio de chapadas formadas por solos localizados em relevo plano a levemente suave e com boa média de precipitação pluviométrica. Destaca-se no município a presença de empresas agrícolas de alto nível tecnológico no agronegócio. Entretanto, relatos de produtores sobre as potencialidades e limitações dos solos locais são comuns na região, muitas vezes inconformados com o alto investimento realizado em insumos e o baixo retorno em rendimento da cultura por hectare.

Diante do exposto o trabalho teve como objetivo identificar os solos e avaliar a condição química dos solos de uma propriedade agrícola representativa da região. Este trabalho serve como marco inicial para os trabalhos que serão desenvolvidos na busca da

identificação de indicadores de qualidade dos solos para a produção de culturas anuais no noroeste de Minas Gerais.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

- Realizar o levantamento e mapeamento dos solos de uma lavoura referência no município de Cabeceira Grande-MG.

2.2 Objetivos específicos

- Descrever a classe de solo que melhor expressa o rendimento da cultura da soja.
- Identificar parâmetros químicos que possam explicar o rendimento da cultura da soja.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 História e origem da soja

A soja (*Glycine max* L) *pertence* à família Fabaceae é utilizada como uma das principais fontes de óleos vegetais do mundo (Streck et al., 2008). Apresenta como centro de origem a região nordeste da China (Gazzoni, 2018). No Brasil, o primeiro cultivo de soja se deu no ano de 1882 por Gustavo D’Utra, no estado da Bahia, porém em função de sua necessidade climática mais amena não obteve sucesso nas temperaturas mais elevadas do clima baiano. Posteriormente, a cultura foi introduzida com sucesso no período entre 1920 a 1940 no estado do Rio Grande do Sul (Gazzoni, 2018). A demanda internacional por esse grão e a necessidade de disseminar o cultivo da cultura para outras áreas do país fez com que mais pesquisas fossem realizadas na busca por genótipos que melhor se adaptassem a temperaturas mais elevadas, e hoje, a soja se encontra em todo o Brasil, principalmente na região do Cerrado (Gazzoni, 2018).

A cultura da soja apresenta uma grande importância econômica para o Brasil. Na safra 2018/2019 a cultura ocupou uma área de 35.775,2 milhões de hectares (CONAB, 2019), o que torna o país o segundo maior produtor do grão. Segundo CONAB (2019) a região sudeste apresenta uma área de 2.550,9 milhões de hectares com a cultura da soja, sendo que o estado de Minas Gerais ocupa 61,7% desta área. A produtividade média nacional da soja no ano 18/19 foi de 53,43 sacas por hectare (CONAB, 2019). Entretanto, estudos demonstram que a cultura apresenta potencial de produtividade superior a 100 sacas por hectare (SAKO et al., 2015).

3.2 Noroeste de Minas Gerais

A região Noroeste de Minas possui uma área territorial de 61.340,08 km², com a população estimada de 313.534 mil habitantes em 24 municípios (CGMA, 2015). O município de Cabeceira Grande apresenta uma população de 6.949 habitantes, e uma área territorial de 1.031,409 km² (IBGE, 2018). Segundo a classificação climática de Köppen a região apresenta um clima tropical (Aw) (Martins et al., 2018).

Na área agrícola a região destaca na produção de grãos, principalmente soja, milho e feijão em aproximadamente 25.000 hectares IBGE (2018).

3.3 Geologia

A formação geológica da região tem o predomínio do Grupo Bambuí, que pertence ao Supergrupo São Francisco, presente nos estados de Minas Gerais, Goiás e Bahia (Pereira et al., 2010). Dentro do grupo Bambuí ocorre o subgrupo Paraopeba Indiviso (NP2bp) que engloba siltitos, argilitos muitas vezes calcíferos, calcários e lentes de quartzito (CPRM, 2012).

O grupo Bambuí também contempla a formação de Três Marias (NP3tm) composta predominantemente por arcóseos e siltitos verdes a cinza-esverdeados, os mesmos depositados em ambiente plataformal raso, com intensa influência de ondas de tempestade (Chiavegatto, 1992).

3.4 Ambiente de produção

O ambiente de produção é definido pelo conjunto de atributos químicos, físicos-hídricos, morfológicos das camadas superficiais e subsuperficiais das diferentes classes de solos, associado as condições climáticas de cada região (Prado, 2005). No Brasil os ambientes de produção têm sua base científica na cultura da cana-de-açúcar. Esta tecnologia permite mediante o conhecimento da classe de solo associado ao clima posicionar as variedades de cana-de-açúcar por ambiente de produção e ganho no rendimento por hectare.

As demais culturas apresentam comportamentos diferentes em cada ambiente de produção, dentre elas se destaca a soja, que mesmo sendo uma cultura anual, explora o perfil do solo abaixo de 3,0 m devido ao enraizamento profundo (Pádua Junior et al., 2019).

3.5 Fatores que afetam o rendimento das culturas

O desenvolvimento e o rendimento final de uma lavoura de soja podem estar relacionados a diversos fatores, dentre eles, as condições ambientais, manejo e o genótipo (Battisti et al., 2018).

Os solos são de grande importância para o desenvolvimento das plantas, fornece água, nutrientes e sustentação mecânica (COELHO et al., 2013). Atributos químicos, físicos e biológicos dos solos têm relação direta em lavouras com alta produtividade

(SAKO et al., 2016). Estudos indicam a importância de se conhecer os solos agricultáveis além da camada arável (Pádua Junior et al., 2019; Pádua Junior, 2016; Lorençon, 2014).

Os solos brasileiros são classificados em 13 ordens (EMBRAPA 2018), sendo que a classe dos Latossolos representam cerca de 31,61% do território nacional (SANTOS et al., 2011). No estado de Minas Gerais, os Latossolos representam uma área de 43% (Amaral et al., 2004). Estes solos são de intemperismo muito avançado, sendo classificado como muito profundo (>2,0 metros) Embrapa (2018), baixa saturação por bases (V%), acidez elevada e presença de alumínio tóxico (Al^{3+}) (SANTOS et al., 2018). Os Latossolos podem ser classificados a nível de subordem em: Vermelho, Amarelo, Vermelho-Amarelo e Bruno (EMBRAPA, 2018). São solos de textura média a muito argilosa no horizonte Bw (EMBRAPA, 2014). Os Latossolos apresentam seis caracteres químicos abaixo da camada arável, sendo importante no estudo do potencial produtivo de algumas culturas, como por exemplo, a cultura da cana-de-açúcar (PRADO, 2018; LANDELL et al., 2003). Dias et al. (1999) concluíram que a produtividade da cana-de-açúcar é influenciada pela presença de cálcio (Ca^{2+}) em subsuperfície em diferentes classes de solos do estado de São Paulo. O mesmo observado por SAKO (2016) na cultura da soja.

