



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



GILVAN JOSÉ DOS SANTOS JUNIOR

**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO GRUPO LUIZ JATOBÁ,
ALAGOAS, CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

RIO LARGO, AL – 2022

GILVAN JOSÉ DOS SANTOS JUNIOR

**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO GRUPO LUIZ JATOBÁ,
ALAGOAS, CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Agrárias como parte dos requisitos
para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Moura
Filho.

Coorientadora: Profa. Dra. Leila Cruz
da Silva Calheiros.

RIO LARGO, AL – 2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 - 1512

S2371 Santos Junior, Gilvan José dos.

Levantamento da fertilidade dos solos do grupo Luiz Jatobá, cultivadas com cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). / Gilvan José dos Santos Junior . – 2022.

41f.: il.

Orientador(a): Gilson Moura Filho.

Coorientador(a): Leila Cruz da Silva Calheiros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2022.

Inclui bibliografia

1. Análise de fertilidade do solo. 2. Adubação. 3. Cana-de-açúcar. I. Título.

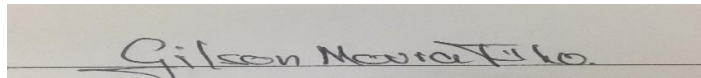
CDU: 631.452:633.61

FOLHA DE APROVAÇÃO

GILVAN JOSÉ DOS SANTOS JUNIOR

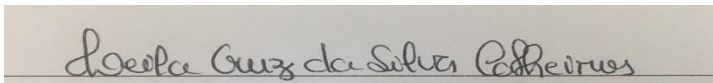
**LEVANTAMENTO DA FERTILIDADE DOS SOLOS DO GRUPO LUIZ JATOBÁ,
ALAGOAS, CULTIVADAS COM CANA-DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*)**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias - CECA, da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, e aprovado em 20 de dezembro de 2022.

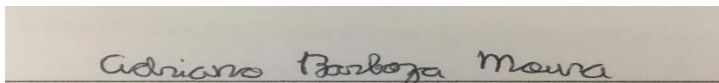


Prof. Dr. Gilson Moura Filho

Banca Examinadora:



Prof.^(a) Dr.^(a) Leila Cruz da Silva Calheiros



Dr. Adriano Barboza Moura

AGRADECIMENTOS

Bom, Quero primeiramente agradecer ao meu Deus, pela vida, por estar sempre comigo, seja nos momentos bons e ruins, me ajudando e me dando forças para nunca desistir dos meus sonhos. Pois sem cristo, nada disso poderia estar acontecendo em minha vida;

A meus pais, Maria Suely da Conceição Lima Santos e Gilvan José dos Santos, que foram fundamental na minha vida, por toda educação que me deram, sempre me incentivando nos meus estudos. Devo tudo aos meus pais, pois sem eles do meu lado, juntamente com meu irmão Samuel nada teria sido possível;

Aos meus familiares e, que sempre me deram força, apoio e incentivo a sempre seguir na busca de conhecimentos; em especial meus tios Genivaldo e Jeová. Foram importantes demais para minha formação.

À Universidade Federal de Alagoas – UFAL e ao Centro de Ciências Agrárias – CECA;

Aos meus orientadores Prof. Dr. Gilson Moura Filho e Prof. Dra. Leila cruz da Silva Calheiros, que tiveram participação direta na realização deste trabalho;

À Usina Luiz Jatobá, pela disponibilização da área do experimento;

Aos meus amigos do Laboratório de Solos, Água e Plantas – LABSAP; Lucas Lopes, Vincent, Wendel coelho, Erica, Carlos Guedes, Dani, Batista, Amanda, Julia, Adalto

Aos professores do Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias - CECA que contribuíram para minha formação;

Aos meus colegas do curso de Agronomia e aos amigos, Hugo, Jhamerson, Batista, Clécio, Vicente, Jonatas, Rilbson, Joelcio, Wyslane, Tamara, Valdei, que estiveram comigo e me ajudaram durante o Curso;

