



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE GURUPI
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

IGOR MORAIS DOS REIS

**ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE AGRICULTURA DE PRECISÃO EM
ÁREAS DE PIVÔ NO MUNICÍPIO DE SANDOLÂNDIA-TO**

Gurupi/TO
2019

Igor Moraes dos Reis

**Acompanhamento das atividades de agricultura de precisão em áreas de pivô no
município de Sandolândia-TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Weder Ferreira dos Santos

Gurupi/TO

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

I24a Dos Reis, Igor Morais.

Acompanhamento das atividades de agricultura de precisão em áreas de pivô no município de Sandolândia-TO. / Igor Morais Dos Reis. – Gurupi, TO, 2019.

34 f.

Relatório de Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Agronomia, 2019.

Orientador: Weder Ferreira Dos Santos

1. Modernização da agricultura. 2. Produtividade. 3. Tecnologia. 4. Taxa variável. I. Título

CDD 630

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

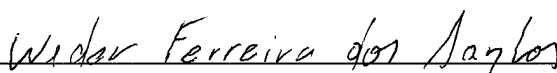
IGOR MORAIS DOS REIS

ACOMPANHAMENTO DAS ATIVIDADES DE AGRICULTURA DE PRECISAO EM
AREAS DE PIVO NO MUNICIPIO DE SANDOLANDIA-TO

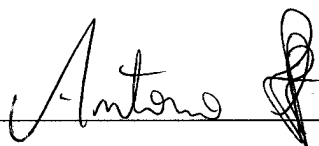
Monografia foi avaliada e apresentada a UFT
Universidade Federal do Tocantins—Campus
Universitário de Gurupi, Curso de Agronomia par a
obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma
final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 06 / 12 / 2019

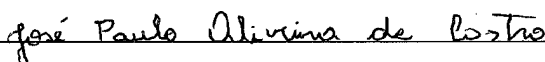
Banca Examinadora



Prof. Dr. Weder Ferreira dos Santos, UFT
(Orientador)



Msc. Antônio Camilo Henrique Ribeiro, UFT
(Examinador)



Me. Jose Paulo Oliveira de Castro, UFT
(Examinador)

Gurupi/TO, 2019

Dedico este trabalho aos meus pais, Manoel Pinheiro dos Reis e Doraci Rodrigues Moraes dos Reis, ao meu irmão, Ian Carlos Moraes dos Reis, aos meus tios, Raimundo Rocha e Delcina Rodrigues, ao meu primo, Diego Rodrigues Rocha por todo apoio concedido durante a vida e minha graduação.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me abençoar e me guiar em todos meus passos, me protegendo de todos os males.

Ao meu orientador Weder Ferreira dos Santos, por sempre contribuir com seus conhecimentos, sem medir esforços.

Aos membros da banca examinadora, Antônio Henrique Camilo Ribeiro e José Paulo de Oliveira Castro, pela prontidão e apoio.

A Máxima Consultoria, pela oportunidade de realização do estágio, a prontidão de compartilhar conhecimento dos consultores Antônio Henrique Camilo Ribeiro e José Paulo Oliveira de Castro.

Ao Grupo Produtécnica Nordeste, pela oportunidade de realização do estágio curricular, em especial aos consultores Ícaro Cavalcante, Marcelo Silva e Lucas Viana, pela prontidão e apoio, compartilhando seus conhecimentos.

Aos professores, por compartilharem seus conhecimentos, sem medir esforços, em especial aos professores Manoel Mota dos Santos, Rubens Ribeiro da Silva e Hélio Bandeira Barros.

Às minhas amigas, Ádila Souza, Karen Ferreira, Márcia Fernanda, Adelúcia Rodrigues, Myrlla Almeida, Bianca Cristiny, Déborah Carvalho, Steffany Oliveira, Scharlet Lóis, Steffany Loren, Taynara Adeodato, Jheniffer Nunes.

Aos meus amigos, Lucas Ventura, Hyure Mota, Sávio Oliveira, João Pedro Beserra, João Pedro Junqueira e Thiago Sampaio, representando a turma do Zé Lito. Aos meus amigos Lucas Sodré e Mateus Goveia, amizade do tempo do ensino médio e vem até hoje. Aos amigos Murillo Moreira, Vicente Campos, Luiz Felipe, Sandro Martins, João Paulo Matos, Matheus Carvalho, Willy Gonçalves, Matheus Martins, Cayque Oliveira. E ao grupo Consultoria Agronômica, Túllio Moreira (considero como um irmão), Mateus Cabral, Lucas Maciel e Rafael Marcelino.

A minha família que sempre me apoiou, a turma 2015/1 e todos os demais que direta ou indiretamente contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional.

*Quem planta um pé de acho, colhe um monte
de quases.*

Gilberto Mendes

RESUMO

A modernização da agricultura busca aumentar a produção através de técnicas modernas, aumentando a produtividade e a sustentabilidade. A Agricultura de Precisão (AP) utiliza tecnologias de informação para lidar com a variabilidade espacial. Originado na Alemanha em 1990, tornou-se acessível aos produtores com equipamentos como monitores de produtividade. Nos EUA, grãos e algodão dominaram a AP, otimizando custos e rendimentos. As geotecnologias, incluindo Sistemas de Informações Geográficas (SIG), auxiliam na gestão agrícola. Inicialmente restrito a grandes agricultores, o AP tornou-se acessível a pequenos devido a avanços como GPS e SIG. Análises químicas do solo são comuns no Brasil. A taxa variável permite aplicar fertilizantes de forma precisa e econômica, otimizando o solo. O estágio foi de grande satisfação pois me proporcionou um amplo conhecimento na área.

Palavras-chaves: Modernização da agricultura. Produtividade. Tecnologia. Taxa variável

ABSTRACT

The modernization of agriculture seeks to increase production through modern techniques, increasing productivity and sustainability. Precision Agriculture (PA) uses information technologies to deal with spatial variability. Originated in Germany in 1990, it became accessible to growers with equipment such as yield monitors. In the US, grains and cotton dominated the AP, optimizing costs and yields. Geotechnologies, including Geographic Information Systems (GIS), assist in agricultural management. Initially restricted to large farmers, AP has become accessible to small farmers due to advances such as GPS and GIS. Soil chemical analyzes are common in Brazil. The variable rate allows you to apply fertilizers accurately and economically, optimizing the soil. The internship was of great satisfaction as it provided me with a broad knowledge in the area.

Key-words: Modernization of agriculture. Productivity. Technology. variable rate

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Localização da fazenda Campo Formoso, município de Sandolândia - TO.....	14
Figura 2 - Imagem ilustrativa da área de produção da fazenda Campo Formoso, município de Sandolândia - TO.....	15
Figura 3 - Motocicleta utilizada na medição de áreas e coleta de amostras de solo.	16
Figura 4 - Imagem do motor utilizado na coleta das amostras de solo.	17
Figura 5 - Imagem da base utilizada na coleta das amostras de solo.	17
Figura 6 - Amostras de solo embaladas e identificadas, prontas para envio para realização da análise química.	18
Figura 7 - Área do pivô, cultivada com a cultura da soja.	20
Figura 8 - Área do pivô, cultivada com a cultura do sorgo forrageiro.	20
Figura 9 - Teores de fósforo nos dois anos de amostragem.	21
Figura 10 - Média dos teores de fósforo nos dois anos de amostragem.....	22
Figura 11 - Teores de potássio nos dois anos de amostragem.....	23
Figura 12 - Média dos teores de potássio nos dois anos de amostragem.	23
Figura 13 - Média dos teores de cálcio nos dois anos de amostragem.....	24
Figura 14 - Média dos teores de magnésio nos dois anos de amostragem.	25
Figura 15 - Relação cálcio/magnésio nos dois anos de amostragem.....	25
Figura 16 - Teores de enxofre nos dois anos de amostragem.....	26
Figura 17 - Média dos teores de enxofre nos dois anos de amostragem	27
Figura 18 - Valor de pH (Potencial Hidrogeniônico) nos dois anos de amostragem.	27
Figura 19 - Média dos valores de pH nos dois anos de amostragem.	28
Figura 20 - Valores de CTC total (T) nos dois anos de amostragem	29
Figura 21 - Média dos valores de CTC total nos dois anos de amostragem.	29
Figura 22 - Valores da saturação por bases (V%) nos dois anos de amostragem.	30
Figura 23 - Média dos valores de saturação por bases (V%) nos dois anos de amostragem. .	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO LOCAL DO ESTÁGIO	14
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA FAZENDA CAMPO FORMOSO, MUNICÍPIO DE SANDOLÂNDIA - TOCANTINS	15
3.1	Coleta das amostras de solo	15
3.2	Análise química das amostras de solo	18
4	HISTÓRICO DO PIVÔ	18
5	ANÁLISE DOS DADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM DIFERENTES ANOS DE AMOSTRAGEM	20
5.1	Análise dos teores de fósforo	21
5.1	Análise dos teores de potássio	22
5.2	Análise da relação cálcio magnésio	24
5.3	Análise dos níveis de enxofre	26
5.4	Análise do pH (potencial hidrogeniônico)	27
5.5.	Análise capacidade de troca de cátions total (t)	28
5.6	Análise da saturação por bases (v%)	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

A modernização da agricultura, pode ser definida como a busca pela melhoria da produção, através da adoção de técnicas modernas visando uma maior produtividade da terra e do trabalho. Ao mesmo tempo, tem-se uma necessidade maior na demanda de alimentos e produtos oriundos da agricultura, no qual faz-se necessário a otimização da produção agrícola visando a sustentabilidade e à segurança alimentar (MOLIN; DO AMARAL; COLAÇO, 2015).