Os atributos morfológicos do solo são identificados pela diferenciação visual e quando manuseados no tato (Santos et al., 2018). Trabalhos demonstram que a presença de alguns atributos morfológicos tem influenciado a capacidade de produção de várias culturas. A presença de impedimento físico em subsuperfície proporciona efeito direto no desenvolvimento de várias culturas. Mesquita et al. (2007) relacionou o acúmulo de água em Latossolos com camada de petroplintita em subsuperfície com a ausência de Araticum (*Annona crassiflora*) em campos nativos do estado de Goiás. Papa et al. (2011) avaliaram os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos petroplínticos no Distrito Federal e concluíram que os horizontes petroplínticos podem afetar as culturas visto que os mesmos aumentam a retenção de água do solo, podendo levar ao encharcamento das áreas agrícolas em épocas chuvosas. No entanto, Pádua Junior. (2016) observou que o horizonte concrecionário em Latossolo Vermelho Acriférrico da região de Bom Jesus de Goiás associado a precipitação pluviométrica de 80 mm no mês de julho de 2014 proporcionou condição hídrica favorável para a colheita da cana-de-açúcar no mês de agosto (meio da safra). Rodrigues et al. (2015), demonstraram que a cultura do milho foi mais produtiva em Latossolos com mosqueados abaixo de 100 cm, quando comparados a presença de

petroplintita a 70 cm de profundidade (Latosolo Vermelho Amarelo petroplíntico) ou em superfície (Plintossolo Pétrico) numa topossequência em Unaí-MG.

Outros atributos dos solos, como a textura, podem justificar diferenças nos rendimentos de culturas semi-perenes e anuais (DEMATÊ & DEMATÊ, 2009; SANTOS et al., 2008). Segundo Maule et al. (2001) as características do horizonte B textural e B plânico nas classes do Argissolo e Planossolo respectivamente foram determinantes para a oscilação da produtividade de cultivares de cana-de-açúcar. A textura tem interferência direta na retenção e disponibilidade hídrica do solo e no comportamento químico do solo, influenciando na disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (EMBRAPA, 2018). Pádua Junior et al. (2017) concluíram que as diferentes texturas do Latossolo Vermelho distrófico no cerrado de Goiás interferiram nos parâmetros qualitativos e rendimento da cultura do feijoeiro comum.

A condutividade elétrica (CE) mede a capacidade de uma solução transferir corrente elétrica em função da presença dos íons hidrogênio (H^+), hidroxila (OH^-), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^+), amônio (NH_4^+), nitrato (NO_3^-), alumínio solúvel (Al^{3+}), micronutrientes. Este atributo é diretamente proporcional aos teores de matéria orgânica (MO), textura do solo (CARMO E SILVA 2016); (EMBRAPA 2009) e serve de parâmetro para medir a salinização (TRANI et al., 2011). A CE aparente vem sendo utilizada medida a campo para posicionar a população de sementes nas lavouras anuais, para avaliar a estimativa de produtividade e a condição química do solo (Johnson et al., 2005; Moral et al., 2010; Peralta & Costa, 2013).

3.6 Mapeamento de solos

O mapeamento de solos é visto como uma alternativa muito precisa para auxiliar no crescimento de uma região e até mesmo de um país, visto que uma região que contém um mapa de solos tem um melhor planejamento e correto de uso dos solos. O conhecimento dos solos vale para todos os ramos de desenvolvimento econômico e social de uma região ou país, pois se pode ter um uso melhor do solo para a construção de uma cidade, como para a implantação de uma lavoura e ambas de uma forma mais sustentável (Silva, 2011). O levantamento de solos ou pedológico para a posterior elaboração dos mapas se baseia em trabalhos de campo para caracterização morfológicas dos solos e atividades de laboratório, como as realizações de análise químicas e mineralógicas e posterior interpretação dos resultados (Silva, 2012).

Para o levantamento de solo e posterior elaboração de um mapa de solos podem ser utilizados os seguintes métodos de levantamento: exploratório, reconhecimento de baixa intensidade, reconhecimento de média intensidade, reconhecimento de alta intensidade, semidetalhado, detalhado e ultra detalhado (Prado, 2019).

Segundo Prado (2019) cada tipo de levantamento de solos segue uma metodologia diferente a respeito do número de pontos observados e da abertura de trincheiras, como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1. Levantamento de solos, pontos observados e número de trincheiras por hectare.

Tipos de levantamentos de solos	Pontos observados	Número de trincheiras
Exploratório	1/3001 a 6000 ha	1/400000 a 800000 ha
Reconhecimento de baixa intensidade.	1/1001 a 3000 ha	1/200000 a 30000 ha
Reconhecimento de média intensidade.	1/601 a 1000 ha	1/15000 a 20000 ha
Reconhecimento de alta intensidade.	1/301 a 600 ha	1/10000 a 15000 ha
Semidetalhado.	1/21 a 300 ha	1/250 a 600 ha
Detalhado.	1/1,1 a 20 ha	1/25 a 50 ha
Ultra detalhado.	1/0,25 a 1 ha	1/10 a 30 ha

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Localização do experimento e caracterização da área

O presente trabalho foi desenvolvido na fazenda Kabuchinha sob as coordenadas geográficas 15°57'57.05"S 47° 6'59.59"O no município de Cabeceira Grande, localizado no noroeste de Minas Gerais, na safra 2018/2019, onde o plantio da área foi realizado entre os dias 12/10/2018 a 30/10/2018.

Na região do estudo ocorre Coberturas detrito-lateríticas que tem como predomínio a formação de Latossolos areno-argilosos, lateritizados, em superfícies de aplainamento relacionadas ao Ciclo Sul-Americano (CPRM, 2008).

Os solos das áreas foram descritos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018). A descrição morfológica seguiu a metodologia proposta por (SANTOS et al., 2013).

4.2 Legenda de Solos

Para facilitar a divisão da condição química, textura e a presença de cascalhos (petroplintitas em subsuperfície) os solos foram classificados conforme o exemplo da legenda a seguir:

LVd-4b; LVd-5a

- O número 4 de textura muito argilosa no horizonte B (>60% de argila).
- O número 5 de presença de cascalhos a 80 cm de profundidade associado a textura muito argilosa no perfil do solo, conforme descrito por Prado et al. (2010).
- Em relação a condição química (grande grupo) na classificação pedológica a letra “e” de Eutrófico solos com elevada soma de bases a saturação por bases.
- “d-a” de Hiperdistrófico solos com teor de cálcio igual ou acima de 0,8 cmol_c dm⁻³ solo em subsuperfície.
- “d-b” de Mesodistrófico solos com teor de cálcio abaixo de 0,8 cmol_c dm⁻³ solo em subsuperfície.

4.3 Caracterização química

Para a caracterização química dos solos foram retiradas amostras de solos em três profundidades: 0-0,2m (conforme grids amostrados por agricultura de precisão) e 0,2-0,4 m e 0,8-1,0 m a cada 10 hectares em 470 hectares, totalizando 47 pontos de tradagens.

As propriedades químicas analisadas foram: pH CaCl₂, matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al), enxofre (S), acidez potencial (H+Al), soma de bases (Sb), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e condutividade elétrica (CE).

