

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

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA DE ACORDO
COM A ALTURA DO LENÇOL FREÁTICO EM CABECEIRA GRANDE, MG**

Laura de Lima Rodrigues

Unai
2020

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

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA DE ACORDO COM
A ALTURA DO LENÇOL FREÁTICO EM CABECEIRA GRANDE, MG**

Laura de Lima Rodrigues

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.

Unai
2020

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA DE ACORDO
COM A ALTURA DO LENÇOL FREÁTICO EM CABECEIRA GRANDE, MG**

Laura de Lima Rodrigues

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.

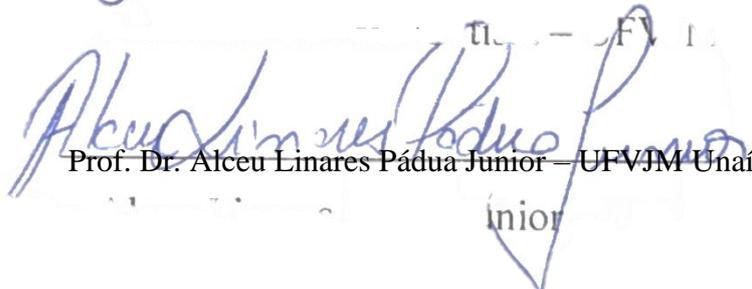
APROVADO em 03/02/2020



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
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVO.....	11
2.1.Objetivo Geral.....	11
2.2.Objetivos Específicos.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1. Cultura da Soja.....	12
3.2 Clima.....	13
3.3. Solos.....	13
3.4. Levantamento de Solos.....	13
3.5. Efeito dos Atributos dos Solos no Rendimento das Culturas.....	14
3.6. Lençol Freático X Produtividade de Plantas.....	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1. Localização do Experimento.....	17
4.2.Classificação e morfologia do solo.....	17
4.3.Caracterização química.....	18
4.4.Clima.....	18
4.5.Cultivar de Soja Utilizada no Experimento.....	19
4.6. Condução do Experimento.....	20

4.7.Avaliação da oscilação do lençol freático.....	20
4.8.Colheita.....	21
4.9.Análise de Variância.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1. Monitoramento do Lençol Freático.....	25
5.2.Condição Química de Subsuperfície.....	28
6. CONCLUSÃO.....	31
7. REFERÊNCIAS	32

AGRADECIMENTOS

À Deus, pois sem Ele nada teria se concretizado e não estaria onde estou. À Ele sou infinitamente grata.

Aos meus pais, Ilda e Veriano, que tanto lutaram e não mediram esforços para que minha caminhada fosse de sucesso.

Aos meus familiares, ao meu irmão Maury, minha madrinha Ana, minha prima Ana Luiza e todos os demais que sempre estiveram presentes em minha jornada, agradeço profundamente pelo apoio e compreensão da minha ausência em alguns momentos.

Ao Iago de Oliveira Bastos, meu amado namorado, amigo e colega, tenho imensa gratidão por todo companheirismo, força e suporte nos momentos mais difíceis que passamos durante a nossa caminhada. Não foi fácil, mas juntos superamos e com a graça de Deus vamos colher o que plantamos durante esses anos. Posso afirmar que você foi o presente que a Universidade me deu, você será para sempre meu companheiro.

Aos meus amigos que durante os anos de Universidade adquiri, meu fraterno abraço e juntos conseguimos vencer muitas batalhas e chegar mais próximo do sucesso. Em especial quero agradecer cada amigo do grupo Fruticultura 2019/1, hoje somos mais que amigos somos a “família Fruti”, aos caros amigos Marília, Filipe, Geraldo, Vitória, Gustavo e Hialy por tantos anos juntos na caminhada. Impossível citar todos, mas estão em meus pensamentos com gratidão.

Ao meu orientador, Dr. Alceu Linares Pádua Junior que durante todos os anos de trabalho nunca mediu esforços em ensinar, apoiar e encorajar, aqui fica meu muito obrigada.

A todos os funcionários e professores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, que foram responsáveis em construir a profissional que tornarei. E a toda a equipe da Coagril, que me acolhem tão bem no meu estágio, em especial ao pessoal da Proagril que a cada dia contribui para o crescimento da minha carreira como profissional.

A todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente em meu crescimento pessoal e profissional durante este ciclo da minha vida, serei para sempre grata.

RESUMO

A cultura da soja (*Glycine max*) é de grande importância para a economia brasileira, e ocupa mais da metade da área agricultável do Brasil. Atualmente, existem diversas tecnologias que garantem cultivares com alto potencial, porém para explorar o máximo de sua genética fatores como disponibilidade hídrica e manejo cultural são essenciais no resultado final. No noroeste de Minas Gerais são comuns solos com impedimento físico em profundidade, proporcionado pelo excesso de cascalhos (petroplintita). Vários são os relatos de lavouras que encharcam em anos de maior precipitação pluviométrica e em anos de estresse hídrico enaltecem o potencial dos mesmos locais. Desse modo o trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho da cultura da soja em diferentes tipos de solos que apresentam impedimentos físicos em diferentes profundidades; monitorar o lençol freático e analisar a influência do fluxo de água no perfil de água no perfil químico do solo. O trabalho foi desenvolvido em dois pivôs na fazenda Trombas no município de Cabeceira Grande-MG. A classificação dos solos das áreas foi baseada no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e a descrição morfológica da cor foi baseada na carta de cores de Munsell. As amostragens dos solos foram feitas em duas profundidades (20 – 40 e 80-100 cm) para a caracterização química. Foram analisadas as seguintes propriedades químicas: pH em água, pH em CaCl_2 , matéria orgânica (M.O.), fósforo resina (P resina), Carbono Orgânico (C org.), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{3+}), acidez potencial (H+Al), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e saturação de alumínio (m%). Foi adotado o delineamento estatístico em blocos casualizados (DBC), cujos tratamentos foram as três classes de Latossolos em quatro repetições para cada pivô. O levantamento em escala semidetalhada permitiu descrever a ocorrência de Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Latossolo Amarelo (LA) nos dois pivôs com uma pequena mancha de Plintossolo Pétrico no pivô 1. O LVA petroplíntico obteve o maior rendimento para a cultura da soja nos dois pivôs estudados, em contrapartida o LA petroplíntico apresentou um lençol freático mais raso o que pode ser correlacionado a menor média de rendimento da cultura no pivô 2. No pivô 1 a maior umidade no LA petroplíntico proporcionou maior infestação de buva na área estudada. O LV típico apresentou lençol freático mais profundo, mesmo localizado no terço inferior da paisagem.

Palavras-chave: Vigor, ambientes de produção, agricultura de precisão, petroplintita

ABSTRACT

The cultivation of soybeans (*Glycine max*) is of great importance for the Brazilian economy, and occupies more than half of the agricultural area in Brazil. Currently, there are several technologies that guarantee cultivars with high productive ceilings, but to exploit the maximum of its genetics, factors such as water availability and cultural management make protagonists in the final result. In the northwest of Minas Gerais, soils with deep physical impediment are common, due to the excess of gravels (petroplintite). There are several reports of crops that soak in years of greater rainfall and in years of water stress highlight the potential of these locations. The work aimed to evaluate the performance of the soybean crop in different types of soils that present physical impediments at different depths, in addition, to monitor the water table and to analyze if the chemical profile was affected by the water flow in the soil. The work was developed in two pivots on the Trombas farm in the municipality of Cabeceira Grande-MG. The classification of the soils in the areas was based on the Brazilian Soil Classification System and the morphological description of the color was based on the Munsell color chart. Soil sampling was done at two depths: 20 - 40 and 80-100 cm for chemical characterization. The following chemical properties were analyzed: pH in water, pH in CaCl₂, organic matter (M.O.), phosphorus resin (P resin), Organic Carbon (C org.), Phosphorus (P), potassium (K) sulfur (S), calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺), aluminum (Al³⁺), potential acidity (H + Al), cation exchange capacity (CTC), base saturation (V%) and aluminum saturation (m %). The climatic data obtained at the meteorological station were also analyzed. Groundwater observation wells were installed at three points in Pivot 1. Statistical design in Randomized Blocks (DBC) was adopted, whose treatments were the three classes of Oxisols in 4 repetitions for each pivot. The survey on a semi-detailed scale allowed the description of the occurrence of Oxisols Red, Red-Yellow and Yellow in the two pivots with a small spot of Plintossolo Pétrico in pivot 1. The LVA petroplíntico provided the highest yield in the two pivots studied, in contrast the LA petroplíntico presented a shallower water table which can be correlated to the lower average of crop yield in the pivot 2. And in pivot 1, the highest humidity in the petroplíntico LA provided the highest level of pest infestation in the studied area. The typical LV presented a deeper water table, even located in the lower third of the landscape.