A agricultura de precisão (AP) pode ser definida como o uso de práticas agrícolas com base nas tecnologias de informação para o tratamento da variabilidade espacial. E pode ser entendida como um ciclo que se inicia na coleta dos dados, análises e interpretação dessas informações, geração das recomendações, aplicação no campo e avaliação dos resultados (GEBBERS; ADAMCHUK, 2010). O primeiro mapa de produtividade derivado de um monitor de rendimento acoplado ao GPS foi produzido na Alemanha, em 1990, a partir de uma cultura de canola (SCHNUG et al., 1991). Desde então, a agricultura de precisão tornou-se acessível aos produtores, com o surgimento de vários equipamentos e tecnologias.

Os produtores de grãos e algodão dos EUA dominaram as tecnologias e expandiram as atividades com a AP. De acordo com Griffin e Lowenberg-DeBoer (2005), no início da década de 2000, cerca de 90% dos monitores de produtividade do mundo estavam em operação nos EUA. Em cerca de 28% da área de milho plantada e 22% da área plantada de soja, o rendimento era monitorado com esses equipamentos (WINSTEAD et al., 2010). Os principais fatores para a adoção das tecnologias de AP nos EUA foram o aumento da eficiência dos sistemas de produção, com a otimização dos custos por meio da aplicação de fertilizantes à taxa variável (DOERGE 2005; GODWIN et al 2003) e a maximização do rendimento (KITCHEN, 2008).

O conjunto de geoprocessamento, ou geotecnologias que incluem as tecnologias para coleta, processamento, análise e disponibilização de informação com referência geográfica, tem grande potencial para gestão da produção agrícola e pecuária (BATISTELLA et al., 2011; FILIPPINI ALBA, 2014). A modelagem via sistema de informações geográficas (SIG) possibilita a fusão dessas camadas de informações, ampliando a capacidade de interpretação dos dados e auxiliando na tomada de decisão para a gestão do sistema de produção (FILIPPINI ALBA, 2014).

Antigamente o alto preço e a falta de conhecimento técnico fez com que, a agricultura de precisão ficasse restrita apenas aos grandes agricultores. Porém nos últimos anos, com pesquisas desenvolvidas e as tecnologias que formam a base da agricultura de precisão, que são o GPS e o SIG, hoje são totalmente acessíveis para o pequeno e médio produtor. E isso está

atrelado tanto ao preço quanto as questões técnicas, já que o treinamento é simples, barato e muitas vezes fornecido gratuitamente pela mesma empresa que vende os equipamentos (JACTO, 2017).

A análise química da terra é um dos recursos mais usados no Brasil para avaliação da fertilidade do solo. Por meio de extratores químicos, procura-se determinar o grau de suficiência ou de deficiência dos elementos no solo, além de quantificar condições adversas que possam prejudicar o desenvolvimento das plantas (RAIJ, 1991). Bernardi e Inamasu (2014) confirmam que a grande maioria (93%) dos produtores que adotam a AP utiliza essa ferramenta.

A taxa variável funciona como controladores de alta precisão onde é possível aplicar os fertilizantes de forma inteligente e econômica, possibilitando a visualização dos rastros de aplicação durante a operação. O processo de aplicação em taxa variável visa equalizar os nutrientes do solo, com isto racionalizar o uso dos insumos. Permite economia de semente, evitando falhas. Além disso, traz ganhos à cultura, pois melhora o aproveitamento da área de trabalho (ARVUS, 2016).

Diante do exposto o presente trabalho tem como objetivo, relatar as atividades para se realizar agricultura de precisão (AP), em área de produção em pivô, no município de Sandolândia, no sul do estado do Tocantins.

2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E DO LOCAL DO ESTÁGIO

O estágio extracurricular foi realizado na empresa Máxima Consultoria, Pesquisa e Inovação que está no mercado há seis anos, com escritório localizado na cidade de Gurupi-Tocantins. A empresa trabalha nas áreas de consultoria e assistência técnica em soja, milho verão/safrinha, arroz sequeiro/irrigado, sorgo safrinha, feijão safrinha/irrigado. Desenvolve pesquisas para empresas privadas, realiza Agricultura de Precisão e prestação de serviços na confecção de mapas de fertilidade de solo. Atualmente a empresa presta consultoria em 7.200 hectares, em propriedades produtoras de soja e milho na região de Peixe, Caseara e também na região de Sandolândia, no estado do Tocantins.

O acompanhamento da safra ocorreu na Fazenda Campo Formoso, onde a empresa presta serviço, sob a responsabilidade técnica do Engenheiro Agrônomo Antônio Henrique Camilo Ribeiro e do Engenheiro Agrônomo José Paulo Oliveira de Casto no período de julho de 2019 a novembro de 2019, correspondente a safra agrícola 2019/2020.

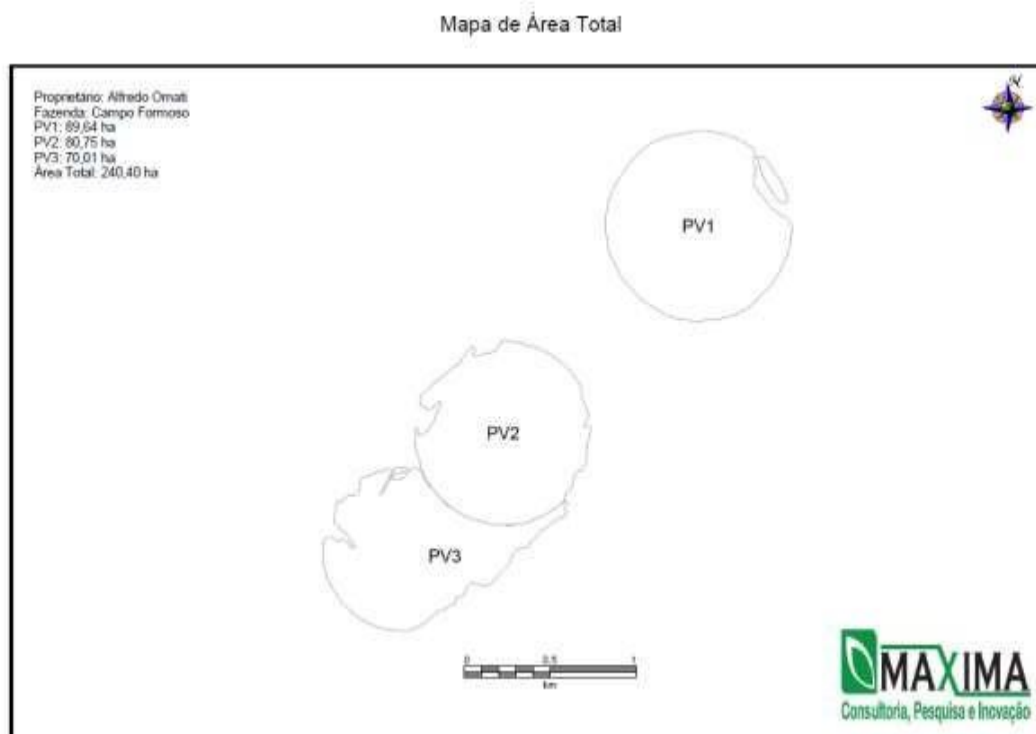
A propriedade pertence ao Sr. Alfredo Omati, localizada no município de Sandolândia-TO, coordenadas $12^{\circ}33'26.49''S$ e $49^{\circ}51'43.24''O$, à esquerda da rodovia TO 181, sentido Formoso do Araguaia-Sandolândia (Figura 1). Possui área de cultivo atual de 240,40 hectares de produção de soja. O manejo de solo adotado é o sistema de plantio direto, a precipitação pluviométrica média anual é de 1641 mm, com altitude de 248 metros.