4.4 Dados climáticos

Os dados climáticos foram obtidos através da estação meteorológica da empresa Irriger que presta serviços para a fazenda voltados a área de irrigação. As variáveis climáticas obtidas foram: temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) (Figura 1) e precipitação (mm) (Figura 2).

Figura 1. Temperatura máxima, mínima e média durante o ciclo da soja (plantio 12/10/18 – colheita 22/02/19).

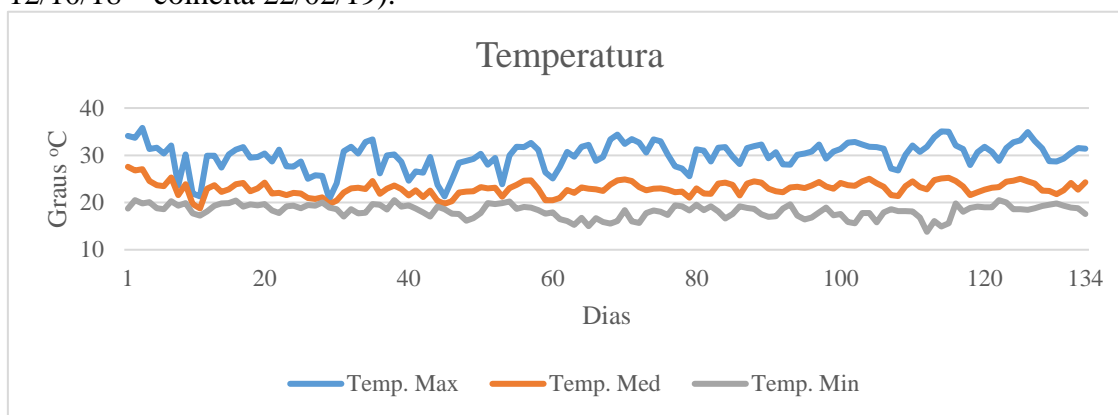
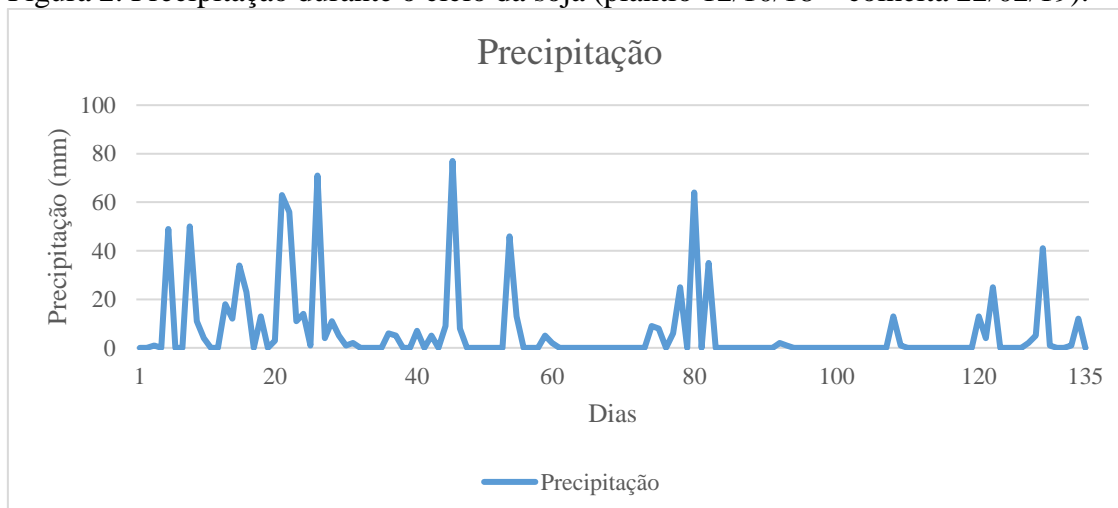


Figura 2. Precipitação durante o ciclo da soja (plantio 12/10/18 – colheita 22/02/19).



4.5 Cultivares estudadas

As cultivares plantadas na área foram Desafio, M6210 IPRO e 96Y90, as características de cada cultivar podem ser observadas na tabela 2.

Tabela 2. Características das cultivares plantadas na área de estudo.

Desafio	
Hábito de crescimento	Indeterminado
Ciclo	118 dias
Tecnologia RR	Possui
Tecnologia Intacta	Ausente
M6210 IPRO	
Hábito de crescimento	Indeterminado
Ciclo	105 dias
Tecnologia RR	Possui
Tecnologia Intacta	Possui
96Y90	
Hábito de crescimento	Indeterminado
Ciclo	115 dias
Tecnologia RR	Possui
Tecnologia Intacta	Ausente

4.6 Rendimento da cultura

Os dados de rendimento da cultura foram obtidos pelo banco de dados da fazenda mediante o uso dos mapas de colheita. Os mapas de produção foram analisados em conjunto com os mapas de solos, com o intuito de se observar a influência química e das classes de solos no rendimento da soja.

4.7 Análise estatística

Para os atributos químicos de cada talhão foi aplicado uma estatística descritiva utilizando o programa Excel 2013. Dentre as classes de solos mais representativa na área de estudo foi realizado um Fatorial simples 3 x2, sendo 3 tipos de solos e 2 profundidades, utilizando o teste de média Tukey (5%) onde se utilizou o programa SISVAR 5.6 para

gerar os resultados. Na análise fatorial foram selecionados os três solos de maior ocorrência na propriedade LVAd-5a; LVd-4a e LVd-4b, em 3 repetições para verificar quais parâmetros químicos apresentaram maior impacto no rendimento da cultura.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Levantamento de Solos