A todos aqueles que, mesmo não mencionados, de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos por tudo!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 _ Cana-de-açúcar.....	13
2.2 _ Atributos químicos do solo.....	13
2.3 – Relação entre pH e saturação por base.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5. CONCLUSÕES.....	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Frequência relativa geral referente ao pH do solo encontrado nas amostras analisadas.....	20
Figura 02 - Frequência relativa geral referente ao cálcio trocável das amostras de solos analisadas.....	21
Figura 03 - Frequência relativa geral referente ao magnésio trocável das amostras de solos analisadas.....	21
Figura 04 - Frequência relativa geral referente a saturação por bases (V) dos solos analisados.	22
Figura 04a - Relação entre pH do solo e saturação por base (V) referente aos dados gerais.....	23
Figura 05 - Frequência relativa geral referente ao alumínio trocável das amostras de solos analisadas.....	24
Figura 06 - Frequência relativa geral referente a saturação por alumínio (m) dos solos analisados.	24
Figura 07 - Frequência relativa geral referente ao potássio disponível presente nas amostras de solos analisadas.....	25
Figura 08 - Frequência relativa geral referente ao fósforo disponível presente nas amostras de solos analisadas.....	25
Figura 09 - Frequência relativa geral referente a capacidade de trocas catiônicas dos solos analisados.....	26
Figura 10 - Frequência relativa geral referente aos teores de matéria orgânica presente nas amostras de solos analisadas.....	26
Figura 11 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao pH do solo encontrado nas amostras analisadas.	27
Figura 12 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao pH do solo encontrado nas amostras analisadas.	27
Figura 13 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao cálcio trocável das amostras de solos analisadas.....	28

Figura 14 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao cálcio trocável das amostras de solos analisadas.	28
Figura 15 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao magnésio trocável das amostras de solos analisadas.	29
Figura 16 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao magnésio trocável das amostras de solos analisadas.	29
Figura 17 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente a saturação por bases (V) dos solos analisados.	30
Figura 18 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente a saturação por bases (V) dos solos analisados.	30
Figura 19 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao alumínio trocável das amostras de solos analisadas.	30
Figura 20 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao alumínio trocável das amostras de solos analisadas.	30
Figura 21 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente a saturação por alumínio (m%) dos solos analisados.	31
Figura 22 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente a saturação por alumínio (m%) dos solos analisados.	31
Figura 23 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao potássio disponível presente nas amostras de solos analisadas.	32
Figura 24 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao potássio disponível presente nas amostras de solos analisadas.	32
Figura 25 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente ao fósforo disponível presente nas amostras de solos analisadas.	33
Figura 26 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente ao fósforo disponível presente nas amostras de solos analisadas.	33
Figura 27 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente a capacidade de trocas catiônicas dos solos analisados.	34
Figura 28 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente a capacidade de trocas catiônicas dos solos analisados.	34
Figura 29 - Frequência relativa da camada 0-20cm referente aos teores de matéria orgânica presente nas amostras de solos analisadas.	34

Figura 30 - Frequência relativa da camada 20-40cm referente aos teores de matéria orgânica presente nas amostras de solos. analisadas.....**34**

LISTA DE TABELA

Tabela 01 - Valores dos intervalos das classes dos nutrientes pH, P, K, Ca, Mg, Al, M.O., V (%), m (%) e CTC.....	19
--	-----------