Figura 1 - Localização da fazenda Campo Formoso, município de Sandolândia - TO.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Figura 2 - Imagem ilustrativa da área de produção da fazenda Campo Formoso, município de Sandolândia - TO.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NA FAZENDA CAMPO FORMOSO, MUNICÍPIO DE SANDOLÂNDIA - TOCANTINS

Durante o período do estágio, foi desenvolvido as atividades de agricultura de precisão nos pivôs. Primeiro passo, foi a coleta das amostras de solo, logo após as amostras foram encaminhadas para análise em empresa idônea. Por fim, foi feito a análise dos dados químicos comparando os dois anos de amostragem.

3.1 Coleta das amostras de solo

Para realizar coleta do solo, o primeiro passo foi realizar dimensionamento dos pivôs, percorrendo os mesmos com auxílio de uma motocicleta Honda modelo CRF 230 (FIGURA 3), utilizando o aplicativo de *Smartphone* C7 GPS, que tem como extensão o C7 GPS Dados e o C7 GPS Malha. De acordo com Pires (2017), medições realizadas com estes aplicativos, quando as atividades não exigem alta precisão, podem servir como base para planejamento de levantamento de dados georreferenciados para realização de cadastro ambiental rural, elaboração de mapas temáticos, divisão de áreas, entre outras possibilidades.

Figura 3 - Motocicleta utilizada na medição de áreas e coleta de amostras de solo.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Após dimensionado da área, com auxílio do C7 GPS Malha, isso para gerar a malha da área, definindo o tamanho de grid, o aplicativo irá gerar a quantidade de pontos, sendo os mesmos, georreferenciado. A partir desse ponto são coletadas 5 amostras simples, que irão gerar a amostra composta. As amostras coletadas são de 0 a 20 cm, a coleta é feita com auxílio de um motor modelo Stihl Bt 45 (FIGURA 4) com furadeira acoplada e uma base que fica no solo (FIGURA 5), com um círculo onde coloca-se a furadeira, com o movimento de perfuração do solo, na retirada do implemento, vem a quantidade de solo, faz-se isso até ter a quantidade suficiente que formará a amostra. Cada amostra é identificada corretamente com o seu respectivo ponto.

Figura 4 - Imagem do motor utilizado na coleta das amostras de solo.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Figura 5 - Imagem da base utilizada na coleta das amostras de solo.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

3.2 Análise química das amostras de solo

Após a coleta, as amostras são colocadas em sacos plásticos devidamente identificados, logo após, segue para a análise química das amostras, na qual é realizada pelo Solocria Laboratório Agropecuário LTDA, uma empresa idônea, que participa dos programas de controle de qualidade de análises de solo e folhas promovidos respectivamente pela EMBRAPA – SOLOS e pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ).

Há mais de 25 anos no mercado, a Solocria Laboratório Agropecuário LTDA visa proporcionar um alto nível de atendimento aos agricultores de Goiás, da região Centro Oeste, e também de outras partes do Brasil.

Figura 6 - Amostras de solo embaladas e identificadas, prontas para envio para realização da análise química.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

4 HISTÓRICO DO PIVÔ

O local de cultivo analisado possui uma área de aproximadamente 90 hectares, irrigado por pivô central. Nos últimos dois anos foram cultivadas duas culturas, uma espécie leguminosa e uma espécie gramínea, soja e sorgo forrageiro respectivamente.

Na safra 2017/2018, foi cultivada a cultura da soja, a adubação utilizada foi de 240

kg.ha⁻¹ de MAP 11-52-00 (fosfato monoamônico) na base e 230 kg.ha⁻¹ na cobertura, utilizando como fonte de potássio, o KCl (cloreto de potássio). A cultivar utilizada foi a Monsoy 8210 IPRO, obtendo uma produtividade média de 70 sacos por hectare. Na safrinha de 2018, foi semeado sorgo forrageiro com a finalidade de se produzir silagem, a cultivar utilizada foi a Chopper, da Atlântica Sementes, realizou uma adubação de base utilizando 150 kg.ha⁻¹ de MAP, na cobertura foi utilizado como fonte de potássio o KCl, com dose de 125 kg.ha⁻¹, a produtividade obtida foi de aproximadamente 24 toneladas por hectare de silagem.

Na safra 2018/2019, foi cultivada a cultura da soja, a adubação utilizada foi de 135 kg.ha⁻¹ de MAP 11-52-00 (fosfato monoamônico) na base e 155 kg.ha⁻¹ na cobertura, utilizando como fonte de potássio, o KCl (cloreto de potássio). A cultivar utilizada foi a Brasmax DESAFIO RR, obtendo uma produtividade média de 75 sacos por hectare. Na safrinha de 2019, foi semeado sorgo forrageiro com a finalidade de se produzir silagem, a cultivar utilizada foi a Chopper, da Atlântica Sementes, realizou uma adubação de base utilizando 150 kg.ha⁻¹ de MAP, na cobertura foi utilizado como fonte de potássio o KCl, com dose de 128 kg.ha⁻¹, a produtividade obtida foi de aproximadamente 30 toneladas por hectare de silagem.

As produtividades de soja, não atingiu o que era esperado pelo proprietário e pela consultoria, isso devido ao fato da qualidade das sementes, foi atestado através de análises em laboratório, que as sementes não apresentavam o vigor e a germinação descrita pela sementeira que produziu e comercializou.

Na safra 2019/2020, foi cultivada a cultura da soja, a adubação utilizada foi de 335 kg.ha⁻¹ do formulado 4-30-10 na base e 195 kg.ha⁻¹ na cobertura, utilizando como fonte de potássio, o KCl (cloreto de potássio). A cultivar utilizada foi a Brasmax DESAFIO RR.

Figura 7 - Área do pivô, cultivada com a cultura da soja.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Figura 8 - Área do pivô, cultivada com a cultura do sorgo forrageiro.



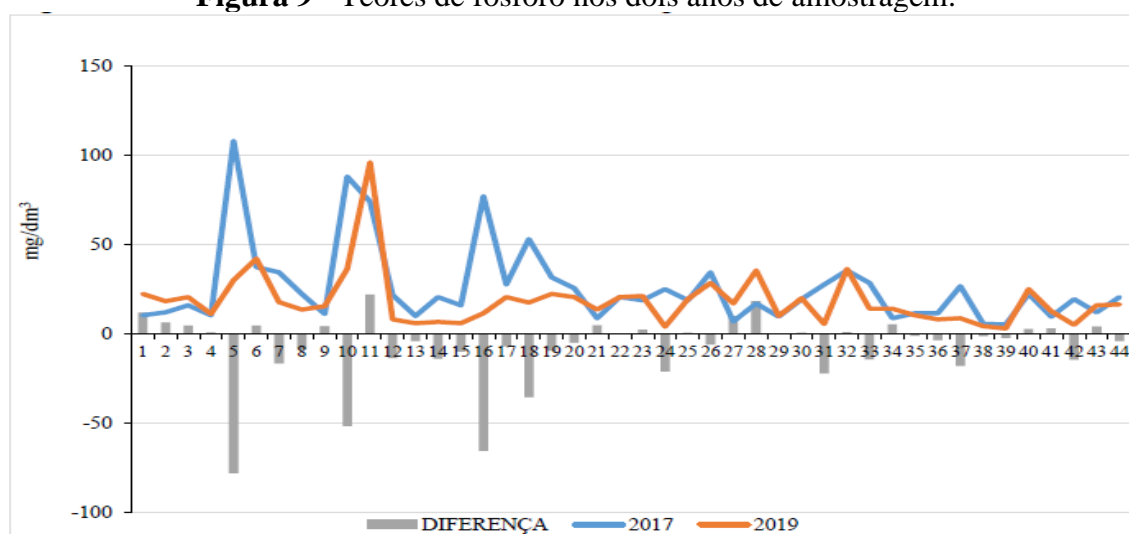
Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