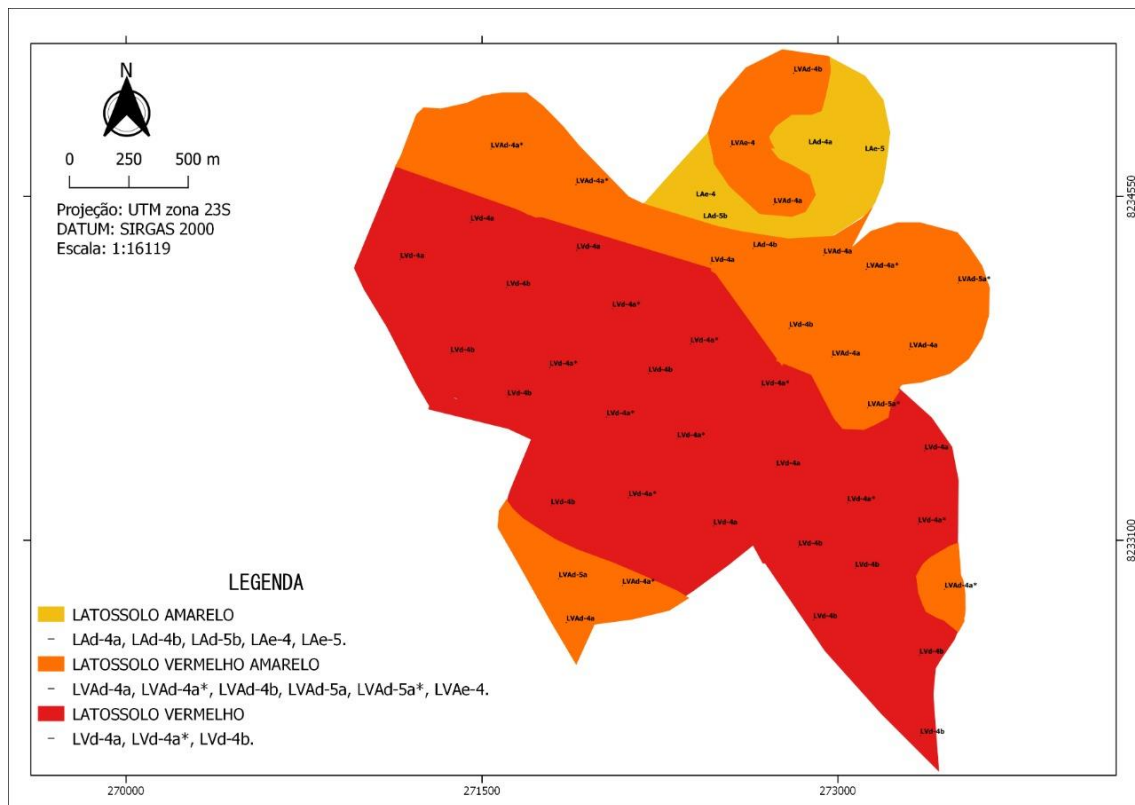
O levantamento de solos na escala de um ponto a cada 10 hectares (semidetalhada) permitiu identificar a classe dos Latossolos com predominante, como pode ser observado na figura 3. A porcentagem de ocorrências dos Latossolos identificados na área pode ser observada na tabela 3.

Tabela 3. Classes de solos, números de observações, hectares e porcentagem de cada classe.

Sigla	Classe de Solo	Número de observações	Hectares	% de ocorrência
LVd-4a	Latossolo Vermelho Hiperdistrófico	16	160	34
LVd-4b	Latossolo Vermelho Mesodistrófico	11	110	23
LVAAd-4a	Latossolo Vermelho-Amarelo Hiperdistrófico	10	100	21
LVAAd-5a	Latossolo Vermelho-amarelo Hiperdistrófico Petroplíntico	3	30	6
LAe-4	Latossolo Amarelo Eutrófico	1	10	2
LVAe-4	Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	1	10	2
LVAAd-4b	Latossolo Vermelho-Amarelo Mesodistrófico	1	10	2
LAe-5	Latossolo Amarelo eutrófico petroplíntico	1	10	2
LAd-4a	Latossolo Amarelo Hiperdistrófico	1	10	2
LAd-4b	Latossolo Vermelho Mesodistrófico	1	10	2
LAd-5b	Latossolo Amarelo Mesodistrófico petroplíntico	1	10	2

O levantamento de solos realizado na área mostra o predomínio da classe dos Latossolos Vermelhos (figura 3) corroborando com o trabalho da Epamig (2014) para avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões Paracatu e Unai - Minas Gerais.

Figura 3. Mapa de solos da área de estudo.



5.2 Efeito da morfologia do solo no rendimento da cultura

O maior rendimento da soja foi no LVAd-5a com presença de camada de impedimento a 80 cm de profundidade. A morfologia do solo pode interferir no rendimento da cultura da soja. Pádua Junior et al. (2019) relatam que a presença de impedimento físico em subsuperfície proporciona melhor desenvolvimento para a cultura da soja, desde que o volume de chuvas não seja excessivo.

A presença de impedimento em subsuperfície pode afetar o comportamento do lençol freático. Rodrigues (2019) avaliou a oscilação do lençol freático em Latossolos com a cultura da soja, e observou que em LVA com a presença de mosqueado e plintita foi encontrado água a 3 metros de profundidade, enquanto em LV sem impedimento em subsuperfície foi observado presença de água a 6 metros de profundidade. Apesar de não realizado o estudo do nível do lençol freático a classe de solo mais produtiva é semelhante ao observado no trabalho de Rodrigues (2019).

5.3 Rendimento da Cultura

As áreas apresentaram produtividades diferentes (tabela 4), e isso pode ter influência da classe de solo, histórico da área e manejo químico. Os rendimentos da cultura no pivô 2 foram superiores entre as áreas estudadas. Cabe salientar que os pivôs 1 e 2 tem o histórico de cultivo com a cultura do café, lavoura retirada em 2013. A lavoura de café pode ter influenciado na melhora da química dos solos dessas áreas, segundo Mesquita et al. 2016 a cultura do café recebe doses significativas de gesso (2 toneladas por hectare) e adubação com potássio de 450 kg por hectare ano. A classe de solo predominante no pivô 2 é o LVAd-5a petroplântico. Rodrigues et al. (2015) relataram o efeito da classe de solo no desenvolvimento da cultura do milho em uma topossequência de Unaí-MG, e observaram que a cultura do milho apresentou melhor desenvolvimento em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico plintossólico. Pádua Junior (2016) relacionou a presença de horizonte concrecionário em Latossolos Férricos na região de Goiatuba, GO cultivados com na cultura da cana-de-açúcar ao maior rendimento da cultura colhida no meio de safra (agosto) com o volume de precipitação pluviométrica acumulado de 80 mm ocorridos no mês de julho de 2014.

Tabela 4. Rendimento por talhão, cultivares plantadas em cada talhão.

Talhão	Produtividade (sacas ha ⁻¹)	Cultivares
Pivô 2	95,78	Desafio
Pivô 6	88,02	Desafio
Pivô 3	85,76	Desafio
Pivô 1	82,06	M6210 IPRO
Pivô 4	80,31	96Y90
Pivô 5	76,62	M6210 IPRO
Sequeiro	52,03	M6210 IPRO

5.4.Efeito do clima no rendimento da soja

Os fatores climáticos interferem diretamente no rendimento das culturas, Sentelhas et al. (2016). A precipitação durante o ciclo da soja nas áreas avaliadas obteve um acumulado de 908 mm, com oscilações durante o ciclo da cultura, conforme figura 2. Segundo Carvalho et al. (2013) a necessidade hídrica da soja em todo o seu ciclo varia

entre 450 a 850 mm, com isso as chuvas atenderam a necessidade da cultura durante seu ciclo.

O menor rendimento da soja na área de sequeiro pode ser explicado pelo fator clima, principalmente quanto ao fator precipitação pluviométrica que afetou de maneira significativa no rendimento da cultura devido os veranicos entre 80 a 110 dias. Segundo Sentelhas (2019) o fator clima é responsável por 50% do rendimento da cultura da soja. A temperatura (Figura 1) manteve o valor médio variando entre 20°C e 30°C durante o ciclo. De acordo com o CESB (2016) estes valores estão dentro do ideal para o desenvolvimento da soja.