RESUMO

A recomendação de calagem e adubação para a cultura da cana-de-açúcar é baseada nas análises químicas dos solos, coletadas nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, para a maioria das regiões produtoras de cana-de-açúcar do nordeste brasileiro. Com isso, foi conduzido um trabalho com o objetivo de identificar os principais nutrientes limitantes das diversas amostras de fertilidade dos solos do Grupo Luiz Jatobá, cultivados com cana-de-açúcar. Para isso foram feitas determinações de pH, cálcio, magnésio, alumínio, H+Al, fósforo, potássio, matéria orgânica e análises de frequência relativa baseadas nas classes de muito baixa, baixa, média, alta e muito alta de acordo com a variável estudada. Foram determinados pH em água, cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+}) com solução de KCl 1 mol L^{-1} e Na^+ e K^+ foram extraídos com solução HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ – extrator Mehlich⁻¹. Acidez extraível (H+Al) com solução de acetato de cálcio $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ a pH 7,0 e foram determinadas por titulação com NaOH, Fósforo disponível com Mehlich⁻¹ foram determinados colorimetricamente com ácido ascórbico com redutor. O carbono orgânico determinado pelo processo de colorimetria. A influência do aumento ou diminuição do pH, sob a inclinação da curva gerada pela equação, resulta no aumento ou diminuição da saturação por bases, onde quanto menor a inclinação da curva, maior a saturação por bases. Em relação as camadas de solos em estudo, ocorreram uma diferença no teor dos nutrientes, sendo a deficiência maior encontrada na camada 20 a 40 cm. Já para o teor de fósforo, ambas as camadas se encontram com baixo teor do nutriente. No entanto, para o teor de potássio apresentou em geral 84,9% dos solos analisados, abaixo no nível crítico. Nesse caso, medidas podem ser adotadas, visando em curto e médio prazo a correção dos elementos limitantes, em busca da obtenção do aumento de produtividade da cana-de-açúcar.

Palavras-chave: análise de fertilidade do solo, adubação, cana-de-açúcar.

ABSTRACT

The recommendation of liming and fertilization for sugarcane crop is based on chemical analyses of soils collected at depths of 0 to 20 and 20 to 40 cm, for most sugarcane producing regions in northeastern Brazil. With this, a work was conducted with the objective of identifying the main limiting nutrients of the various soil fertility samples of the Luiz Jatobá Plant, cultivated with sugarcane. For this, determinations of pH, calcium, magnesium, aluminum, H+Al, phosphorus, potassium, organic matter and relative frequency analyses based on classes of very low, low, medium, high and very high according to the variable studied will be made. PH were determined in water, routable cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} and Al^{3+}) with solution of KCl 1 mol L^{-1} and Na^{+} and K^{+} were extracted with solution HCl 0.05 mol L^{-1} and H_2SO_4 $0.0125 \text{ mol L}^{-1}$ - Extractor Mehlich-1. Extractable acidity (H+Al) with calcium acetate solution 0.5 mol L^{-1} to pH 7.0 and were determined by titration with NaOH , phosphorus available with Mehlich-1 were determined colorimetrically with ascorbic acid with reducer. And, the organic carbon determined by the colorimetry process. The influence of the increase or decrease of pH, under the inclination of the curve generated by the equation, results in increased or decreased base saturation, where the lower the slope of the curve, the greater the base saturation. Regarding the soil layers under study, there was a difference in nutrient content, with the major deficiency found in the layer 20 to 40 cm. For phosphorus content, both layers are low in nutrient content. However, for the potassium content, 84.9% of the analyzed soils were generally presented, below the critical level. In this case, measures can be adopted, aiming in short and medium term the correction of limiting elements, in order to obtain the increase in sugarcane productivity.

Keywords: soil fertility analysis, fertilization, sugarcane.

1. INTRODUÇÃO

Os solos do Brasil são constituídos na sua maioria por solos ácidos e elevado teor de alumínio, mas algumas medidas podem ser tomadas para restauração da fertilidade desses solos (MIGUEL *et al.*, 2010). Segundo Ramos, (2006), o manejo da fertilidade do solo, através da adubação e correção da acidez, é fundamental para a obtenção de elevadas produtividades, desde que feita de maneira criteriosa e equilibrada.

O conhecimento desses atributos do solo sob diferentes usos e manejos constitui-se num importante mira para que se possa empregar manejo mais adequado, considerando a aplicação de fertilizantes, estratégias de amostragem e planejamento de delineamento de pesquisa em campo (BHATTI *et al.*, 1991).