5 ANÁLISE DOS DADOS DA ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO EM DIFERENTES ANOS DE AMOSTRAGEM

5.1 Análise dos teores de fósforo

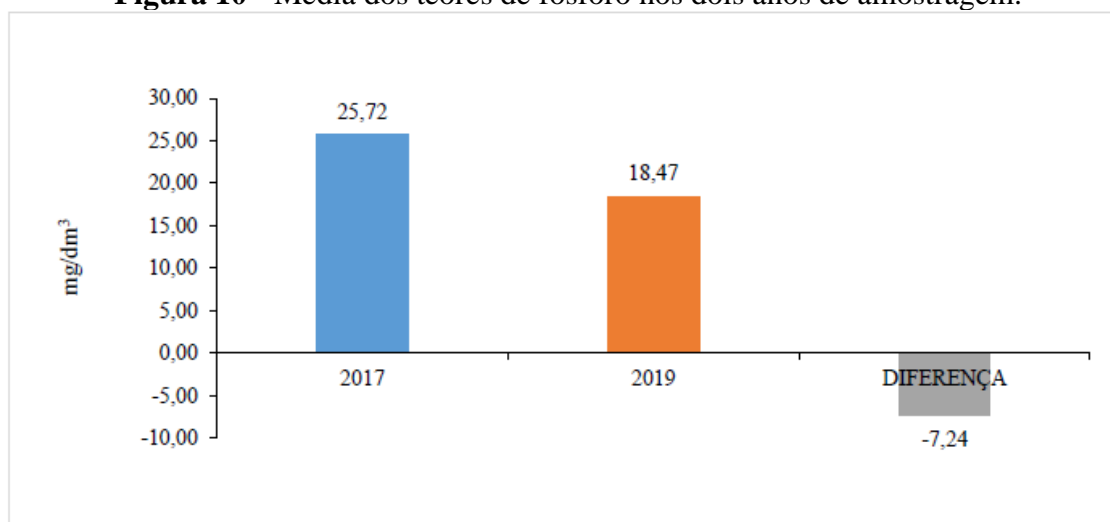
Para adequada nutrição da cultura da soja em solos do cerrado brasileiro, se faz necessária à utilização de elevadas doses de fertilizantes, devido ao predomínio de solos altamente intemperizados, caracterizados pela baixa disponibilidade de nutrientes às plantas. Nestes solos, a deficiência de fósforo é intensa, devido a adsorção e a formação de precipitados com ferro e alumínio (Bedin et al., 2003). Assim, o fósforo é o nutriente que mais limita a produtividade na maioria desses solos havendo necessidade de adubações frequentes. De acordo com (SFREDO, 2008), o principal papel do fósforo (P) na fisiologia da planta é fornecer energia para reações biossintéticas e para o metabolismo vegetal.

Figura 9 - Teores de fósforo nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Analisando o gráfico acima, para o nutriente fósforo, mais de 50% dos pontos amostrados, diminuíram os teores, quando comparado o ano de 2017 e 2019. A diminuição foi de aproximadamente $7,2 \text{ mg.dm}^{-3}$, considerando a média de todos os pontos amostrados nos dois anos de amostragem, como mostra a figura 8.

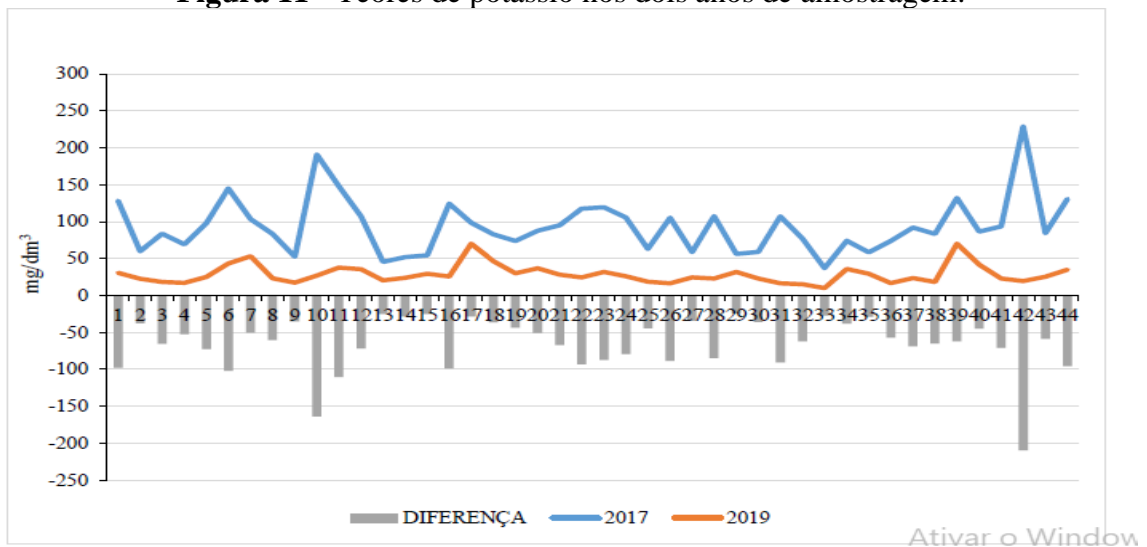
Figura 10 - Média dos teores de fósforo nos dois anos de amostragem.

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Essa diferença se dá pelo fato de a extração da cultura está maior que o suprimento de fósforo no solo, ou seja, a quantidade da adubação de manutenção está sendo insuficiente para demanda da cultura, ou seja, a planta retira do residual presente no solo, com isso os teores do solo diminuíram quando comparado o ano de 2017 com o ano de 2019.

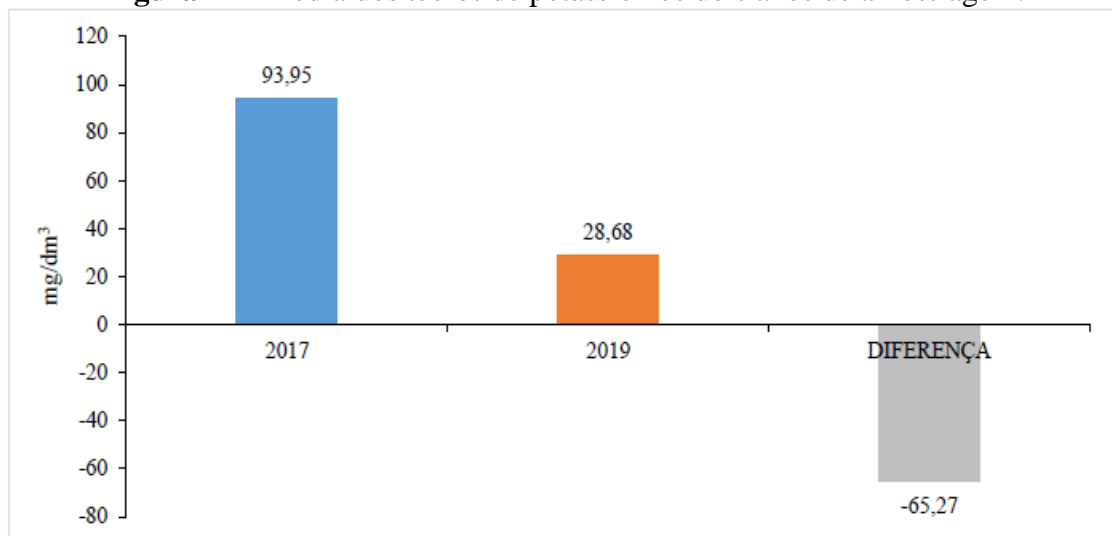
5.1 Análise dos teores de potássio

O potássio do solo, por sua vez, é formado pelo K da solução, o K trocável, o K não trocável (fixado) e o K estrutural, e o suprimento de K para as plantas advém da solução e dos sítios de troca dos colóides do solo, que estão em equilíbrio com o K não trocável e com o K estrutural dos minerais (Sparks & Huang, 1985). De acordo com Marschner (1995), o potássio é o segundo nutriente mineral requerido em maior quantidade pelas espécies vegetais, depois do N, e tem alta mobilidade na planta, em qualquer concentração, seja dentro da célula, no tecido vegetal, no xilema ou no floema.

Figura 11 - Teores de potássio nos dois anos de amostragem.

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Analisando o gráfico acima, para o nutriente potássio, a diminuição foi de aproximadamente 65 mg.dm^{-3} , considerando a média de todos os pontos amostrados nos dois anos de amostragem, como mostra a figura 10.

Figura 12 - Média dos teores de potássio nos dois anos de amostragem.