Key words: Vigor, production environments, precision agriculture, petroplintite

1. INTRODUÇÃO

O Brasil desempenha um importante papel na produção e exportação mundial de grãos. A cultura da soja ocupa mais da metade da área de exploração agrícola do país, com mais de 36,8 milhões de hectares cultivados na presente safra (CONAB, 2019). Entretanto, nos últimos anos o estresse hídrico causou enormes prejuízos no cultivo da cultura.

Vários são os relatos de produtores sobre lavouras com a mesma idade de implantação produzem mais em uma área, enquanto que em outras o desempenho é inferior, fator este que pode estar relacionado à classe do solo. O fator água merece destaque como variável essencial no rendimento das plantas e a umidade no solo está relacionada a inúmeros fatores, tais como: textura, estrutura, gradiente textural, presença de impedimentos em superfície e abaixo da camada arável, dentre outros (PÁDUA JUNIOR et al., 2019).

No noroeste de Minas Gerais são comuns solos com presença de impedimento físico proporcionado pelo excesso de cascalhos (horizontes plíntico, concrecionário e litoplíntico) em subsuperfície. A presença desta barreira física pode modificar a cor do solo e o rendimento da cultura da soja. Em lavouras sob o regime de sequeiro em anos com veranicos mais prolongados, nota-se diferença no desenvolvimento e rendimento na cultura da soja em solos de coloração distinta. No entanto, assim como em áreas de sequeiro, em sistemas irrigados comuns são glebas de solos de coloração amarela, vermelho-amarela e vermelha onde apesar do fator água corrigido (quando irrigado) a mesmas oscilações no stand e rendimento da cultura são observados.

A avaliação do nível do lençol freático pode ser uma forma de demonstrar que o nível de água no perfil do solo é distinto mesmo a pequenas áreas dentro da lavoura (RODRIGUES et al., 2019).

O conhecimento da classe de solos em escalas detalhada e semidetalhada permitem o planejamento de irrigação mais preciso e repensado quanto a adoção da metodologia tradicional, para que não ocorram perdas de rendimento por “excesso ou falta de água” no solo. A análise química do solo indica a presença dos elementos e pode estar associado a capacidade exploratória do sistema radicular. Além disso, em solos com lençol freático mais próximo a superfície a distribuição química dos nutrientes pode ser distinta, em função de processos de ascensão capilar, fluxo de massa e difusão, além de afetar o rendimento da planta.

O município de Cabeceira Grande, Minas Gerais, apresenta as condições de solo acima mencionadas, sendo o local caracterizado por fazendas com lavouras irrigadas e que cultivam grãos, cujos produtores relatam a distinção do rendimento da cultura da soja em diferentes glebas dentro da fazenda. Diante disso, o trabalho tem como objetivo a avaliação do desempenho da cultura da soja em diferentes tipos de solos que apresentam impedimentos físicos em diferentes profundidades. Além disso, o monitoramento do lençol freático pode verificar se o perfil químico foi afetado pelo fluxo de água no solo.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Analisar o rendimento da cultura da soja sob sistema irrigado em diferentes manchas de solos de Cabeceira Grande, MG.

2.2. Objetivos Específicos

- Verificar o nível do lençol freático em distintas classes de solos ao longo do desenvolvimento da cultura da soja.
- Determinar os nutrientes do complexo sortivo no perfil de diferentes classes de solo.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cultura da Soja

O agronegócio brasileiro tem grande importância econômica para o país, sendo responsável por cerca de 25% do Produto Interno Bruto (PIB) e 50% das importações realizadas no Brasil, mostrando que mesmo com a economia brasileira estacionada o setor apresentou significativo desenvolvimento (GALVÃO, 2017). A soja (*Glycine max*) é uma das culturas que se destaca no agronegócio brasileiro e mundial. Seu sucesso pode ser apontado por ser excelente matéria prima para diversos produtos, como fonte proteína vegetal (HIRAKURI & LAZZAROTTO, 2014) e desempenha importante papel na produção de biocombustíveis (COODETEC, 2003).

Por ser uma commodity que pode ter alto valor agregado, a soja gera interesse na busca de programas de melhoramento que visam o aumento de produtividade e desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para seu cultivo (ARTUZO, 2017). A escolha de sementes de alto potencial produtivo e qualidade sanitária, o manejo de pragas e doenças, a utilização de fertilizantes de forma correta, entre outros fatores são estratégias tomadas em busca de expressar a genética dos materiais de soja, e garantir assim altos rendimentos (INÁCIO et al., 2015). O nível tecnológico atual para a cultura da soja permite a possibilidade de sua produção em diferentes regiões e condições edafoclimáticas do mundo (Hirakuri & Lazzarotto, 2014).

A soja cultivada no Brasil tem a destinação para a produção de grãos, o que tornou favorável a estrutura morfológica comumente vista nas plantas como caule ereto, poucas ramificações e raiz pivotante com muitas ramificações. As cultivares comerciais apresentam crescimentos indeterminado, determinado ou semideterminado (NEPOMUCENO, FARIAS & NEUMAIER, 2010).

Os estádios de crescimento da soja podem ser divididos em vegetativo e reprodutivo. O estágio vegetativo é caracterizado pelo crescimento do caule, emissão de folhas e raízes perdurando até o florescimento. A partir de então começa o estágio reprodutivo, período em que a planta demanda mais cuidados no manejo uma vez que sua energia estará concentrada na produção de grãos, esse estágio se estende até a colheita. A reprodução da soja é por meio de autofecundação, e um fator determinante para a floração é o fotoperíodo. Por ser uma planta de dias curtos o ambiente em que ela está sendo cultivada irá determinar a duração do seu ciclo (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

3.2. Clima

A temperatura ideal para a germinação e emergência deve ser entre 20°C e 30°C, para garantir um estande uniforme. Para o desenvolvimento pleno da soja a temperatura média deve ser de 30°C. Temperaturas iguais ou menores que 10°C tornam o cultivo inviável, da mesma forma em que temperaturas acima de 40°C causam redução da capacidade de produção, uma vez que provoca danos nas flores e na retenção das vagens (EMBRAPA, 2015).

O clima afeta de forma crítica a geminação da semente e emergência da plântula, e na floração e no enchimento dos grãos. Durante a germinação o ideal é que a semente absorva pelo menos 50% de seu peso em água para garantir boa germinação. Durante a fase reprodutiva a demanda hídrica chega ao máximo, com a faixa ideal de 7 – 8 mm dia⁻¹. Durante todo o ciclo, a necessidade hídrica pode variar entre 450 mm a 800 mm (EMBRAPA, 2011).

Estresse hídrico prolongado durante o estágio vegetativo resulta em plantas pouco desenvolvidas, com folhas pequenas de baixa estatura além das folhas murcharem e diminuir a área foliar exposta, o que afeta o rendimento dos grãos. Quando a falta de água ocorre no estágio reprodutivo os efeitos negativos na produção são mais intensos, principalmente no enchimento de grãos, como abortamento de vagens, grãos chochos e também menor peso de grão (FARIAS, NEPOMUCENO & NEUMAIER, 2007).

3.3 Solos

Aproximadamente 20% de todo território brasileiro corresponde ao bioma cerrado e grande parte de sua extensão, cerca de 80%, está entre os estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso. Dentre as áreas deste bioma, 56% estão sobre Latossolos (HOEFLICH et al., 1977). Este solo é composto por material mineral, apresentando o horizonte B característico latossólico, precedido de qualquer tipo de horizonte A com profundidade de 2 metros a partir da superfície do solo ou 3 metros quando o horizonte A apresentar espessura acima de 1,5 metros (EMBRAPA, 2018). Esta classe de solo pode ser dividida em quatro subordens: Latossolos Brunos, Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelhos e Latossolos Vermelhos-Amarelos (SANTOS et al., 2018).