A recomendação de calagem, gessagem e adubação para a cultura da cana-de-açúcar é firmada nas análises químicas dos solos, coletadas nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, para a maioria das regiões produtoras de cana-de-açúcar do nordeste brasileiro, uma caracterização da fertilidade do solo, em termos de distribuição dos valores de pH, Ca, Mg, K, P e outros elementos por classes, permite identificar os principais nutrientes limitantes. Nesse caso, medidas podem ser adotadas, visando em curto e médio prazo a correção dos elementos limitantes, em busca da obtenção do aumento de produtividade da cana-de-açúcar.

A amostragem do solo é a base para o uso racional, sustentável e econômico dos solos segundo ARRUDA *et al.*, (2014). Este é o passo inicial para que possamos ter conhecimento das condições de física e de fertilidade do solo que se pretende avaliar, sendo uma etapa de importância evidente para a recomendação de um manejo adequado do solo. Uma falha nesta etapa representa um erro em todo o processo, visto que as amostras não serão uma representação genuína da gleba amostrada, o que implica em erros nas recomendações a serem feitas.

O próximo passo a coleta das amostras em campo é a análise deste solo, pelo qual se faz possível conhecer os componentes químicos presentes em cada amostra, e segundo os resultados conhecer o grau de suficiência ou deficiência de nutrientes, assim como quantificar os elementos que acarretam condições prejudiciais aos desenvolvimentos das plantas, como a acidez, a salinidade, a toxidez por alumínio, entre outros. Esses fatores em conjunto nos dizem a atual condição de fertilidade do solo em questão, fazendo-se possível realizar o mapeamento da área e auxiliando os profissionais nas recomendações quanto a sua aptidão de uso, as quantidades adequadas de

corretivos e fertilizantes a serem aplicados, quando necessário e o manejo adequado para o local em que se está trabalhando.

Nesse contexto, foi conduzido um trabalho com o objetivo de identificar os principais nutrientes limitantes das diversas amostras de fertilidade dos solos da Usina Luiz Jatobá, cultivados com cana-de-açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma monocotiledônea que pertence à família das Poaceae e metabolismo C4, pois possui alta capacidade fotossintética, com um alto acúmulo de massa seca na parte aérea e em sua zona radicular, avançando a sua fase final em que ocorre a maturação e acúmulo de sacarose nos colmos (RAMOS et al., 2009). A cultura da Cana-de-açúcar começou a ser explorada no Brasil-Colônia, a partir do século XVI, e foi introduzida no Brasil em 1532 por Martim Afonso de Souza, no litoral de São Paulo, tornando-se a primeira atividade agrícola do país. Sendo posteriormente levada para o Nordeste, onde adaptou-se bem ao solo nordestino (MACHADO, 2003). É também uma das principais culturas do Brasil, se destacando no setor agroindustrial por ser matéria prima de produtos importantes em retorno econômico, como açúcar, etanol e até mesmo bioeletricidade (CRUZ, 2011).

Por ser uma planta semiperene, pode permanecer no campo de 5 a 7 anos e sua implantação e manejo é relativamente fácil, porém para que ela atinja o seu potencial é necessária uma boa fertilidade do solo (TOWNSEND, 2000; VIERA, 2016). Por suas raízes serem profundas a uma boa exploração da camada mais profunda do solo, fazendo com que esta cultura possua uma estreita relação com pH, saturação de bases, porcentagem de alumínio e teores de cálcio nas camadas mais profundas (VIEIRA, 2016).

2.2 Atributos químicos do solo

O potencial hidrogeniônico (pH), nada mais é, que, a representação numérica de acidez e alcalinidade, em que tem influência na disponibilidade de nutrientes do solo. Dessa forma, o pH do solo vai medir a atividade de íon hidrogênio que é expresso em termos logarítmicos, ou seja, cada unidade de mudança no pH, indica uma mudança de dez vezes no grau de acidez ou alcalinidade. Sendo assim, um solo com pH 6,0 é 10 vezes mais ácido que um solo com pH 7,0, sendo assim as necessidades de calcário aumentam à medida que o pH diminui (texto adaptado do Manual

Internacional de Fertilidade dos Solos, 2° ed. P. 67-76, 1998).