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Com isso, conclui-se que a extração das culturas cultivadas nesse intervalo de tempo, como a cultura da soja e do sorgo, foi maior do que o suprimento do nutriente no solo, diminuindo seu teor residual no solo. As adubações a base de potássio nas safras 2017/18, safrinha 2018, safra 2018/19 e safrinha 2019, foram respectivamente de 230 kg.ha^{-1} , 125 kg.ha^{-1} , 155 kg.ha^{-1} , 128 kg.ha^{-1} e 195 kg.ha^{-1} . Percebe-se uma grande variação das doses de aplicadas de potássio na forma de Cloreto de Potássio (KCl) durante as safras, essa diferença se dá pelo

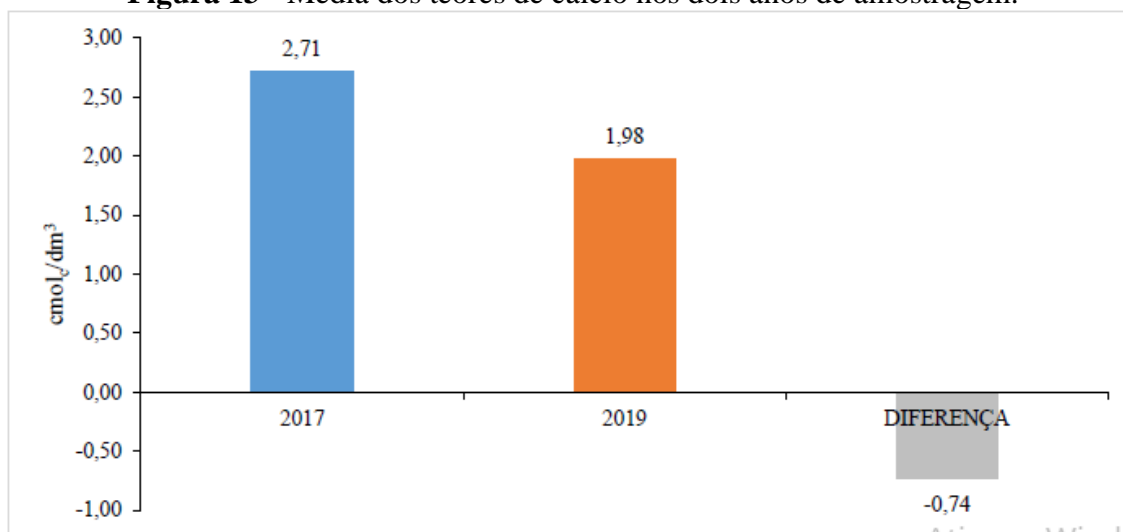
fato dos altos preços do fertilizante, que em 2017 custava 1.115,00 reais por tonelada e no ano seguinte passou a custar 1.982,62 reais por tonelada, aumento de cerca de 77%.

5.2 Análise da relação cálcio magnésio

A inter-relação entre os nutrientes cálcio e magnésio na nutrição vegetal está relacionada às suas propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Como consequência, a presença de um pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro, fato ocorrente para os íons Ca^{+2} e Mg^{+2} (ORLANDO FILHO et al., 1996). O excesso de cálcio em relação ao magnésio na solução do solo pode prejudicar a absorção desse último, assim como o excesso de magnésio também prejudica a absorção de cálcio (MALAVOLTA et al., 1997).

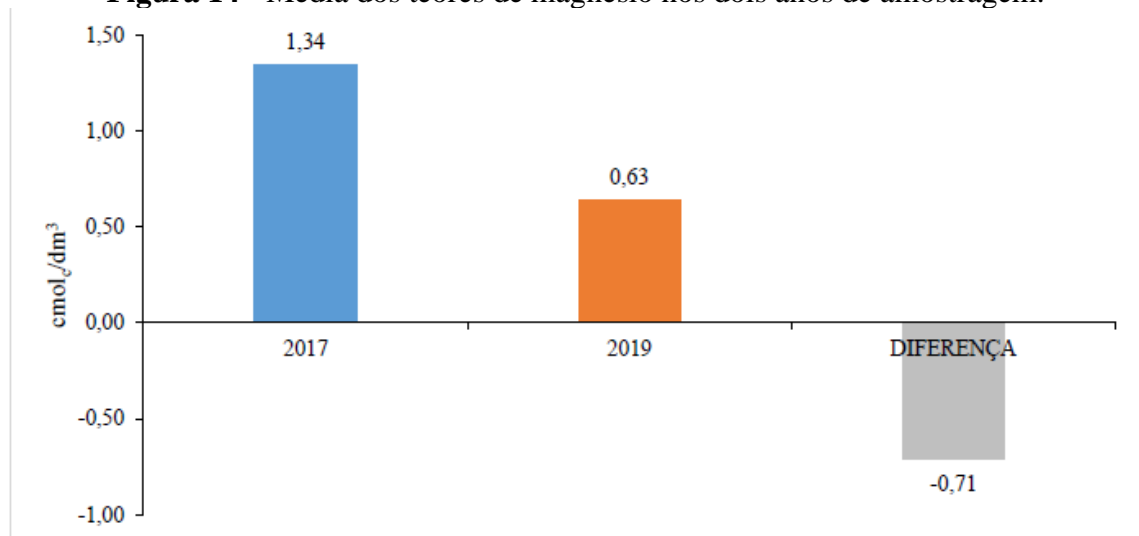
De acordo com as figuras 13 e 14, tem-se a redução na média dos teores de cálcio e magnésio dos pontos amostrados.

Figura 13 - Média dos teores de cálcio nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

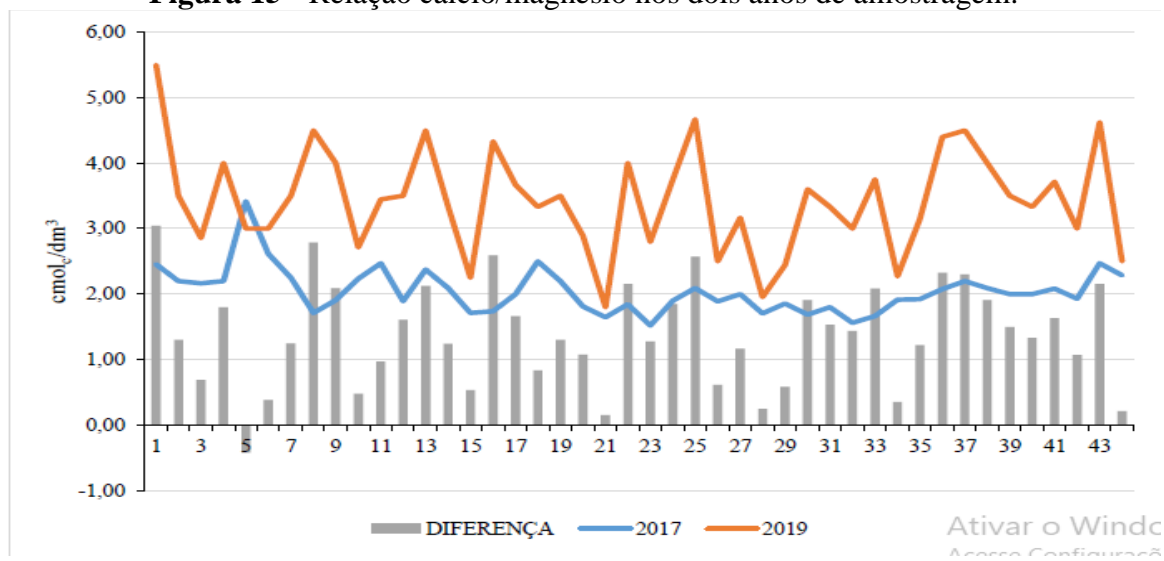
Figura 14 - Média dos teores de magnésio nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Essa diferença se dá pelo fato da extração das culturas durante as safras sucessivas, sem reposição desses nutrientes. A recomendação para o produtor, foi que, para a atual safra, utilizar fertilizantes que na sua composição, estivesse presente os dois nutrientes.

Figura 15 - Relação cálcio/magnésio nos dois anos de amostragem.