3.4. Levantamento de Solos

O levantamento de solos é uma ferramenta bastante abrangente podendo ser aplicada em diversos setores. Estes dados podem ser aplicados para a elaboração de

materiais para embasamento técnico visando planejamentos e implantação em empreendimentos agrícolas. No Brasil, durante as décadas de 1970 a 1990 houve grande avanço na caracterização dos solos, porém esse avanço acabou descontinuado ao longo dos últimos anos, deixando o país atrasado neste quesito em relação aos países mais desenvolvidos (CURI et al., 2017).

Os mapas de solos são divididos em mapas compilados e mapas autênticos (ou originais). A forma de diferenciação dos mapas são os níveis de detalhes, objetivo e caracterizados por sua escala, área mínima mapeável e densidade de observações. Dentre os subtipos de mapas mais utilizados destacam-se: Mapas Semidetalhados; Mapas Detalhados; e Mapas Ultradetalhados classificados como Mapas Autênticos. O ideal seria o conhecimento dos solos a partir do levantamento detalhado, além de oferecer informações importantes à diversos setores e interesses da sociedade. A dificuldade na execução e o alto custo do trabalho gerou a necessidade de criar categorias de diferentes níveis de detalhamento para atender às diversas demandas (CURI et al., 2017).

Os mapas semidetalhados trazem informações de forma básica, podendo atender estudos integrados de microbacias, projetos de irrigação, planejamento do uso e conservação de solos, loteamentos rurais e estudos para engenharia civil. Para publicação as escalas recomendadas devem ser entre 1:25.000 e 1:100.000, com uma área mínima entre 2,5 ha e 40 ha. As observações devem ser de acordo com a heterogeneidade da área, mas de forma geral deve ser uma média de 0,02 a 0,20 observações por hectare, um perfil completo e um complementar por classe de solo. Sendo que todas as classes de solos identificadas devem ser caracterizadas por um perfil completo (CURI et al., 2017).

3.5. Efeito dos Atributos dos Solos no Rendimento das Culturas

Os atributos morfológicos dos solos atuam como reguladores de processos de disponibilidade hídrica, movimento de nutrientes no complexo sortivo e por consequência no rendimento das culturas. As potencialidades e limitações em diferentes classes de solos estão intimamente relacionadas aos atributos morfológicos dos solos associado ao clima e manejo da cultura (PÁDUA JUNIOR, 2016). Landell et al (2003); Prado et al. (2010) e Papa et al. (2011) relatam a importância dos atributos dos solos (morfológicas, químicas e/ou físicas) para analisar o comportamento agrônomico e produtivo das culturas.

De acordo com Landell et al. (2006) a cana-de-açúcar apresenta melhores rendimentos quando se realiza a caracterização dos ambientes de produção. Ambiente de

produção compila informações dos atributos do solo (químicos, físico-hídricos, biológicos, mineralógicos e morfológicos) em superfície e subsuperfície e associa a condição climática local, para então fazer a escolha das variedades em função da capacidade das classes de solo (PRADO et al., 2010).

Determinar o ambiente de produção se torna uma peça chave para a tomada de decisão do genótipo a ser utilizado, uma vez que existem variedades que respondem de forma positiva em determinadas condições em contrapartida outras variedades não conseguem mesmo desempenho (CANAONLINE, 2018).

Os atributos químicos expressam a fertilidade do solo e servem de diagnóstico para práticas de correção e adubação dos solos. No final da década de 80 os primeiros trabalhos de ambientes de produção para a cultura da cana-de-açúcar relacionam as melhores condições químicas do perfil do solo às melhores notas ambientais para a cultura. Segundo Dias et al. (1999) as propriedades químicas, pH, matéria orgânica (MO) soma por bases (SB), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), associadas ao clima em diferentes classes de solos norteiam o rendimento da cultura da cana-de-açúcar. De acordo com Ritchey (1980) os atributos químicos SB, V% e m% em subsuperfície atuam diretamente no desenvolvimento das plantas, uma vez que afeta o crescimento radicular.

O estudo das características físicas do solo, com destaque para a textura de solos tem ganhado notoriedade e, muitos trabalhos trazem a relação deste atributo à qualidade e rendimento de culturas como a cana-de-açúcar (DEMATTÊ & DEMATTÊ, 2009). Alguns trabalhos já vêm sendo executados na cultura da soja, como a pesquisa de Santos et al. (2008) que relacionou o rendimento da soja com aspectos nutricionais e a textura do solo. Wang et al (2005) aponta a textura do solo como um fundamental atributo físico para analisar qualidade de plantas e o rendimento. A retenção de água está diretamente relacionada a textura do solo, e determina assim a distribuição dos poros do solo que irá corresponder a capacidade da força de retenção da água. (TAIZ & ZEIGER, 1991; KLEIN et al., 2010). Além de diminuir a disponibilidade da água para a planta, a textura do solo afeta o aproveitamento dos nutrientes do solo (MALUF et al., 2015).

Segundo Prado e Pádua Junior (2006) os atributos químicos vistos de forma isolada não podem ser considerados como os principais fatores para a qualificação dos ambientes de produção para a cultura da cana-de-açúcar. Uma vez que se deve também levar em conta textura, morfologia, disponibilidade hídrica e profundidade do solo (PRADO et al., 2010).

3.6. Lençol Freático x Rendimento das Plantas

De acordo com Andrade & Reis (1992) o aumento do rendimento da soja ocorre quando o lençol freático é mais distante da superfície do solo. Os autores também relataram um desenvolvimento vegetativo excessivo associado ao acamamento de plantas em solos com maior teor de umidade em superfície. Situações adversas podem ocasionar a variação da altura do lençol freático, em épocas de altos índices pluviométricos pode ocorrer falta de aeração para as raízes e em períodos em que falta chuva pode trazer problemas de salinização (PIZARRO, 1978).

Para melhor conhecer e explorar os recursos disponíveis dos solos em áreas de interesse, a adoção de levantamentos de solos e utilização de poços de observação de lençol freático permitem assim uma melhor orientação nas tomadas de decisões no manejo agrícola. A leitura do nível do lençol freático no período de cultivo da planta pode auxiliar no planejamento de plantio, como escolha de espaçamento, número de sementes por metro, controle de plantas invasoras, manejo racional da irrigação, posicionamento de variedades, dentre outras informações de manejo. Há uma grande escala de aplicações que podem ser melhoradas tornando a produção agrícola mais econômica e garantindo o uso mais sustentável dos recursos naturais.

Portanto, a oscilação no rendimento das plantas que vem sendo registrado ao longo dos anos começa a despertar o interesse na busca da melhoria da produção, o que torna necessário a identificação e o conhecimento das potencialidades e limitações dos solos para o cultivo de espécies vegetais.

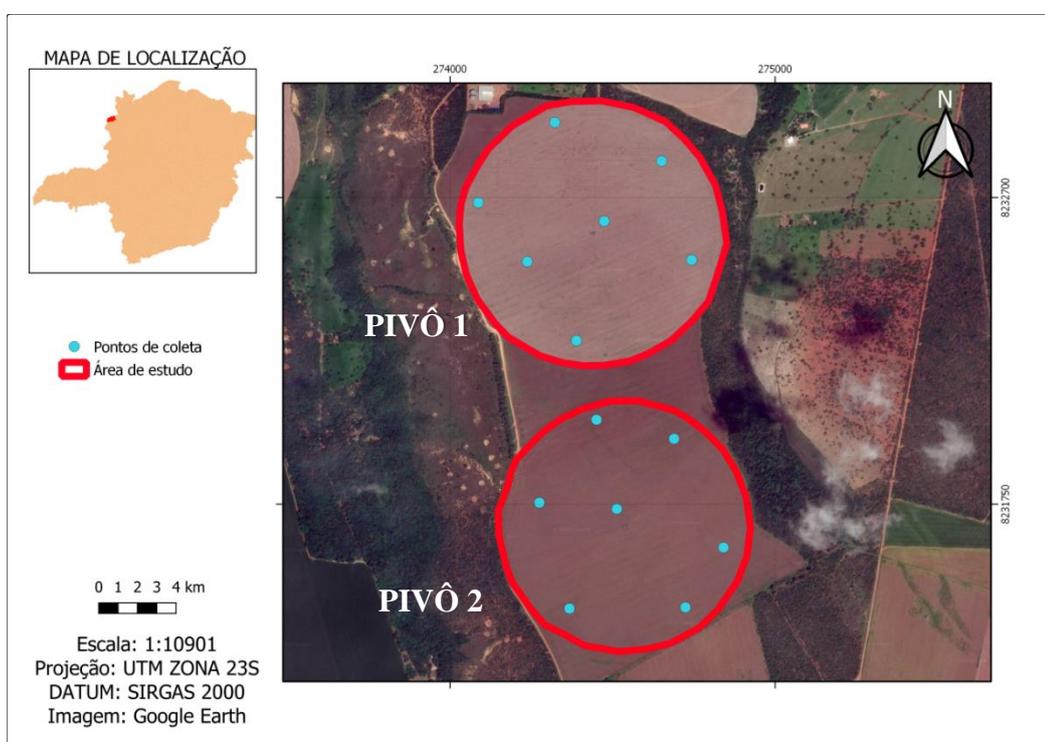
4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do Experimento

O experimento foi realizado na Fazenda Trombas, localizada no município de Cabeceira Grande, Minas Gerais sob as coordenadas geográficas 15°58'48,58" S 47°06'26,04" O com altitude média de 906 metros. A propriedade tem como principal atividade o cultivo de grandes culturas, sendo elas soja, feijão e milho.