Os solos podem ser naturalmente ácidos em função da própria pobreza do material de origem ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na (LOPES *et al.*, 1991). Sendo assim, o pH pode ser alterado por vários fatores, como alguns já falado anteriormente, incluindo: precipitação pluvial, decomposição da matéria orgânica, profundidade do solo, adubação e indução. Segundo o artigo publicado pelo Gepeq (1998), a alteração de alguns minerais bem como o uso de alguns fertilizantes pode tornar o solo ácido.

Um pH mais elevado tende a favorecer a disponibilidade dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, enquanto o inverso ocorre com os micronutrientes, ferro, cobre, manganês, zinco e alumínio (AFOCAPI, 2010; MARIN, 2015)

A matéria orgânica (M.O), pode ser definida como uma camada do solo formada por resíduos de plantas e de animais em fase de decomposição (Manual Internacional de Fertilidade dos Solos, 2° ed. Pg. 13, 1998). A matéria orgânica provém, de todo material orgânico vegetal ou animal (fragmentos de resíduos, biomassa microbiana, compostos solúveis) ligados diretamente aos argilominerais do solo (STEVERSON, 1994).

Segundo Fageria (1989) a matéria orgânica exerce grande influência sobre as propriedades, físicas, químicas, biológicas do solo e conseqüentemente sobre a rendimento nutricional. É considerada uma fonte fundamental de nutrientes as plantas, cedendo elementos essenciais tais como N, P e S (BAYER & MIELNICZUK, 2008). Quando se apresenta em níveis adequados é benéfica para o solo; sendo a maiores partes destes benefícios em função da decomposição dos resíduos orgânicos. Um dos produtos é o nitrogênio, que por estar na forma de composto orgânico, não se apresenta disponível de imediato para o consumo das plantas, o que justifica a necessidade do uso de adubos nitrogenados (adaptado do Manual Internacional de Fertilidade dos Solos, 2° ed. Pg. 13-16, 1998).

À medida que a M.O se decompõe, o fósforo, magnésio, cálcio, o enxofre e micronutrientes são liberados de forma lenta no solo. Ressaltando que durante o processo nitrogênio e enxofre podem ser temporariamente imobilizados para a formação de proteínas nos corpos dos microrganismos decompositores, fato que ocorre quando a relação carbono/nitrogênio encontra-se alta.

O fósforo (P) é fundamental para o crescimento das plantas, e assim a mesma completar seu ciclo normal e nenhum outro nutriente pode substituí-lo. Por ser um elemento muito reativo, o

fósforo é encontrado na natureza em sua maioria em cooperações químicas com outros elementos, como o ferro, cálcio e manganês. Atuando, na transferência de energia e armazenamento, e também no crescimento das células, ajudando assim, as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, acelerando a maturidade que é importante para qualidade da cultura (adaptado do Manual Internacional de Fertilidade dos Solos, 2º ed. P. 51-52, 1998).

A quantidade de P disponível na solução do solo para absorção das plantas é muito pequena, por se encontrar em sua maioria na forma indisponível. De acordo com Santos *et al.*, (2011) gera, também, aumento da produção de sólidos solúveis; contudo, a eficiência da adubação fosfatada é baixa em especial solos tropicais altamente intemperizados.

A disponibilidade do fósforo no solo sofre influência de algumas condições, como a quantidade de argila, o tipo desta argila, aeração, compactação, umidade, temperatura, e principalmente do pH do solo, dentre outro.

O potássio (K) é o segundo elemento mais exigido pela maioria das plantas cultivadas, na cana-de-açúcar tornasse o primeiro. Sua relevância aumenta, conforme a agricultura torna-se mais intensiva GR NACTHIGALL & B RAIJ (2005). A um equilíbrio entre as formas de K no solo; de forma que, as plantas vão absorvendo o potássio da solução, onde é tamponado pelas formas trocáveis (CTC), e assim são repostas pelas reservas do solo (não-trocáveis e estruturais), que são reservas de médio e longo prazo das plantas (ROSSETTO *et al.*, 2008).