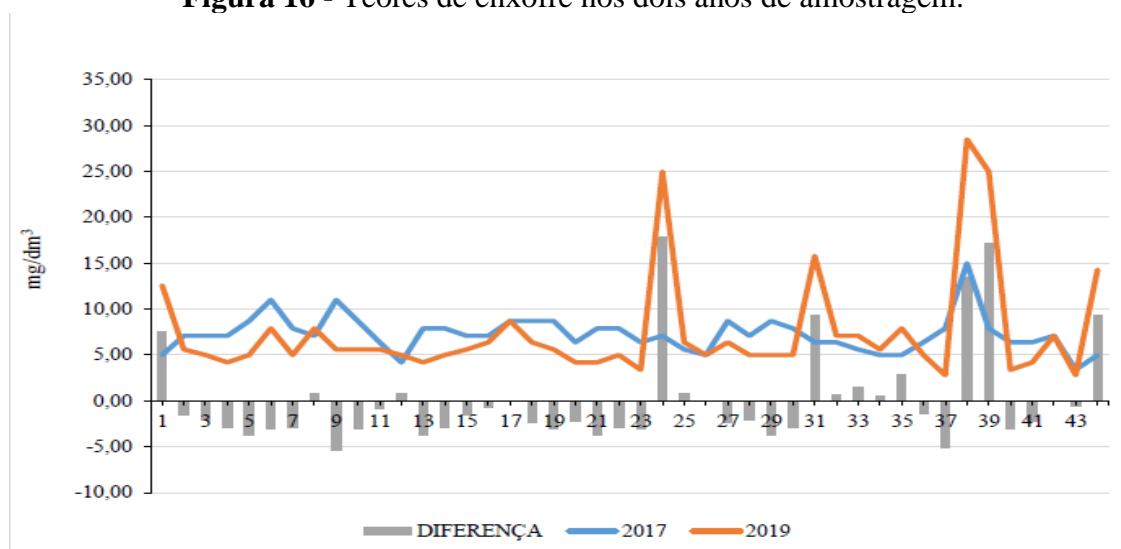
Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Na figura acima (Figura 15), temos a relação cálcio/magnésio, nos dois anos de amostragem, nota-se que os valores da relação, aumentaram significativamente quando se comparado o ano de 2019 com o ano de 2017. Utilizando como parâmetro as médias de todos os pontos amostrados em cada ano, temos um aumento médio de 1,1 cmol_c.dm⁻³ do ano de 2017 para o ano de 2019.

5.3 Análise dos níveis de enxofre

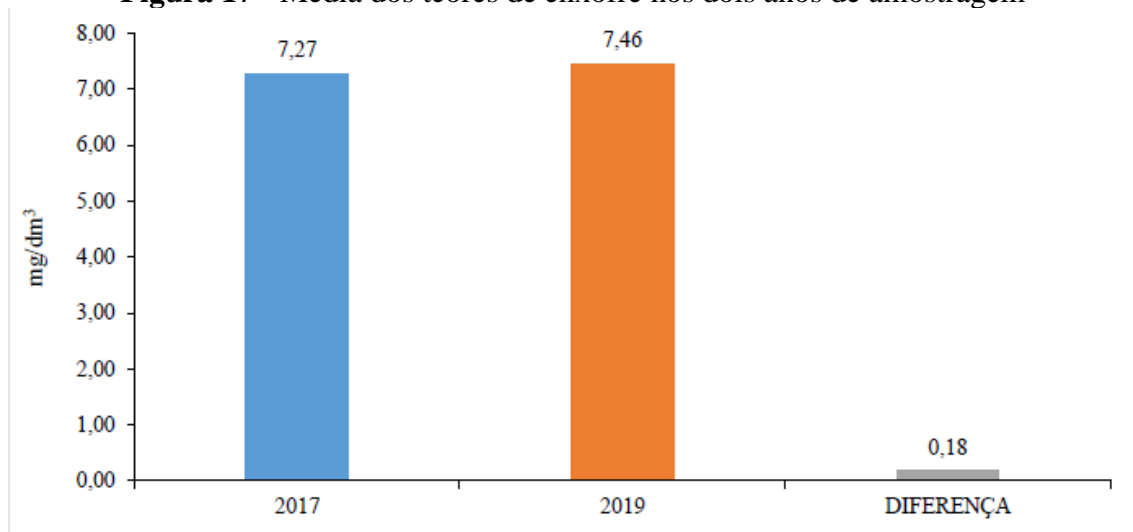
A manutenção de teores adequados de matéria orgânica garante o suprimento gradual de S às plantas, através da mineralização. Entretanto, o uso do solo de forma inadequada, resultando em diminuições no teor de matéria orgânica, associado ao uso de corretivos em superfície e fertilizantes concentrados com ausência de S, e as exportações deste elemento pelas colheitas reduzem a disponibilidade de S. Nesse contexto, aumenta-se a probabilidade de resposta das culturas agrícolas à adubação sulfatada, além de tornar áreas deficientes em S. (Jordan & Ensminger, 1958; Elkins & Ensminger, 1971).

Figura 16 - Teores de enxofre nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Com base na figura acima (Figura 16), nota-se a redução dos teores de enxofre por ponto amostrado, em alguns pontos, como exemplo P24, P31, P38, P39 e P44, os níveis de enxofre aumentaram, porém, a explicação seria de que a amostragem tenha coincidido com uma mancha de gesso agrícola, por isso os valores extrapolaram a média dos pontos.

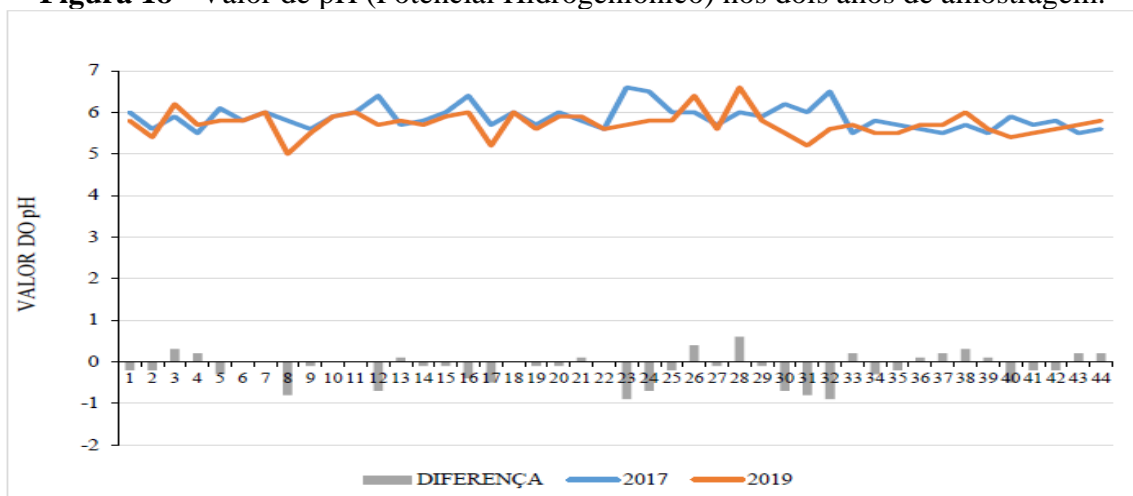
Figura 17 - Média dos teores de enxofre nos dois anos de amostragem

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

De acordo com a figura 17, quando comparado o ano de 2017 com o ano de 2019, temos um pequeno aumento no teor de enxofre na média dos pontos amostrados. Considerando os tratos culturais feitos na propriedade, no ano agrícola de 2018, foi realizado a aplicação de $1500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de gesso agrícola, com isso, mesmo a extração do nutriente pelas culturas cultivadas nesse intervalo de tempo, não foi suficiente para abaixar média do mesmo.

5.4 Análise do pH (potencial hidrogeniônico)

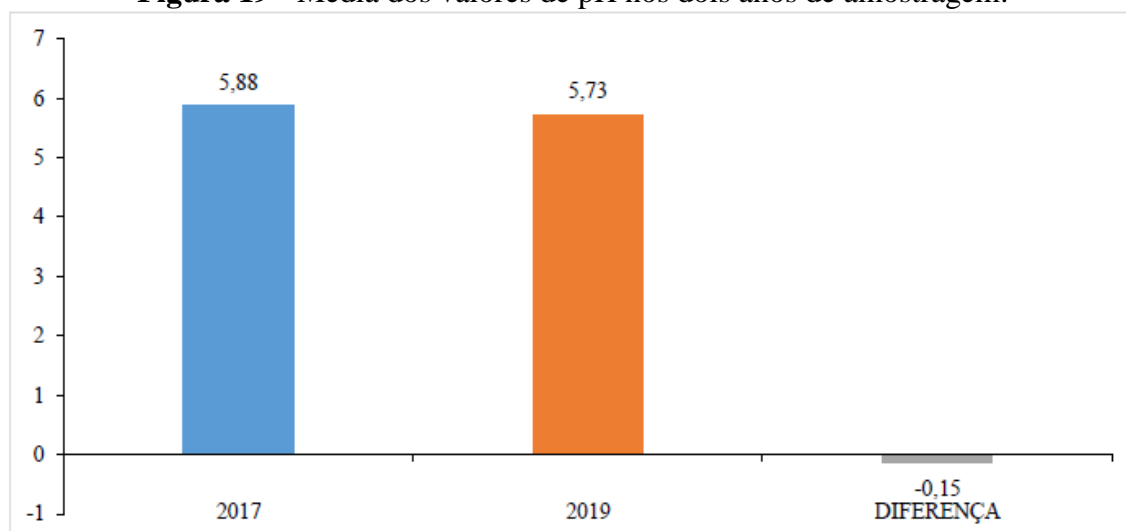
Os solos ácidos apresentam problemas para a agricultura porque as plantas não desenvolvem bem nestas condições de acidez. A disponibilidade de nutrientes é muito pequena para as plantas, conseqüentemente a produtividade das lavouras é muito baixa.