5.5 Avaliação do complexo sortivo

Nas tabelas 5 e 6 a estatística descritiva dos parâmetros químicos avaliados dos solos coletados na fazenda nas camadas de 20-40 e 80-100 cm dos 470 hectares mapeados. O teor médio de M.O dos solos foi semelhante para a profundidade de 20-40 cm principalmente por serem solos de textura muito argilosa, resultado semelhante descrito por Rajj (2011), cujo teores de argila elevados se relacionam aos altos teores de matéria orgânica. Cabe salientar que todos os solos mapeados são de textura muito argilosa (Tabela 3) e segundo Sobral et al. (2015) os teores de matéria orgânica estão entre médio e alto. Além disso, a matéria orgânica confere alta adsorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} Goes (2010), entretanto, não observado na área de estudo provavelmente pela extração e exportação pela cultura (EMBRAPA, 2014) ou pelas perdas por lixiviação, visto que estes elementos se movimentam por fluxo de massa (IPNI, 1998) no perfil do solo.

Os teores médios de potássio foram maiores no pivô 2 em ambas as profundidades (tabela 5, tabela 6) isso pode ter relação com o histórico de cultivo do café que proporcionou um maior rendimento da soja associado a presença de impedimento físico, ou seja, provavelmente maior volume de água na planta. De acordo com Serafim et al. (2012) a soja respondeu de maneira positiva as doses de potássio aplicadas na cultura principalmente na massa dos grãos. Já os teores de Ca^{2+} e o Mg^{2+} a tendência foi diferente, visto que a área mais produtiva (pivô 2) não apresentou os maiores teores desses nutrientes em ambas as profundidades. Por outro lado, Bastos (2018) observou uma maior produtividade para o feijoeiro comum em solos com maiores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} .

Tabela 5. Estatística descritiva de atributos químicos de cada talhão (20-40cm).

Estatística	pH	P	M.O	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	CTC	S	V%	C.E
	CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³			dS m ⁻¹
Pivô 1 20-40 cm (n=7)											
Média	5,17	3,29	29,86	0,23	1,36	0,51	0,13	4,48	16,57	46,81	0,12
Máximo	6,00	10,00	43	0,32	1,90	0,90	0,40	5,95	22,00	71,20	0,17
Mínimo	4,40	1,00	25	0,15	0,60	0,20	0,0	3,77	12,00	25,10	0,07
Dp	0,58	3,68	6,18	0,06	0,55	0,26	0,19	0,75	3,41	17,87	0,04
CV (%)	0,11	1,12	0,21	0,26	0,41	0,51	1,47	0,17	0,21	0,38	0,33
Pivô 2 20-40 cm (n=3)											
Média	4,93	1,67	30,33	0,35	0,90	0,30	0,13	4,38	16,67	36,23	0,11
Máximo	5,70	2	32	0,43	1,60	0,60	0,20	5,35	18	63,60	0,13
Mínimo	4,50	1	29	0,27	0,50	0,10	0,0	3,67	16	21,40	0,10
Dp	0,67	0,58	1,53	0,08	0,61	0,26	0,12	0,87	1,15	23,73	0,02
CV (%)	0,13	0,35	0,05	0,23	0,68	0,88	0,87	0,20	0,07	0,65	0,14
Pivô 3 20-40 cm (n=10)											
Média	4,95	1,80	26,20	0,24	1,19	0,34	0,11	4,10	14,20	43,32	0,10
Máximo	5,30	2	32	0,40	1,70	0,50	0,30	4,89	22	54,80	0,13
Mínimo	4,60	1	20	0,13	0,90	0,20	0,00	3,17	8	36,30	0,06
Dp	0,24	0,42	4,26	0,10	0,26	0,11	0,11	0,56	4,16	6,14	0,02
CV (%)	0,05	0,23	0,16	0,40	0,21	0,32	1	0,14	0,29	0,14	0,20
Pivô 4 20-40 cm (n=7)											
Média	5	2	33,86	0,24	1,07	0,33	0,06	4,10	14,29	39,64	0,08
Máximo	5,30	4	37	0,33	1,50	0,40	0,20	5,03	18	44,30	0,09
Mínimo	4,30	1	22	0,16	0,50	0,30	0,0	3,64	12	25,70	0,07
Dp	0,35	1	5,40	0,06	0,34	0,05	0,08	0,52	2,14	6,40	0,01
CV (%)	0,07	0,50	0,16	0,26	0,32	0,15	1,38	0,13	0,15	0,16	0,14
Pivô 5 20-40 cm (n=5)											
Média	5,06	1,80	25,40	0,32	1,20	0,48	0,02	4,16	14,80	48,12	0,12
Máximo	5,20	3	29	0,45	1,80	0,60	0,10	5,17	22	57	0,13
Mínimo	4,90	1	22	0,19	0,80	0,30	0,0	3,49	12	37,50	0,09
Dp	0,15	0,84	2,70	0,10	0,39	0,13	0,04	0,62	4,15	8,93	0,02
CV (%)	0,03	0,46	0,11	0,32	0,33	0,27	2,24	0,15	0,28	0,19	0,15
Pivô 6 20-40 cm (n=5)											
Média	4,80	2,60	27,20	0,25	1,10	0,40	0,12	4,69	17,20	39,36	0,10
Máximo	5,20	5	36	0,36	1,40	0,60	0,30	5,94	22	53,70	0,14
Mínimo	4,50	2	18	0,14	0,80	0,30	0,0	2,81	14	20,80	0,08
Dp	0,27	1,34	6,61	0,09	0,25	0,12	0,13	1,22	3,03	11,93	0,02
CV (%)	0,06	0,52	0,24	0,34	0,23	0,31	1,09	0,26	0,18	0,30	0,20
Sequeiro 20-40 cm (n=10)											
Média	5,30	1,50	26,60	0,25	1,16	0,42	0,03	3,69	15	49,19	0,08
Máximo	6,30	2	34	0,33	1,90	0,80	0,20	5,21	24	69,90	0,12
Mínimo	4,50	1	20	0,20	0,70	0,10	0,0	2,74	10	28,50	0,06
Dp	0,62	0,53	4,86	0,04	0,46	0,23	0,07	0,73	3,92	12,62	0,02
CV (%)	0,12	0,35	0,18	0,17	0,39	0,54	2,25	0,20	0,26	0,26	0,23

P (fosforo), M.O (matéria orgânica), K (potássio), Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio), Al (alumínio), CTC (capacidade troca de cátions), S (enxofre), V% (saturação por bases), C.E (condutividade elétrica).