Para o presente estudo foram utilizados dois pivôs da fazenda, conforme apresentado na figura 1.

Figura 1. Imagem de satélite dos pivôs onde o trabalho foi realizado com 7 pontos em cada pivô



4.2. Classificação e morfologia do solo

Para a classificação dos solos das áreas foi utilizado o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018), e para a descrição morfológica da cor utilizou a carta de cores de Munsell (MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, 1950).

4.3. Caracterização química

As análises de 0-20 cm foram coletadas em grids de 3,0 hectares por uma empresa de Agricultura de Precisão (Plantar), porém não foram utilizadas para este trabalho, pois o alvo da discussão foram as camadas de subsuperfície (> 20 cm). Para o presente estudo foram realizadas 7 amostras simples dos solos em cada pivô em duas profundidades (20 - 40 cm e 80-100 cm) para a caracterização química.

Foram analisadas no laboratório (Campo) as seguintes propriedades químicas: pH em água, pH em CaCl_2 , matéria orgânica (M.O.), fósforo resina (P resina), Carbono Orgânico (C org.), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), alumínio (Al^{3+}), acidez potencial (H+Al), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), e saturação de alumínio (m%).

4.4. Clima

O clima do local do estudo é caracterizado como tropical chuvoso (Aw), segundo a classificação de Köppen, havendo maior incidência de precipitação no verão, com o inverno frio e seco (REIS, 2007).

Os dados de precipitação pluviométrica (Figura 2) e temperatura (Figura 3) foram obtidos por estações meteorológicas presente na propriedade, disponibilizando dados de chuva e temperatura durante o ciclo da cultura.

Figura 2: Índices pluviométricos (mm) de 15/10/2018 até o dia da colheita do material (16/02/2019).

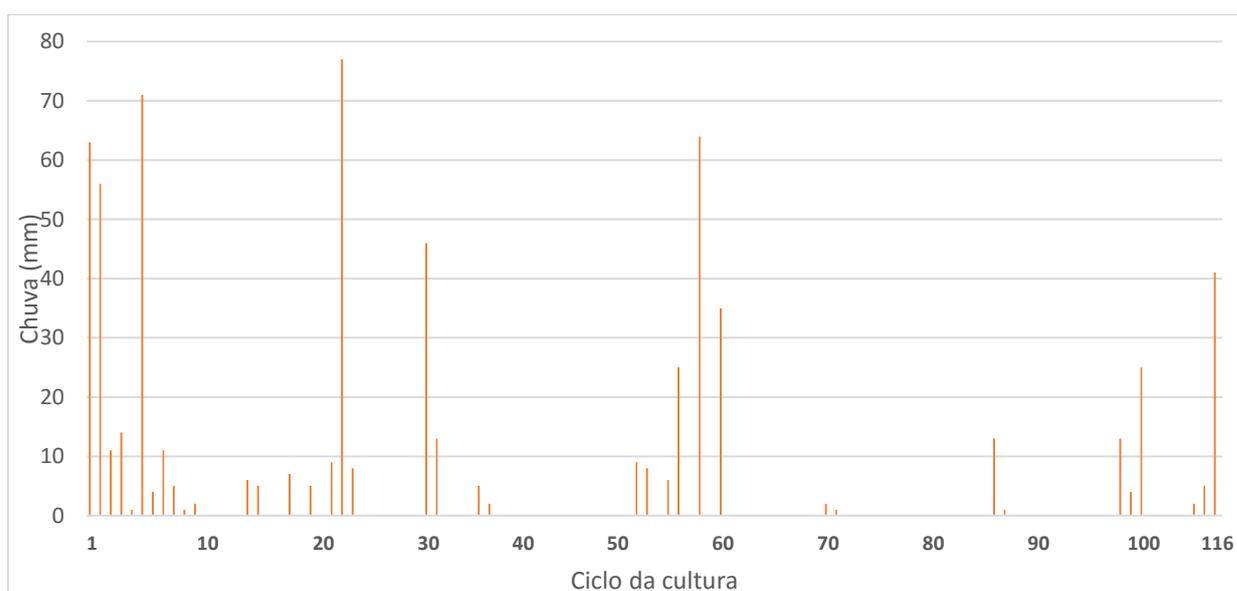
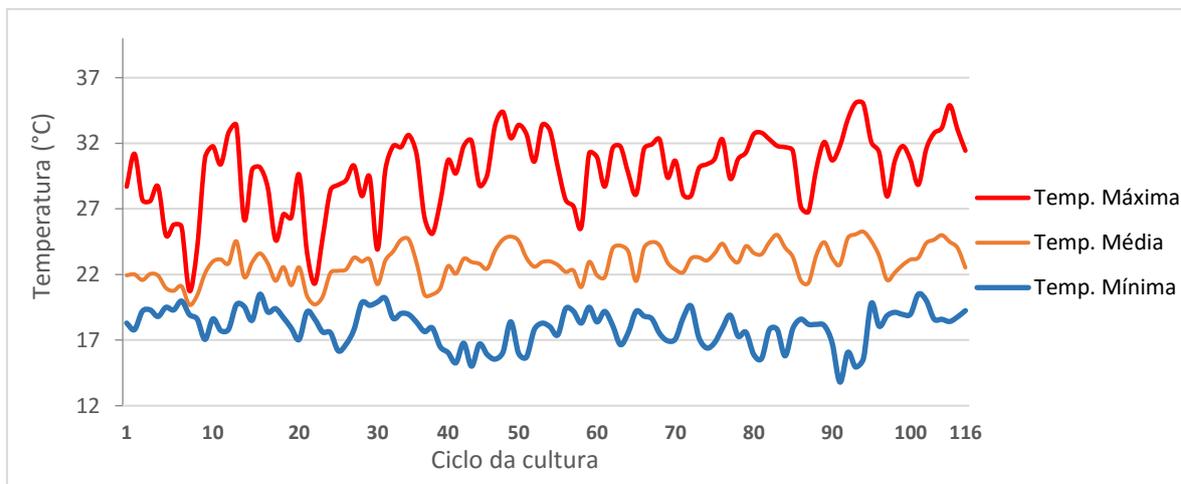


Figura 3: Temperaturas máxima (°C), média (°C) e mínima (°C) durante o ciclo da cultura.



4.5. Cultivar de Soja Utilizada no Experimento

Para a execução do trabalho manteve-se a cultivar que a propriedade utilizou para o cultivo de soja. A variedade da empresa BRASMAX cultivar DESAFIO RR 8473RSF, os descritores morfológicos e as reações às doenças da cultivar estudada foram descritas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Descritores morfológicos da cultivar DESAFIO RR.

DESCRIPTOR	OBSERVAÇÃO
Porte:	Médio
Hábito de crescimento:	Indeterminado
Grupo de maturação:	7.4
Tamanho da semente:	Pequena
Cor da flor:	Branca
Cor da pubescência:	Cinza
Cor do hilo:	Marrom-claro
Exigência a fertilidade:	Alta

Fonte: <https://sementesroos.com.br/cultivar/brasmax-desafio-rr-8473rsf/>

Tabela 2: Reação da cultivar DESAFIO RR à doenças.

REAÇÃO À DOENÇAS	
Cancro da Haste:	Resistente
Macha Olho de Rã:	Moderadamente Resistente
Mancha Alvo:	Moderadamente Resistente
Pústula Bacteriana:	Moderadamente Resistente

Fonte: <https://sementesroos.com.br/cultivar/brasmax-desafio-rr-8473rsf/>

4.6. Condução do Experimento

Os tratos culturais do experimento foram realizados conforme o utilizado na propriedade.