Figura 18 - Valor de pH (Potencial Hidrogeniônico) nos dois anos de amostragem.

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Analisando a imagem acima (Figura 18), o comportamento dos valores de pH teve pouca variação, pois quando analisamos a figura 19, percebemos que essa variação, quando comparado o ano de 2019 com o de 2017, foi de apenas 0,15 no valor médio de pH dos pontos amostrados. Essa acidificação que ocorreu, é comum acontecer, com os sucessivos cultivos e anos de plantio. Porém, para atual o atual cenário, não se recomendou ainda o uso do calcário, mas na próxima safra, será recomendado de acordo com a nova amostragem e análise das variáveis que influencia em tal recomendação.

Figura 19 - Média dos valores de pH nos dois anos de amostragem.

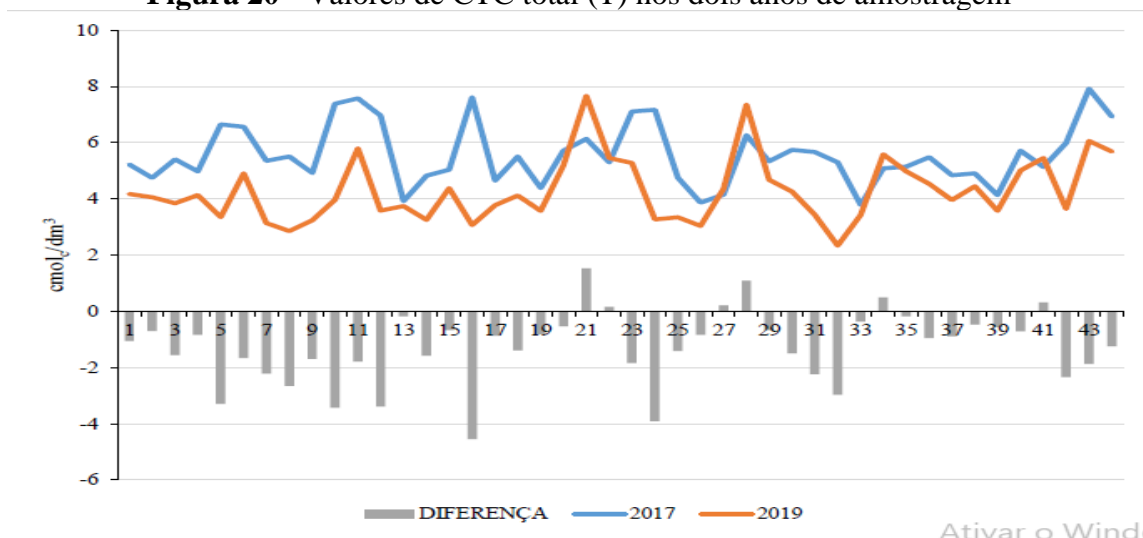


Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

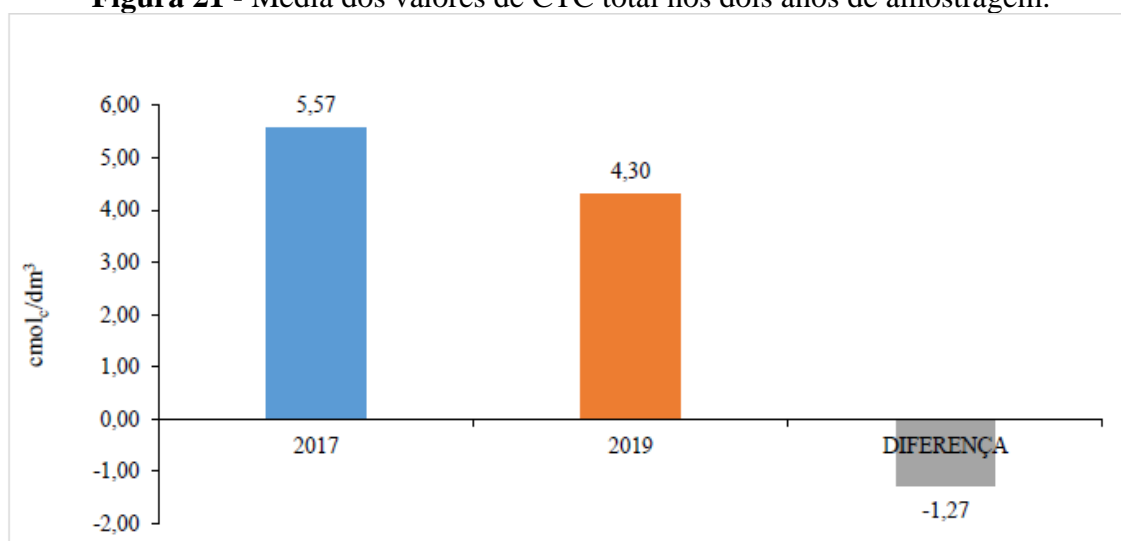
5.5. Análise capacidade de troca de cátions total (t)

Em solos tropicais, 70% a 80% da CTC total é relativa às cargas negativas da MOS (LUZ et al., 2005). Logo, o incremento de MOS e a ciclagem de nutrientes são fundamentais, tanto na retenção, quanto na diminuição da lixiviação de nutrientes, aumentando ainda a capacidade de troca de cátions dos solos.

Os teores do cátion Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} analisados anteriormente, sofreram decréscimo em seus teores, quando comparado o ano de 2017 com 2019, isso interfere consequentemente na capacidade de troca de cátions, que é o resultado da soma desses, que formam a soma de bases (SB), com H^{+} e Al^{3+} . Logo conclui-se que se os teores dos cátions diminuam, por consequência a CTC também irá diminuir, observa-se esse comportamento na figura abaixo (FIGURA 20).

Figura 20 - Valores de CTC total (T) nos dois anos de amostragem

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Figura 21 - Média dos valores de CTC total nos dois anos de amostragem.

Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

A média da redução da CTC dos pontos amostrados, quando comparado os dois anos de amostragem, foi de aproximadamente 1,3 cmoc.dm³.

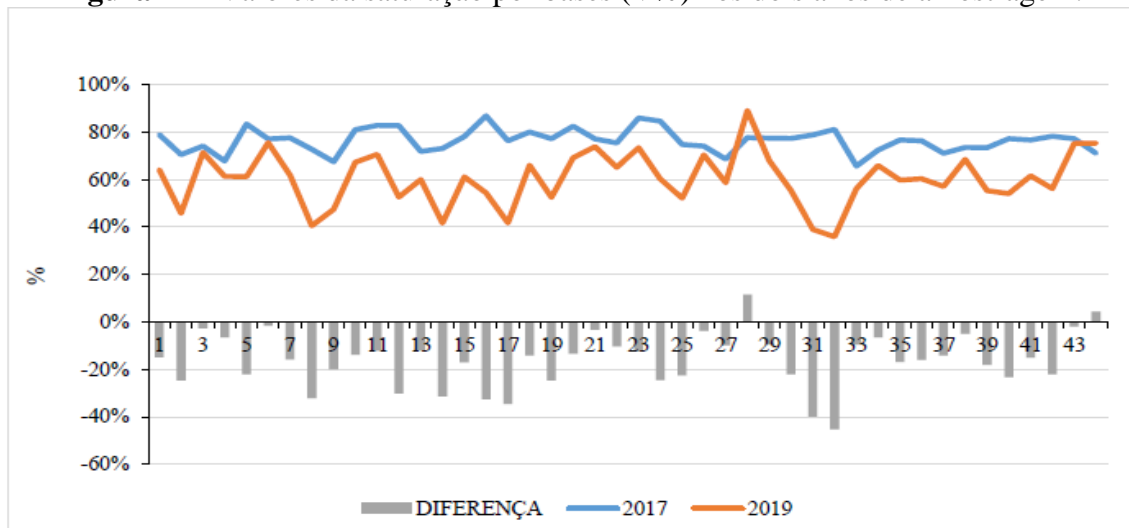
5.6 Análise da saturação por bases (v%)

A saturação por bases (V%), é a razão entre a soma das bases (Ca²⁺, Mg²⁺ e K⁺) e a CTC total (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, H⁺ e Al³⁺), expressa em porcentagem. Sabendo-se ainda que existe uma correlação positiva entre pH e V% (CATANI e GALLO, 1955; RAIJ et al., 1968), relação esta tão estreita, que falar em elevar a saturação por bases significa aumentar o pH do solo (RAIJ, 1983).