Tabela 6. Estatística descritiva de atributos químicos de cada talhão (80-100cm)

Estatística	pH	P	M.O	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	CTC	S	V%	C.E
	CaCl ₂	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³		dSm ⁻¹
Pivô 1 80-100 cm (n=7)											
Média	5,63	1,14	16,57	0,18	0,87	0,50	0,04	3,09	17,14	50,81	0,08
Máximo	6,10	2	24	0,22	1,10	0,80	0,30	4,30	24	63,50	0,10
Mínimo	4,70	1	13	0,10	0,60	0,30	0,0	2,41	10	34,80	0,06
Dp	0,45	0,38	3,55	0,04	0,21	0,15	0,11	0,59	6,20	10,71	0,02
CV (%)	0,08	0,33	0,21	0,23	0,24	0,31	2,65	0,19	0,36	0,21	0,20
Pivô 2 80-100 cm (n=3)											
Média	5,73	1,33	14,67	0,27	0,90	0,43	0	3,24	18,67	50,37	0,07
Máximo	5,90	2	17	0,32	1	0,50	0	3,74	22	57,70	0,07
Mínimo	5,60	1	12	0,24	0,70	0,30	0	2,63	16	41,10	0,06
Dp	0,15	0,58	2,52	0,04	0,17	0,12	0	0,56	3,06	8,47	0,01
CV (%)	0,03	0,43	0,17	0,15	0,19	0,27	0	0,17	0,16	0,17	0,10
Pivô 3 80-100 cm (n=10)											
Média	5,42	1,40	13,60	0,22	0,84	0,36	0,02	3,84	13,40	40,88	0,07
Máximo	5,70	2	20	0,30	1,10	0,50	0,20	6,74	18	55,70	0,08
Mínimo	4,90	1	12	0,11	0,40	0,20	0,0	2,58	10	18,30	0,04
Dp	0,27	0,52	2,41	0,07	0,20	0,10	0,06	1,53	2,50	13,87	0,01
CV (%)	0,05	0,37	0,18	0,31	0,23	0,27	3,16	0,40	0,19	0,34	0,20
Pivô 4 80-100 cm (n=7)											
Média	5,49	1,57	23,29	0,13	0,89	0,27	0,0	3	10,29	42,39	0,07
Máximo	5,70	2	27	0,32	1,10	0,40	0,0	3,27	14	50,30	0,09
Mínimo	5,10	1	15	0,03	0,50	0,20	0,0	2,53	6	28,80	0,06
Dp	0,25	0,53	3,95	0,10	0,21	0,08	0,0	0,25	2,69	7,67	0,01
CV (%)	0,05	0,34	0,17	0,81	0,24	0,28	0,0	0,08	0,26	0,18	0,15
Pivô 5 80-100 cm (n=5)											
Média	5,46	1	14,60	0,16	0,96	0,42	0,02	3,14	10,80	48,42	0,06
Máximo	5,80	1	20	0,30	1,50	0,60	0,10	3,70	16	58,70	0,10
Mínimo	5	1	12	0,04	0,50	0,30	0,0	2,51	6	30,50	0,04
Dp	0,38	0,0	3,21	0,12	0,40	0,11	0,04	0,51	4,60	11,12	0,02
CV (%)	0,07	0,0	0,22	0,74	0,41	0,26	2,24	0,16	0,43	0,23	0,38
Pivô 6 80-100 cm (n=5)											
Média	5,06	1,40	15,60	0,16	0,64	0,28	0,08	3,48	16,40	34,76	0,06
Máximo	5,70	2	25	0,28	0,90	0,40	0,20	5,02	28	53,40	0,08
Mínimo	4,30	1	10	0,10	0,10	0,10	0,0	2,58	8	6,30	0,05
Dp	0,59	0,55	6,02	0,07	0,34	0,11	0,11	0,91	7,40	18,67	0,01
CV (%)	0,12	0,39	0,39	0,43	0,54	0,390	1,37	0,26	0,45	0,54	0,17
Sequeiro 80-100 cm (n=10)											
Média	5,44	1,10	14,30	0,10	0,68	0,34	0,05	2,61	15,60	41,40	0,05
Máximo	6,10	2	17	0,21	1,40	0,70	0,20	3,44	18	62,20	0,08
Mínimo	4,90	1	10	0,04	0,20	0,10	0,0	2	12	20,80	0,04
Dp	0,45	0,32	2,63	0,06	0,38	0,17	0,07	0,42	2,27	13,26	0,01
CV (%)	0,08	0,29	0,18	0,68	0,56	0,50	1,41	0,16	0,15	0,32	0,24

P (fosforo), M.O (matéria orgânica), K (potássio), Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio), Al (alumínio), CTC (capacidade troca de cátions), S (enxofre), V% (saturação por bases), C.E (condutividade elétrica).

5.6 Avaliação da condição química na camada de 80-100 cm

A condição química na profundidade de 80-100 cm (tabela 6) do pivô 2 (mais produtivo) apresenta como diferencial o teor nulo de Al e maior teor para o elemento S em relação as outras áreas. Nolla et al. (2007) observaram que o desenvolvimento radicular da soja foi afetado com a presença de Al. O teor de alumínio nulo para o pivô 2 pode ter proporcionando um ambiente mais favorável para o desenvolvimento da raiz em profundidade. Kappes et al. (2013) indica o uso gesso do como fonte de S para a cultura da soja, cujo fornecimento de S para a cultura proporcionou maior rendimento da cultura.

5.7 Análise fatorial da condição química por profundidade

Entre os nutrientes se destaca o potássio e o enxofre na profundidade de 80-100 cm sendo que para o LVAd-5a foi superior ao LVd-4a (tabela 8), podendo esses nutrientes em profundidade influenciar na produtividade da soja.

Broch et al. (2011) concluíram que a soja responde de maneira eficiente a adubação com enxofre, no entanto, solos pobres nesse nutriente são limitantes para uma maior produção, corroborando com os dados do trabalho, visto que o maior rendimento foi obtido onde se encontra teores mais elevados de elemento.

Tabela 7. Fatorial das principais classes de solos da área x profundidade (1=20-40cm; 2=80-100cm).

Solos	Atributos do solo									
	pH (CaCl ₂)		M.O (g dm ⁻³)		CTC (cmolc dm ⁻³)		V%		CE (ds m ⁻¹)	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
LVAd – 5a	4,93 B a	5,73 A a	30,33 A b	14,67 B b	4,38 Aa	3,24 Aa	36,23 Aa	50,37 Aa	0,11 Aa	0,07 Ba
LVd – 4a	4,83 A a	5,43 A a	36 A a	24,67 B a	4,42 Aa	3,07 Aa	37,97 Aa	41,33 Aab	0,09 Aa	0,07 Ba
LVd – 4b	4,83 A a	5,43 A a	21,33 A c	12,33 B b	3,52 Aa	5,28 Aa	44,53 Aa	22,43 Bb	0,10 Aa	0,05 Ba

M.O (matéria orgânica), CTC (capacidade troca de cátions), V% (saturação por bases), C.E (condutividade elétrica).

Letras minúsculas comparação na coluna, letras maiúsculas comparação na linha, letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.

Gonçalves Junior et al. (2010) observaram que a adubação elevada com potássio influenciou positivamente no maior rendimento da soja. Serafim et al. (2012) concluíram que a soja foi mais produtiva com uma adubação adequada de potássio e que o mesmo ajudou a amenizar os efeitos negativos do déficit hídrico.