4.7. Avaliação da oscilação do lençol freático

As observações da altura do lençol freático foram realizadas com a instalação de poços de observações, colocados em cada mancha de solo presente em um dos pivôs analisados (Tabela 3).

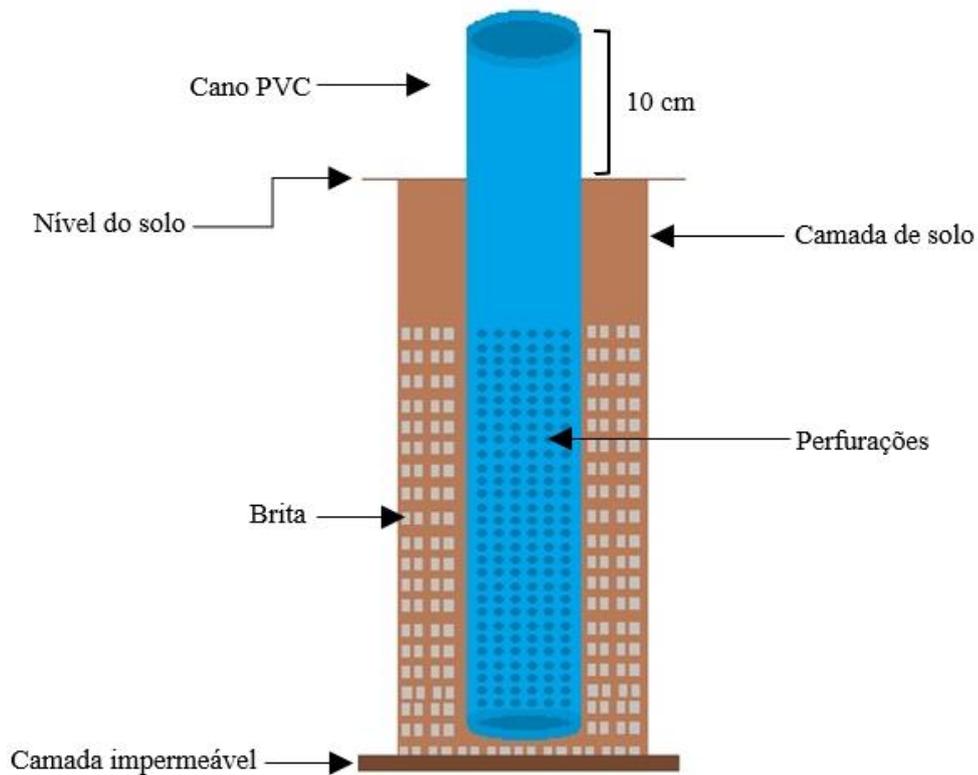
Entre os dias 15/12/2018 e 14/03/2019 foram realizadas as medições nos poços de observação do lençol freático presentes no pivô 1.

Tabela 3: Descrição dos solos identificados e profundidade da camada de impedimento em cada ponto.

SOLOS	PROFUNDIDADE DA BASE DO POÇO (m)
Latossolo Vermelho	6,80
Latossolo Amarelo	3,63
Latossolo Vermelho-Amarelo	3,00

Para a confecção dos poços de observação foi seguido o modelo proposto por CAMPOS, 2009 (Figura 4). Para abertura dos poços foi utilizado um trado com caçamba de 3 polegadas de diâmetro, a profundidade final de cada poço variou de acordo com a profundidade da camada de impedimento presente na mancha de solo.

Figura 4: Protótipo dos poços de observação utilizado no estudo.



O acompanhamento da oscilação foi realizado com o auxílio de uma linha de nylon e uma boia de isopor amarrada na extremidade com uma chumbada para a linha descer, como sugere a metodologia. A partir daí obteve-se a profundidade ao medir o comprimento da linha a partir da superfície do solo até a boia tocar na água. Foram realizadas cinco observações durante a execução do trabalho.

4.8. Colheita

A colheita foi realizada manualmente no dia 16/02/2019, onde foi coletada toda a planta, ao atingir ponto de maturidade fisiológica.

Para as avaliações dos parâmetros agronômicos foi utilizado uma fita métrica para a determinação das parcelas a serem colhidas, sendo delimitado 4 repetições de 2 metros de comprimento em 3 linhas, totalizando 6 metros lineares por parcela.

Os grãos foram debulhados de forma manual para então padronizar a umidade em 13%, com o medidor de umidade de grãos portátil G600i. Por fim, foram avaliados quantitativamente nos seguintes parâmetros: Peso 1000 grãos, números de vagens entre 1 a 4 grãos e número de sacas por hectare.

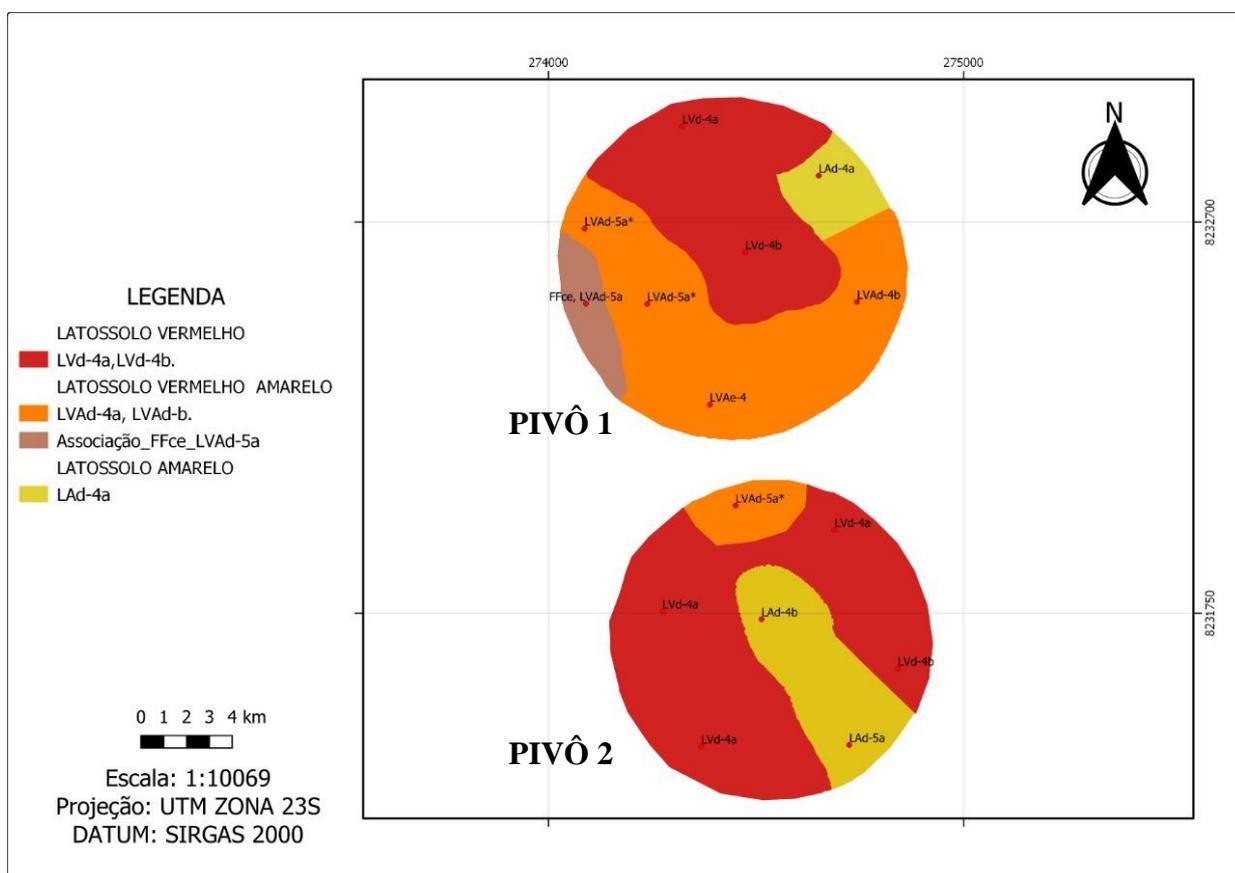
4.9. Análise Estatística

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados (DBC) mediante uso do SISVAR 5.7, cujos tratamentos foram as três classes de Latossolos em 4 repetições para cada pivô.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento de solos os dois pivôs estudados foram coletados com o trado holandês, sendo 7 pontos em cada pivô, no total de 14 pontos de observação e duas coletas de solo por ponto (20-40 e 80-100 cm). A classe de solo predominante foi o Latossolo associado a subordem Vermelho, Vermelho-Amarelo e Amarelo conforme expresso na Figura 5. Em menor ocorrência no pivô 1 uma pequena mancha de solo com a associação de Plintossolo Pétrico e Latossolo Amarelo petroplúntico (cor marrom no mapa).