O potássio pode ser encontrado de três maneiras: a não disponível, quando este encontra-se fortemente ligado ao material de origem (rocha), e vai sendo liberado lentamente com o processo de intemperização, decorrência do intemperismo; a lentamente disponível, que se encontra retido na argila do solo e; o disponível, é encontrado em pequenas quantidades de forma trocável, pela matéria orgânica e pela argila, assim como o fósforo. A absorção do K pode ser afetada pela aeração do solo, sua fixação no mesmo, pela CTC, temperatura, umidade (adaptado do Manual Internacional de Fertilidade dos Solos, 2º ed. P. 67-76, 1998).

O cálcio é um nutriente muito importante para o desenvolvimento das plantas, normalmente encontra-se em baixa concentração nos solos ácidos. É um cátion dominante conduzido pelo fenômeno de troca de cátions é comumente encontrado retido na forma de Ca^{2+} nas superfícies com cargas negativas das argilas e matéria orgânica do solo. Os solos de textura argiloso em geral possuem uma maior quantidade de cálcio em relação as quantidades presentes em solos de textura arenoso, que por sua vez são maiores que os acumulados em solos recentemente

drenados. (adaptado Manual internacional de Fertilidade dos solos, 2° ed. P. 80, 1998). Segundo Malavolta, (1974) pode ser encontrado nas formas de carbono, sulfato, fosfato, e maior parte em silicato. Sendo que, somente na solução do solo e na composição da matéria orgânica estão rapidamente disponíveis na planta.

No solo o Ca atua melhorando a estrutura do solo, na redução da acidez, aumentando assim a permeabilidade e infiltração de água, tornando a cultura tolerante ao estresse hídrico (BLANKENAU, 2007).

O magnésio também é encontrado na forma de cátion, o Mg^{++} está presente na solução do solo e adsorvido as superfícies das argilas e matéria orgânica. Sua origem é proveniente das rochas, sendo em maior abundância nos minerais biotita, dolomita, serpentina e clorita (RAIJ, 1991 & Manual de Fertilidade dos solos, 2° ed. Pg. 81 e 82, 1998). De acordo com Mello *et. al.*, (1989) O teor de Mg varia de acordo com textura, Lixiviação e erosão. Por não se achar tão fortemente ligado ao solo, sua lixiviação é facilitada, o que explica a sua menor quantidade no solo quando comparado ao cálcio, principalmente em solos de textura arenoso. Algumas condições podem levar a sua deficiência, como o solo se apresentar ácido ou com alto teor de potássio (adaptado do Manual Internacional de Fertilidade dos Solos, 2° ed. P. 81 e 82, 1998). Essa competição com potássio está ligada ao uso de elevadas doses de adubos potássicos, sem ser feito a correção proporcional com o Mg (MATIELLO; JAPIASSÙ, 2016).

O alumínio é um elemento limitante a crescimento das plantas. Quando encontrado em elevadas concentrações, se torna tóxico para as plantas por afetar o crescimento e a divisão celular, restringindo assim o crescimento das raízes e conseqüentemente o desenvolvimento de toda a planta, que terá menor acesso a água e nutrientes (MANTOVANI, 2017 apud MIGUEL, 2010). Mas, uma correta adubação e incorporação de calcário principalmente na camada subsuperficial aumenta o pH e reduz a saturação por alumínio (MIGUEL *et al.*, 2010).