Tabela 8. Fatorial das principais classes de solos da área x profundidade (1= 20-40cm; 2=80-100cm).

Solos	Teor de nutrientes												Produtividade (Sacac ha ⁻¹)
	P (mg dm ⁻³)		K (cmol _c dm ⁻³)		Ca (cmol _c dm ⁻³)		Mg (cmol _c dm ⁻³)		S (mg dm ⁻³)		Al (cmol _c dm ⁻³)		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
LVAd – 5a	1,67 Aa	1,33 Aa	0,35 Aa	0,27 Aa	0,90 Aa	0,90 Aa	0,30 Aa	0,43 Aa	16,67 Aa	18,67 Aa	0,13 Aa	0,0 Aa	95,78
LVd – 4a	2,67 Aa	1,67 Aa	0,22 Aa	0,14 Ab	1,13 Aa	0,90 Aa	0,37 Aa	0,23 Aa	14,00 Aa	10,67 Ab	0,10 Aa	0,0 Aa	80,31
LVd – 4b	1,67 Aa	1,00 Aa	0,26 Aa	0,18 Aab	1,00 Aa	0,60 Aa	0,30 Aa	0,30 Aa	12,67 Aa	14,67 Aab	0,17 Aa	0,0 Ba	85,76

P (fosforo), K (potássio), Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio), Al (alumínio), S (enxofre). Letras minúsculas comparação na coluna, letras maiúsculas comparação na linha, letras iguais não diferem pelo teste de Tukey.

6. CONCLUSÃO

Os Latossolos Vermelhos são os solos mais predominantes da área de estudo, com presença de distintas condições químicas abaixo da camada arável (0-20 cm).

Os Latossolos mapeados quanto a subordem foram os Latossolos Vermelhos, Vermelho-Amarelos e Amarelos.

Dentre os parâmetros químicos analisados se destacaram os nutrientes enxofre e potássio em maior quantidade na mancha mais produtiva (LVAd-5a), entretanto, outros elementos como cálcio e magnésio não possuem elevados teores dentre os pontos coletados.

A presença de petroplintita em subsuperfície foi relacionada as áreas mais produtivas da fazenda.

7. REFERÊNCIAS

A importância das condições químicas abaixo da camada arável no vigor da planta / Hélio do PRADO, 2016. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/curiosidade.php>, acesso em: 05/01/2020.

Antonio Nolla.; Jairo André Schlindwein.; Ibanor Anghinoni. Crescimento, morfologia radicular e liberação de compostos orgânicos por Plântulas de soja em função da atividade de alumínio na solução do solo de campo natural. *Ciencia Rural*, Santa Maria, v.37 , n.1, p.97-101, jan-fev, 2007.

BROCH, D. L.; PAVINATO, P. S.; POSSENTTI, J. C. et al. Produtividade da soja no cerrado influenciada pelas fontes de enxofre. *Revista Ciência Agronômica*, 42:791-796, 2011.

CHIAVEGATTO, José Roberto S. Análise estratigráfica das sequências tempestíticas da Formação Três Marias (Proterozóico Superior), na porção meridional da Bacia do São Francisco. 1992. 216f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1992.

Claudinei Kappes; Leandro Zancanaro; Fabio Vieira de Jesus; Eros Artur Bohac Francisco. Fornecimento de Enxofre no Sistema de Cultivo Soja-Milho. Xxxiv congresso brasileiro de ciência do solo, Florianópolis, SC. 2013

COELHO, M. R.; FIDALGO, E. C. C.; SANTOS, H. G. dos; BREFIN, M. de L. M. S.; PEREZ, D. V. Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. MOREIRA, F. M. S; CARES, J. E.; ZANETTI, R. ; STUMER, S. L. O ecossistema o solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, MG: UFLA, 2013.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira, volume 6: safra 2018/2019 – N.7 – Sétimo levantamento. Brasília, abril de 2019. Disponível em: ampa.com.br/arquivos/conab/11042019110148.pdf Acesso em: 10/12/2019.

Condutividade elétrica do solo, tópicos e equipamentos. / Ladislau Marcelino Rabello. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

Davi Lopes do Carmo.; Carlos Alberto Silva. Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.51, n.10, p.1762-1772, out. 2016.

DEMATÊ E DEMATÊ. Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar. *Informações agronômicas* N° 127 – setembro 2009.

DIAS, F. L. F. et al. Produtividade da cana-de-açúcar em relação a clima e solos da região noroeste do estado de São Paulo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 1999, vol.23, n.3, pp.627-634. ISSN 1806-9657. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831999000300016>. Acesso em: 12/12/2019.

Fertirrigação em hortaliças / Paulo Espíndola Trani, Sebastião Wilson Tivelli, Osmar Alves Carrijo. 2.^a ed.rev.atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 2011.

Guia prático para interpretação de resultados de análises de solos / Lafayette Franco Sobral ... [et al.] – Aracaju : Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 206). Disponível em:

Gazzoni, L. D. Soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas, 2018.

GÓES, G. B. Adubação do girassol com torta de mamona da produção de biodiesel direto da semente. 63f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, RN. 2010.

GONCALVES JUNIOR, Affonso Celso et al . Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. Ciênc. agrotec., Lavras , v. 34, n. 3, p. 660-666, June 2010 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000300019&lng=en&nrm=iso>. access on 27 Jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000300019>.

Henry Sako; Marcelo Alves; Milton Ferreira Moraes; Wilson Wagner Ribeiro Teixeira; Rodrigo de Oliveira Lima Silva; Ernesto Akira Shiozaki. CIRCULAR TÉCNICA 2: Fatores decisivos para se obter produtividade de soja acima de 4.200 kg/ha. CESB 2016.

Iago de Oliveira Bastos. PRODUTIVIDADE E ASPECTO COMERCIAL DOS GRÃOS DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus Vulgaris L.*) EM LATOSSOLOS COM DIFERENTES TEXTURAS E NÍVEIS NUTRICIONAIS. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Agrárias. Unaí, MG 2018.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/cabeceira-grande/pesquisa/14/10193 Acesso em: 10/01/2020.

Ivan Ricardo Carvalho, Cleiton Korcelski, Guilherme Pelissari, Airton Dalmir Hanus, Genesio Mario da Rosa. DEMANDA HÍDRICA DAS CULTURAS DE INTERESSE AGRÔNOMICO. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

JOHNSON, C.K.; ESKRIDGE, K.M.; CORWIN, D.L. Apparent soil electrical conductivity: applications for designing and evaluating field-scale experiments. Computers and Electronics in Agriculture, v.46, p.181-202, 2005. DOI: 10.1016/j.compag.2004.12.001.

LANDELL, M.G.A.; PRADO, H.; VASCONCELOS, A.C.M.; PERECIN, D.; ROSSETTO, R.; BIDÓIA, M.A.P.; SILVA, M.A.; XAVIER, M.A. Oxisol subsurface chemical attributes related to sugarcane productivity. Scientia Agricola, v. 60, p. 741-745, 2003.