Figura 5: Mapa de solo referente a área de estudo.



Na paisagem o relevo foi descrito como suave ondulado, no terço inferior dos dois pivôs ocorre a presença do Latossolo Vermelho típico e no terço médio e superior foi predominante a ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo ambos petroplúnticos (Figura 5).

O levantamento de solo do estudo mostrou a dominância da classe dos Latossolos na área estudada. O trabalho realizado pela Epamig (2014) também relata que na microrregião de Unaí, onde se encontra o município de Cabeceira Grande, há a grande presença de Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo.

Houve diferença nos parâmetros agronômicos da cultura da soja (peso de mil grãos, quantidade de grãos na vagem e rendimento total do pivô 1 e do pivô 2) cultivada nos Latossolos com distintas colorações conforme tabelas 4 e 5.

Tabela 4: Caracteres agronômicos da soja em distintas classes de solos presentes no Pivô 1.

Classe de Solo	Peso de 1000 grãos	Números de vagens entre 1 a 4 grãos				Rendimento -- Sacas ha ⁻¹ -
		---- g ----	1 grão	2 grãos	3 grãos	
LVA petroplântico	190,33a	81	367	522	30	117a
LV típico	180,36a	79	351	530	40	107ab
LA petroplântico	185,25a	106	398	468	28	74,5b

LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; LV: Latossolo Vermelho; LA: Latossolo Amarelo. Médias seguidos de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No pivô 1 (Tabela 4) o peso de mil grãos da soja nos LA petroplântico, LV típico e LVA petroplântico estudados não diferiram entre si. Porém, ao analisar a produtividade em sacas por hectares, a classe LVA petroplântico se destacou em relação a classe de solo LA petroplântico, com uma diferença de 42,5 sacas por hectare. A classe LV típico não se diferenciou estatisticamente das outras classes. Na área do LA petroplântico houve uma alta infestação de buva durante todo o ciclo da cultura, o que pode ter causado o baixo rendimento da cultura quando comparada à classe de melhor produtividade. Segundo Koslowski et al. (2002) os danos causados pelo estresse da competição com plantas daninhas são irreversíveis afetando de maneira negativa o desenvolvimento da planta e o rendimento.

Segundo Pádua Junior et al. (2018) a presença de camada de impedimento em diferentes profundidades no solo tem distintas respostas para a cultura do feijão e milho, independente da condição química o desempenho sob tal condição é variável para cada cultura. O feijão teve baixo rendimento onde o cascalho se encontrava a 70 cm de profundidade, devido ao encharcamento do solo e piores condições ao desenvolvimento das raízes, já o milho safrinha obteve resposta positiva nessa mesma profundidade por manter maior acúmulo de água por maior tempo do ciclo.

Tabela 5: Caracteres agronômicos da soja em distintas classes de solos identificadas no Pivô 2.

Classe de Solo	Peso de 1000 grãos	Números de vagens entre 1 a 4 grãos				Rendimento -- Sacas.ha ⁻¹ --
		---- g ----	1 grão	2 grãos	3 grãos	
LVA _d petroplíntico	188,07a	72	320	557	51	115a
LV _d típico	183,55a	69	334	543	54	110a
LA _d petroplíntico	177,5a	67	335	541	57	94b

LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; LV: Latossolo Vermelho; LA: Latossolo Amarelo. Médias seguidos de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

No pivô 2 (Tabela 5) o peso de mil grãos também não se diferenciou estatisticamente entre as classes de solo. Contudo, o rendimento da soja nas classes LV e LVA não forma distintos, porém foram superiores ao LA. Segundo Papa et al. (2011) a presença de horizonte concrecionário em subsuperfície pode ser um fator que altere o potencial agrícola do solo, sendo prejudicial no período chuvoso em função do impedimento ocorrer próximo a profundidade efetiva. Por outro lado, o presente trabalho indica que a presença de horizonte concrecionário no LVA petroplíntico, proporcionou o maior rendimento na cultura da soja nos dois pivôs estudados.

5.1 Monitoramento do Lençol Freático

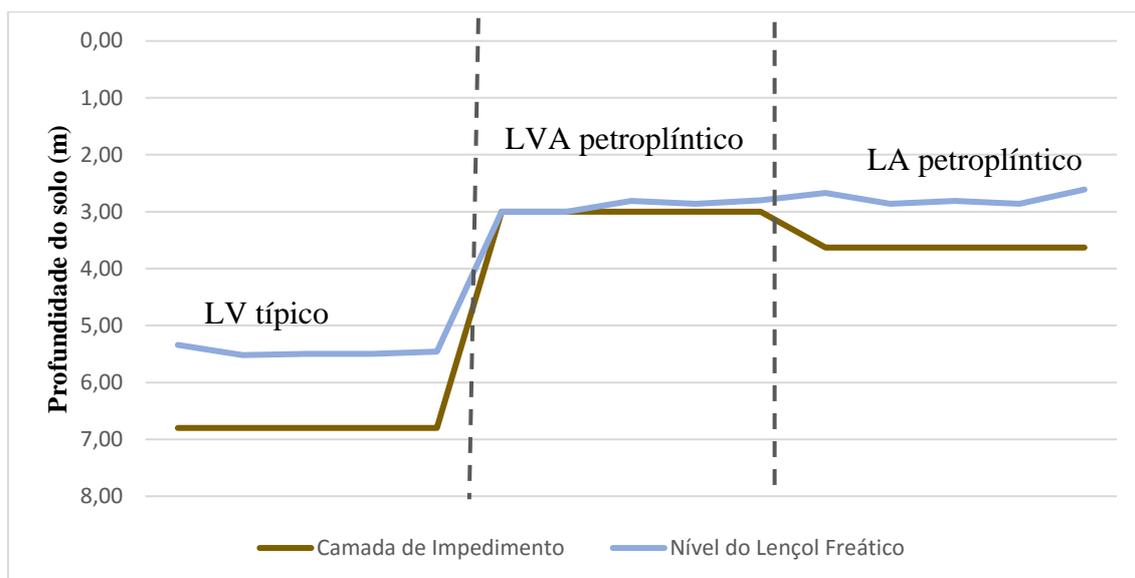
No pivô 1 foram instalados três poços para avaliação da altura do lençol freático, com leituras em cinco diferentes períodos do desenvolvimento da soja, conforme expresso Tabela 6.

Tabela 6: Leitura da altura do lençol freático, referentes ao pivô 1:

Solos	Profundidade (m)	Comprimento linha (m)	Início água (m)	Data avaliação
LVA petroplíntico	3,00	3,00	0,00	15/12/2018
	3,00	3,00	0,00	28/12/2018
	3,00	2,81	0,19	06/02/2019
	3,00	2,86	0,14	16/02/2019
	3,00	2,80	0,20	14/03/2019
LA petroplíntico	3,63	2,67	0,96	15/12/2018
	3,63	2,86	0,77	28/12/2018
	3,63	2,81	0,82	06/02/2019
	3,63	2,86	0,77	16/02/2019
	3,63	2,61	1,02	14/03/2019
LV típico	6,80	5,34	1,46	15/12/2018
	6,80	5,52	1,28	28/12/2018
	6,80	5,5	1,30	06/02/2019
	6,80	5,5	1,30	16/02/2019
	6,80	5,46	1,34	14/03/2019

Vale destacar que conforme dados da tabela 3, as bases dos pontos de avaliação estavam em profundidades distintas, em função da presença ou ausência de impedimento em subsuperfície. No pivô 1 o LV típico localizado no terço inferior da paisagem apresentou o lençol freático mais profundo. A presença de petroplintita a 6,8 m permitiu a oscilação de 1,28 a 1,46 metros do nível de água, porém a mais de 5,34 metros da superfície do solo (Figura 6).