Utilizado também como método de recomendação de calagem, é estabelecida

fundamentalmente pela diferença entre a saturação por bases (V%) característica do solo e o desejado para determinada cultura.

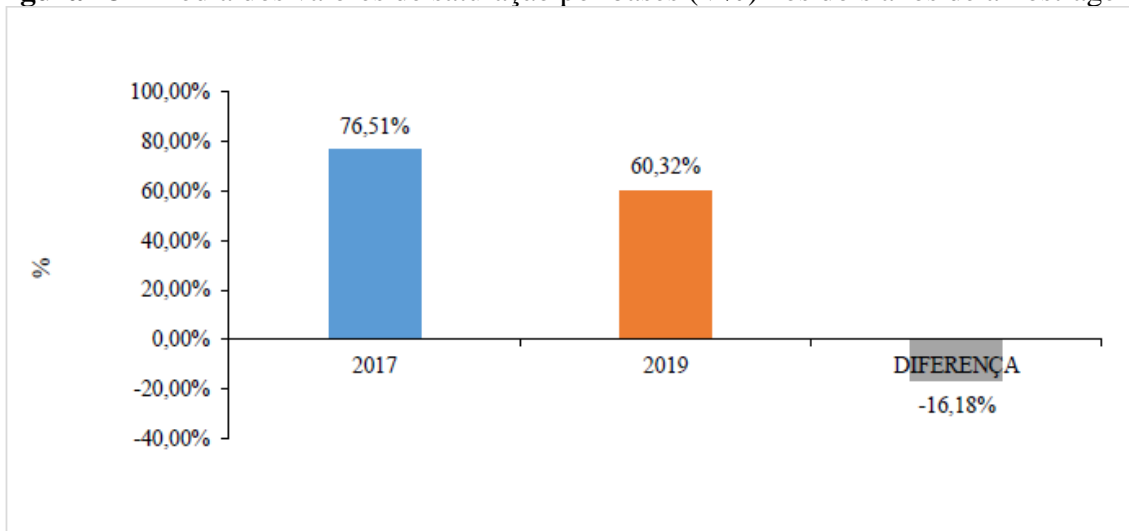
Figura 22 - Valores da saturação por bases (V%) nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

Analisando a imagem acima (Figura 22), percebe-se a diminuição da saturação por bases, quando comparado o ano de 2017 com o ano de 2019. Conclui-se que esse acontecimento se dá pelo fato de os teores dos cátions analisados anteriormente, sofreram decréscimo em seus teores, quando comparado o ano de 2017 com 2019, isso interfere consequentemente na capacidade de troca de cátions e no valor da soma das bases. Logo conclui-se que sabendo que a saturação por bases é a razão entre a somas das bases e a CTC total, por consequência a mesma irá diminuir seus valores.

Figura 23 - Média dos valores de saturação por bases (V%) nos dois anos de amostragem.



Fonte: Banco de Dados Máxima Consultoria (2019).

A média de decréscimo dos pontos amostrados foi de 16% no ano de 2019, quando comparado com o ano de 2017.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio curricular ou extracurricular é de suma importância para formação de profissionais de qualidade. O conhecimento teórico é indispensável, porém quando aplicado na prática, surge diferentes cenários, que precisam de soluções diferentes e inovadoras.

Conclui-se a importância de se realizar agricultura de precisão em uma propriedade, pois auxilia e aumenta assertividade nas tomadas de decisões, propiciando conhecer cada ponto da área estudada.

Todas as decisões tomadas e aplicadas em conjunto durante o processo produtivo, resultaram em ótimos resultados, gerando também novos desafios a serem resolvidos. O estágio contribuiu significativamente para minha evolução, nos aspectos de conhecimento técnico, prático e de relacionamento e gestão de pessoas.

O dia a dia no campo, o contato com novas pessoas que atuam na área, propicia um leque de novos aprendizados, que contribuirão para formação profissional dos novos profissionais engenheiros agrônomos que entrarão no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTELLA, M.; ANDRADE, R. G.; BOLFE, É. L.; VICTORIA, D. C.; SILVA, G. B. S. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 251-260, 2011.
- BEDIN, I.; FURTINI, A.E.; RESENDE, A.V.; FAQUIN, V.; TOKURA, A.M.; SANTOS, J.Z.L. **Fertilizantes fosfatados e produção da soja em solos com diferentes capacidades tampão de fosfato**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, n.27, p.639-646, 2003.
- BERNARDI, A. C. C.; FRAGALLE, C. V. P.; FRAGALLE, E. P.; SILVA, J. C.; INAMASU, R. Y. **Estratégias de comunicação em agricultura de precisão**. Perspectivas em Ciência da Informação, v. 20, p. 189-200, 2015.
- CATANI, R.A., GALLO, J.R. **Avaliação da exigência de calcário dos solos do Estado de São Paulo, mediante correlação entre pH e a porcentagem de saturação em bases**. R. agric., Piracicaba, v.30, n.1/3, p.49-60, 1955.
- DOERGE T. A. **Nitrogen measurement for variable-rate N management in maize**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 36, p. 23-32, 2005.
- FILIPPINI ALBA, J. M. **Modelagem SIG em agricultura de precisão: conceitos, revisão e aplicações**. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 84-95.
- GEBBERS, R.; ADAMCHUK, V. I. **Precision agriculture and food security**. Science, v. 327, n. 5967, p. 828-31, 2010.
- GODWIN, R. J.; RICHARDS, T. E.; WOOD, G. A.; WELSH, J. P.; KNIGHT, S. M. **Aneconomic analysis of the potential for precision farming in UK cereal production**. Biosystems Engineering, v. 84, p. 533-545, 2003.
- GRIFFIN, T. W.; LOWENBERG-DEBOER, J. **Worldwide adoption and profitability of precision agriculture: implications for Brazil**. Revista de Política Agrícola, v. 14, p. 20-38, 2005.
- INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de precisão**. In: BERNARDI, A. C. C.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 21-33.
- INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; VAZ, C. M. P.; NAIME, J. M.; QUEIROS, L. R.; RESENDE, A. V.; VILELA, M. de F.; JORGE, L. A. C.; BASSOI, L. H.; PEREZ, N. B.; FRAGALLE, E. P. **Agricultura de precisão para a sustentabilidade de sistemas produtivos do agronegócio brasileiro**. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. (Ed.). **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011. p. 14-26.
- KITCHEN, N. R. **Emerging technologies for real-time and integrated agriculture**

decisions. Computers and Electronics in Agriculture, n. 61, p. 1-3, 2008.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado.** Piracicaba: Potafos, 1985. 136 p.

MARSCHNER, H. **Functions of mineral nutrients: macronutrients.** In: MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2nd ed. London: Academic Press, 1995. p.231-255.

MOLIN, J. P., DO AMARAL, L. R., COLAÇO, A. **Agricultura de precisão.** Oficina de Textos, 2015.

ORLANDO FILHO, J. O.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C.; BEAUCLAIR, E. G. F. **Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da cana-de-açúcar.** STAB: Açúcar, Álcool e Subprodutos, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

PIRES, F. S. **DESENVOLVIMENTO DE BASE TECNOLÓGICA: medição de área em imagem do Google Maps.** Santa Maria, p.41, 2017.

RAIJ, B. van. **Avaliação da fertilidade do solo.** 2ed. Piracicaba: Instituto da Potassa, 1983, 142p. RAIJ, B. van. SACCHETTO, M.T.D., IGUE, T. **Correlações entre pH e grau de saturação em bases nos solos com horizontes B textural e horizonte B latossólico.** *Bragantia*, Campinas, v.27, n.17, p.193-200, 1968.

SCHNUG, E.; HANEKLAUS, S.; LAMP, J. **Continuous large scale yield mapping in oilseed rape fields and application of yield maps to CAF.** *Oilseeds*, v. 9, p. 13-14, 1991.

SPARKS, D.L.; HUANG, P.M. Physical chemistry of soil potassium. In: MUNSON, R.D. (Ed.). *Potassium in agriculture.* Madison: American Society of Agronomy, 1985. p.201-276.

WINSTEAD, A. T.; NORWOOD, S. H.; GRIFFIN, T. W.; RUNGE, M.; ADRIAN, A. M.; FULTON, J. P.; KELTON, J. **Adoption and use of precision agriculture technologies by practitioners.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 10., 2010, Denver. *Proceedings...* Denver: ISPA, 2010. 1 CD-ROM, p. 18-21.