Lorençon, Jonas. Avaliação da influência do perfil químico do solo na produtividade da soja (*Glycine max*) através de mapas de colheita. 60p.; Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós – Graduação em Agricultura de Precisão, RS, 2014.

Manual internacional de fertilidade do solo / Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. - - 2 ed., rev. e ampl. - - Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177 P. : il.

Mapeamento digital de classes de solo: aplicação de metodologia na folha Botucatu (sf-22-z-b-iv-3) e validação de campo/ Cristiano Cassiano da Silva. Campinas, 2012. 117 fls.

Mapeamento de solos e aptidão agrícola das terras do Estado de Minas Gerais / Fernando Cézar Saraiva do Amaral... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004.

MARTINS, F.B.; GONZAGA, G.; SANTOS, D.F.; Simões, M. CLIMÁTICA DE KÖPPEN E DE THORNTHWAITE PARA MINAS GERAIS: CENÁRIO ATUAL E PROJEÇÕES FUTURAS. Revista Brasileira de Climatologia, 2018.

MAULE et al. Produtividade agrícola de cultivares de cana-de-açúcar em diferentes solos e épocas de colheita. Scientia Agricola, v.58, n.2, p.295-301, abr./jun. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n2/4420.pdf>. Acesso em: 15/12/2019

MESQUITA, M.A.M.; NAVES, R.V.; SOUZA, E.R.B.; BERNARDES, T.G.; SILVA, L.B. Caracterização de ambientes com alta ocorrência natural de *Araticum* (*Annona crassiflora* Mart.) no estado de Goiás. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 29, p. 15-19, 2007

MESQUITA, Carlos Magno de et al. Manual do café: manejo de cafezais em produção. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2016. 72 p. il.

Metodologia para o mapeamento de solos na escala 1:100.000 usando tecnologias da geoinformação / Rafael Rodrigues da Silva. – Recife: O Autor, 2011.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL. 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DA FOLHA CURVELO * SE-23-Z-A-V. 2012.

MORAL, F.J.; TERRÓN, J.M.; SILVA, J.R.M. da. Delineation of management zones using mobile measurements of soil apparent electrical conductivity and multivariate geostatistical techniques. Soil and Tillage Research, v.106, p.335-343, 2010. DOI: 10.1016/j.still.2009.12.002.

O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. — Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2011.

Pádua Junior, Alceu Linares. Fatores edáficos Latossolos férricos na produtividade de cana-de-açúcar na região Sul de Goiás. 118p. : il. Tese de Doutorado (D) - Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2016.

PÁDUA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, I. P.; BARBOSA, G. J. M.; BASTOS, I. O.; PEREIRA, N. G. S.; RODRIGUES, L. L. Qualidade dos grãos e produtividade da cultura do feijão em Latossolos com diferentes texturas no Cerrado de Goiás In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 2017, Belém.

PRADO, H. Ambientes de produção de cana-de-açúcar na região Centro-Sul do Brasil. Potafós, Piracicaba. Informações Agronômicas, 110:13-17, 2005.

PAPA, R.A.; LACERDA, M.P.C.; CAMPOS, P.M.; GOEDERT, W.J.; RAMOS, M.L.G.; KATO, E. Qualidade de Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos sob vegetação nativa de Cerrado. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 41, p. 564-571, 2011.

Paulo Cesar Sentelhas.; Rafael Battisti.; Leonardo Amaral Monteiro.; Yury Catalani Nepomuceno Duarte.; Fábio de Araújo Visses. YILD GAP CONCEITOS, DEFINIÇÕES E EXEMPLOS. Informações agronômicas Nº 155 – Setembro/2016.

Paulo Cesar Sentelhas. Disponibilidade hídrica e a produtividade da soja. 37ª Reunião de pesquisa da soja. Londrina, PR – 2019. Disponível em: https://www.rps2019.com.br/templates/rpssoja2019/arquivos/palestras/26061700_planalt_o_palestra.pdf. Acesso em: 20/01/2020

PERALTA, N.R.; COSTA, J.L. Delineation of management zones with soil apparent electrical conductivity to improve nutrient management. Computers and Electronics in Agriculture, v.99, p.218-226, 2013. DOI: 10.1016/j.compag.2013.09.014.

Perfil Territorial do Noroeste De Minas – MG, elaborado por CGMA 2015. Disponível em: sit.mda.gov.br/download/caderno/caderno_territorial_063_Noroeste%20de%20Minas%20-%20MG.pdf. Acesso em: 10/01/2020.

Pereira, T.T.C.; Ker, J.C.; Schaefer, C.E.G.R.; Barros, N.F.; Neves, J.C.L.; Almeida, C.C. GÊNESE DE LATOSSOLOS E CAMBISSOLOS DESENVOLVIDOS DE ROCHAS PELÍTICAS DO GRUPO BAMBUÍ – MINAS GERAIS. R. Bras. Ci. Solo, 34:1283-1295, 2010.

Rafael Battisti; Paulo Cesar Sentelhas; João Augusto Lopes Pascoalino; Henry Sako; João Paulo de Sá Dantas; Milton Ferreira Moraes. Soybean Yield Gap in the Areas of Yield Contest in Brazil. International Journal of Plant Production. 2018. <https://doi.org/10.1007/s42106-018-0016-0>

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

RODRIGUES et al. Características morfológicas e produtividade do milho em diferentes classes de solos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2015. Disponível em: http://eventosolos.org.br/cbcs2015/anais/index_int17cf.html. Acesso em: 26/11/2019.

Sako, H.; Soares, E.J.; Silva, A.L.; Balardin, R. BOLETIM TÉCNICO 1: RELAÇÕES DE ENRAIZAMENTO E CÁLCIO NO SOLO PARA ALTA PRODUTIVIDADE DA SAFRA 15/16. CESB, 2015.

SANTOS, FLÁVIA CRISTINA DOS et al. Produtividade e aspectos nutricionais de plantas de soja cultivadas em solos de cerrado com diferentes texturas. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2008, vol.32, n.5, pp.2015-2025. ISSN 1806-9657. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500023>. Acesso em: 26/12/2017

SANTOS, D.S.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6ª ed. Revisada e ampliada, Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 100p.

SERAFIM, Milson Evaldo et al . Umidade do solo e doses de potássio na cultura da soja. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza , v. 43, n. 2, p. 222-227, June 2012 . Available from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902012000200003&lng=en&nrm=iso. access on 27 Jan. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000200003>.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

Solos e avaliação do potencial agrossilvipastoril das microrregiões Paracatu e Unaí - Minas Gerais/Uebi Jorge Naime... [et al.]. – Belo Horizonte: EPAMIG, 2014.

STRECK, N.A.; PAULA, G.M.; CAMERA, C.; MENEZES, N.L.; LAGO, I. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. Bragantia, v.67, p.67-73, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052008000100008>

Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. ; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176- 2902; n.16).

Tipos de levantamento de solos e interpretações práticas / Hélio do PRADO, 2019. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/curiosidade.php>, acesso em: 05/01/2020