Figura 6: Avaliação do lençol freático nas três classes de solos.



Entre os solos que possuem cascalho em subsuperfície o LVA petroplíntico não apresentou saturação de água no poço na primeira avaliação 15/12/2018 até o dia 28/12/2018, no entanto, as amostras estavam com elevada umidade. O LA petroplíntico apresentou saturação de água em todas as leituras, com o nível do lençol freático entre 0,77 a 1,02 metros de água estando a base do poço a 3,63 m da superfície do solo. Contudo, os menores níveis de água no lençol freático no LV típico e LA petroplíntico na avaliação de 28/12/2018 estão associados ao período de veranico que a cultura passou aos 73 dias de ciclo (Figura 2).

Durante a fase vegetativa a soja no LVA petroplíntico do pivô 1, a altura do lençol esteve distante da superfície do solo, ou seja, não houve excesso de água no solo o que proporcionou melhor desenvolvimento vegetativo (Figura 7), entretanto, Andrade & Reis (1992) relataram em seu trabalho que a altura das plantas de soja apresentou o melhor desempenho inicial onde o lençol freático se posicionou mais próximo à superfície.

Schöffel et al. (2001) concluíram que plantas de soja quando expostas ao estresse por excesso hídrico a partir do estágio V6 obtiveram mais número de vagens por planta, grão por vagem e conseqüentemente maior rendimento, mas quando os encharcamentos foram a partir do estágio R4 houve menor produção por planta do que nas demais épocas de ocorrência do excesso hídrico do solo.

Pádua Junior et al. (2018) verificou que o feijão na presença de petroplintita a 70 cm de profundidade, associado a maior umidade em subsuperfície

permitiu a maior incidência de *Fusarium oxysporum* nas plantas e afetou o rendimento e qualidade dos grãos.

Figura 7: Aspecto visual da cultura da soja no Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Latossolo Amarelo (LA).



5.2. Condição Química de Subsuperfície

A condição química das camadas de subsuperfície (20 cm – 40 cm e 80 cm – 100 cm) dos pivôs 1 e 2, estão descritas nas tabelas 7 e 8 respectivamente.

Tabela 7: Análises químicas do pivô 1, profundidade das amostras de 20 cm – 40 cm.

Estatística	pH	M.O.	P	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V	m
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----			
Média	4,37	1,81	3,53	161,26	48,91	1,24	0,26	0,34	4,71	6,66	29	14,86
Máximo	4,7	2,4	11,4	183,4	71,3	1,7	0,4	0,9	5,9	8	36	37
Mínimo	4,1	1,5	1,1	100,5	38	0,6	0,1	0,1	3,5	5,5	21	4
Dp	0,21	0,32	3,64	30,47	11,08	0,34	0,08	0,32	0,83	1,11	4,93	13,11
Cv (%)	4,89	17,84	103,09	18,89	22,65	27,03	37,95	93,54	17,51	16,66	17,01	88,22

Dp = Desvio padrão; CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 8: Análises químicas do pivô 1, profundidade das amostras de 80 cm – 100 cm.

Estatística	pH	M.O.	P	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V	m
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----			
Média	4,81	0,61	0,87	66,19	19,41	0,96	0,21	0,10	2,07	3,41	38,86	1,00
Máximo	5,60	1,20	1,30	159,70	59,60	1,60	0,40	0,10	2,90	5,00	54,00	7,00
Mínimo	4,30	0,20	0,30	19,90	3,30	0,70	0,10	0,10	1,20	2,20	27,00	0,00
Dp	0,43	0,34	0,30	53,75	25,96	0,36	0,12	0,00	0,63	0,98	10,25	2,65
Cv (%)	8,93	55,94	34,24	81,21	133,72	37,11	56,70	0,00	30,62	28,57	26,39	264,58

Dp = Desvio padrão; CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 9: Análises químicas do pivô 2, profundidade das amostras de 20 cm – 40 cm.

Estatística	pH	M.O.	P	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V	m
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----			
Média	4,69	2,13	2,31	121,23	33,79	1,27	0,37	0,10	3,99	5,94	32,43	0,71
Máximo	4,8	2,6	3,00	168,00	49,30	2,20	0,50	0,10	4,70	7,70	39,00	5,00
Mínimo	4,5	1,5	1,60	51,50	22,40	0,70	0,20	0,10	2,60	4,30	24,00	0,00
Dp	0,13	0,33	0,60	38,42	10,20	0,50	0,13	0,00	0,75	1,19	6,11	1,89
Cv (%)	2,87	15,51	25,98	31,69	30,18	38,99	33,75	0,00	18,85	19,95	18,83	264,58

Dp = Desvio padrão; CV (%) = Coeficiente de variação.

Tabela 10: Análises químicas do pivô 2, profundidade das amostras de 80 cm – 100 cm.

Estatística	pH	M.O.	P	K	S	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC	V	m
	CaCl ₂	g kg ⁻¹	-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----			
Média	4,81	1,11	1,63	58,77	9,87	0,81	0,30	0,10	2,53	3,81	34,14	0,00
Máximo	5,10	1,50	2,00	115,40	21,80	1,10	0,40	0,10	3,30	4,50	45,00	0,00
Mínimo	4,30	0,80	1,00	22,70	3,90	0,60	0,20	0,10	1,60	2,90	22,00	0,00
Dp	0,27	0,25	0,31	31,33	6,22	0,18	0,08	0,00	0,66	0,65	8,43	0,00
Cv (%)	5,68	22,24	19,00	53,31	63,04	21,77	27,22	0,00	26,01	17,02	24,70	0,00

Dp = Desvio padrão; CV (%) = Coeficiente de variação.

A saturação por bases (V%) no pivô 1 na profundidade de 20 a 40 cm foi menor que o observado em 80 a 100 cm, isso pode ser justificado pela maior lixiviação dos íons Ca e Mg no perfil do solo. Isso aconteceu devido ao maior número de pontos com a presença de cascalho o que contribui na oscilação dos nutrientes no perfil do solo, imposto pela oscilação do lençol freático. Contudo, em sistema irrigado, Weber (2000) observou que a lixiviação dos nutrientes cálcio, potássio e magnésio no cultivo de arroz, ocorreu com uma lâmina de 100 mm de água.

Os nutrientes P e K tem difusão facilitada em sistemas com excesso de água, o que pode ser observada em maior intensidade no pivô 1. Segundo Velloso et al. (1993) em áreas submetidas a condições de inundação, os teores de P disponíveis aumentam no solo. Já Lopes (1991) demonstrou que em solos alagados a saturação de água aumenta disponibilidade de potássio, devido a troca com os íons Fe²⁺, Mn²⁺, NH⁴⁺ nos sítios de troca e favorece a difusão até as raízes.

Ao analisar os teores de matéria orgânica (M.O.) pode-se concluir que os valores são considerados baixos (EMBRAPA, 2015). Pode-se justificar o baixo teor de M.O. no trabalho por se tratar de pivôs, onde a escarificação é uma prática comum tornando o ambiente propício à degradação mais acelerada da matéria orgânica.

Entretanto, (TOGNON, 1998) indica que o aumento da precipitação pluviométrica, ou seja, o aumento da umidade do solo proporcionou acréscimo nos teores de matéria orgânica em Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho do cerrado. Rajj (1969) relata que a maior parte da CTC do solo é proveniente da matéria orgânica, assim, controla a adsorção de nutrientes no sistema e mostra que quanto maior a CTC em solos tropicais maior será o potencial produtivo da planta.

Portanto, o estudo do tipo de solo auxilia no melhor conhecimento do ambiente físico, tanto no comportamento do movimento de água no perfil do solo como nas respostas das variedades de soja dentro de cada ambiente.

6. CONCLUSÃO

O levantamento em escala semidetalhada permitiu descrever a ocorrência de Latossolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Amarelo nos dois pivôs com uma pequena mancha de Plintossolo Pétrico no pivô 1.

O LVA petroplíntico foi o solo que proporcionou o maior rendimento para a cultura da soja nos dois pivôs estudados.

O LA petroplíntico apresentou um lençol mais raso o que pode ser correlacionado a menor média de rendimento da cultura quando comparado com a soja cultivada nas demais manchas de solos no pivô 2.

A maior umidade no LA petroplíntico do pivô 1 proporcionou maior infestação de buva na área estudada.

O LV típico apresentou lençol freático mais profundo, mesmo localizado no terço inferior da paisagem.

7. REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. M. de; REIS, A. E. G. dos. Efeito da Profundidade do Lençol Freático nas Culturas de Soja, de Milho e de Arroz. 1992. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.27, n.6, p.923-933, jun.1992.

ARTUZO, F. D. **Gestão de Custos na Produção de Milho e Soja**. Revista Brasileira de Gestão de Negócios. São Paulo v.20 n.2 abr-jun. 2017. p.273-294

CANAONLINE. Documento eletrônico publicado em 27/03/2018. Disponível em <http://www.siamig.com.br/noticias/manejo-varietal-e-peca-chave-para-a-produtividade-do-canavial>. Acesso em: 13/12/2019.

CAMPOS, P. M. **Influência Físico-Hídrica nos Atributos Diagnósticos em Latossolos do Distrito Federal**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2009, 110 p. Dissertação de Mestrado.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira, volume 6: safra 2018/2019 – N.7 – Sétimo levantamento. Brasília, abril de 2019.

COODETEC, Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola Novos Desafios da Soja Brasileira. Encontro técnico no.7. Bayer. Cascavel, PR. 2003. 168 p.

CURI, N; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL, P., SCHAEFER C. E. G. R.; Pedologia Solos dos Biomas Brasileiros. ISBN: 978-85-86504-22-8. Edição / Ano: 1ª Edição – 2017 P.: 597.

DEMATÊ E DEMATÊ. Ambientes de produção como estratégia de manejo na cultura da cana-de-açúcar. Informações agrônomicas Nº 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013.** - Londrina: Soja, 2011. 262 p. 1. Soja-Pesquisa-Brasil. 2. Soja-Tecnologia-Brasil. 3. SojaProdução- Brasil. I.Título. II.Série.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; **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).

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

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja.** 2007. 9 p. Circular Técnica.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. EMBRAPA, 2015. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/my.html>. Acesso em: 15/11/2019.

GALVÃO, R. R. A. **O biogás do agronegócio: Transformando o passivo ambiental em ativo energético e aumentando a competitividade do setor.** *Boletim de Conjuntura*, (3) 2017. 4-6.

HIRAKURI, M. H., LAZZAROTTO J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Documentos, 2014. (349), 1-70.

HOEFLICH, V. A.; CRUZ, E. R.; PEREIRA, J.; DUQUE, F. F. TOLLINI, H. **Sistema de produção agrícola no Cerrado.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília, DF. Bases para utilização agropecuária. São Paulo: EDUSP; 1977. p. 37-58.

INÁCIO, C. T., URQUIAGA, S., CHALK, P. M., MATA, M., G., F., SOUZA, P. O. **Identifying N fertilizer regime and vegetable production system in tropical Brazil using ¹⁵N natural abundance.** *Journal of the Science of Food and Agriculture* 2015. 95, 3025-3032. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7177>

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. **Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo de um perfil de um Latossolo Roxo.** *Ciência Rural*, v. 30, p. 959-964, 2000.

KOSLOWSKI, L. A. et al. **Interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura direta.** *Planta Daninha*, v. 20, n. 2, p. 213-220, 2002

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.

LANDELL, M.G.A.; XAVIER, M.A.; ANJOS, I.A.; VASCONCELOS, A.C.M.; PINTO, L.R.; CRESTE, L. **Desenvolvimento e critérios de manejo de variedades.** In: RIPOLI, T.C.C.; RIPOLI, M.L.C.; CASAGRANDE, D.V.; IDE, B.Y. *Plantio de Cana-de-Açúcar o Estado da Arte*, 2006.

LENA, B.P.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. **Evapotranspiração e coeficiente de cultivo de cafeeiros adultos.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.8, p.905-911, 2011.

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da produção.** Editora UFV. Viçosa, p. 492, 2015

LOPES, S. I. G. **Eficiência da adubação potássica e distribuição radicular do arroz irrigado.** Porto Alegre: UFRGS, 1991. 96p. Dissertação Mestrado

MALUF, Henrique José Guimarães Moreira et al. **Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas.** *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online]. 2015, vol.39, n.6, pp.1681-1689.

MUNDSTOCK & THOMAS. **Soja, fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre. 2005. 31 p.

MUNSELL SOIL COLOR COMPANY, **Munsell soil color charts, Munsell color,** Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, Baltimore, Maryland, USA. 1950, revised 1975.

NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N. **Características da Soja** []. Londrina-PR: Embrapa Soja, 2010. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_27.html. Acesso em: 15/11/2019.

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 JUNIOR, A. L.; BASTOS, I. O.; RODRIGUES, L. L.; SANTOS, R. C. dos; **Morphological characterization and yield of bean and corn crops in different soil classes of a toposequence from Unaí, Minas Gerais** In: 21WCSS: Proceedings of the 21st World Congress of Soil Science; 2018, August 12-17; Rio de Janeiro, Brazil: SBCS. Vol. II.

PÁDUA JUNIOR, Alceu Linares. **Ambiente de produção para culturas na região do cerrado. In: Nutrição e adubação: de grandes culturas na região do cerrado /** Editores: Rilner Alves Flores ... [et al] – Goiânia: Gráfica UFG, 2019. p. 573-603.

PAPA, R.A.; LACERDA, M.P.C.; CAMPOS, P.M.; GOEDERT, W.J.; RAMOS, N. 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.

PIZARRO, F. **Drenaje agrícola y recuperacion de suelos salinos.** Edit. Agrícola Espanhola, Madrid, 1978. 578 p.

PRADO, H.; PÁDUA JÚNIOR, A. L.; Ambientes de Produção. Plantio de Cana-de-Açúcar: O Estado da Arte. 1ed.: 2006, v. 1, p. 157-162.

PRADO, H. do. **Ambientes de produção da cana-de-açúcar**. Revista Opiniões, p. 22-24, abr./jun. 2010. Biblioteca(s): Embrapa Agroenergia.

PRADO, H.; Curiosidades. Publicado em 25/04/2018 por Hélio do Prado. Disponível em: <https://www.pedologiafacil.com.br/curiosidade.php>. Acesso em 17/01/2020.

RAIJ, Bernardo van. **A capacidade de troca de cátions das frações orgânica e mineral em solos**. Bragantia, Campinas, v. 28, n. unico, p. 85-112, jan. 1969.

REIS, R. J. dos.; **Mapeando a climatologia das descargas atmosféricas em Minas Gerais, utilizando dados de 1989 a 2002: uma análise exploratória**/Belo Horizonte, 2007.

RESENDE, M. et al. **Pedologia: base para distinção de ambientes**. Viçosa: NEPUT, 2007.

RITCHEY, K.D.; SILVA, J.E. & SOUZA, D.M.G. Relação entre teor de cálcio no solo e desenvolvimento de raízes avaliado por um método biológico. R. bras. Ci Solo 7: 269-275. 1983.

RODRIGUES et al. Características morfológicas e produtividade do milho em diferentes classes de solos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2015.

SCHÖFFEL, E. R.; SACCOL, A. V.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, P. L. P.; **Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v.31, n.1, p.7-12, 2001

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.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 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.

SOUSA, D.M.G.de; LOBATO, E. Cerrado Correção do solo e adubação. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Cerrados. Planaltina, 2004

TAIZ, L; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: Artmed, 1991, 843 p.
TOMASELLA, J.; HODNETT, M.G. Estimating unsaturated hydraulic conductivity of Brazilian soils using soil-water retention data. Soil Science, Baltimore, v. 162, p. 703-712, 1991.

TOGNON, A.A.; DEMATTE, J.L.I.; DEMATTE, J.A.M. **Teor e distribuição da matéria orgânica em latossolos das regiões da floresta amazônica e dos cerrados do Brasil central**. Sci. agric., Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 343-354, 1998.

VELLOSO, A. C. X.; Oliveira, C.; Leal, J. R. **Processos redox em glei húmico do Estado do Rio de Janeiro**: III. Variações das concentrações de Fe II. e fosfato. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.17, n.1, p.27-33, 1993.

WANG, Q.; OTSUBO, K. & ICHINOSE, T. Digital map sets for evaluation of land productivity. Disponível em: <http://www.iscgm.org/html4/pdf/forum2000/DrQinxueWang.pdf>> Acesso em: 06 out. de 2005.

WEBER, L. **Consumo e qualidade da água e cultivares de arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo**. Santa Maria: UFSM, 2000. 57p. Dissertação Mestrado.