2.3 Relação entre pH e saturação de bases

A acidez do solo é medida como os teores de Al^{3+} e H^+ do solo. Mas no geral, é um conjunto de vários fatores, em especial da deficiência e da toxicidade dos nutrientes e da baixa atividade dos microrganismos benéficos. Os solos ácidos têm, em geral, baixa capacidade de troca de cátions, baixa saturação por base e baixa capacidade de retenção de água, isso provoca a deficiência hídrica das plantas (FAGERIA *et al.*, 1995). A calagem é uma das práticas mais efetiva para aumentar a produção agrícola e, ao mesmo tempo, reduzir os custos. Vários índices são usados para corrigir a acidez do solo. Esses índices são a saturação por base, o pH e a saturação por alumínio (FAGERIA & STONE, 1999).

Ultimamente tem-se utilizado o método da elevação da saturação de bases para a recomendação da quantidade de calagem a ser aplicada em uma determinada área. Isto é devido a saturação por bases expressar à parte da CTC ocupada por cálcio, magnésio e potássio, podendo-se então se esperar uma relação de seus valores com o pH (RAIJ 2011 apud FIORIN 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em diversas fazendas do Grupo Luiz Jatobá, em São Miguel dos Campos e Jequiá da Praia Alagoas, onde foram realizadas coletas de solo para posterior análise química. Foram coletadas cerca de 2242 amostras de solo, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm de lotes comerciais, nos quais foram considerados cada lote como uma unidade homogênea.

Em cada unidade foram coletadas cerca de 15 a 20 amostras simples ao acaso, para se fazer uma amostra composta. Essas amostras foram identificadas e levadas ao Laboratório de Solos, Água e Plantas do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, onde estas foram analisadas quanto as suas características químicas e posteriormente feitas as análises estatísticas.

As análises químicas realizadas de acordo com os procedimentos adotados pela EMBRAPA (2009), para pH em água, cátions trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+}) extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹ e Na^+ e K^+ que foram extraídos com solução HCl 0,05 mol L⁻¹ e H_2SO_4 0,0125 mol L⁻¹ – extrator Mehlich⁻¹.

A acidez extraível (H+Al) foi aferida com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0 e determinada por titulação com NaOH. O fósforo disponível foi extraído com Mehlich⁻¹ e determinado colorimetricamente com ácido ascórbico com redutor (EMBRAPA, 2009).

O carbono orgânico foi determinado pelo processo de Colorimetria, por meio de espectrofotômetro (BARROS, 2016).

Os resultados obtidos das análises químicas foram submetidos à análise estatísticas de frequência relativa, média, mínimo e máximo valor. Foram estabelecidas classes segundo as recomendações da CFSEMG (1999) e Moura Filho (2005). As classes foram divididas de acordo com a variável a ser estudada, em muito baixa (MB), baixa (B), média (M), alta (A) e muito alta (MA) apresentados na Tabela 1.

Por ser um dado de importância significativa, foi também apontado o nível crítico, que se trata do valor da concentração do nutriente no solo que permite separar a classe deficiente (abaixo do nível crítico) da adequada (acima do nível crítico). Em outras palavras, podendo definir que abaixo desse nível crítico o teor do nutriente é insatisfatório, sendo a probabilidade de resposta à adição do nutriente no solo é alta. Porém, acima do nível crítico a probabilidade de resposta a

adição do nutriente é baixa (EMBRAPA, 1999; BATAGLIA et al., 1992).

Tabela 1. Valores dos intervalos das classes dos nutrientes pH, P, K, Ca, Mg, Al, M.O., V (%), m (%) e CTC

	Classes dos Nutrientes				
	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
pH (H ₂ O)	< 4,4	4,4 – 5,4	5,5 – 6,0	6,01 – 7,0	>7,0
P (mg dm ⁻³)	< 8,0	8,0 – 12,0	12,1 – 20,0	20,1 – 30,0	>30,0
K (mg dm ⁻³)	< 20,0	20,0 – 40,0	40,1 – 70,0	70,1 – 120,0	>120,0
Ca (cmol _c dm ⁻³)	< 0,51	0,51 – 1,50	1,51 – 3,00	3,01 – 4,50	>4,50
Mg (cmol _c dm ⁻³)	< 0,2	0,2 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,0	>2,0
Al (cmol _c dm ⁻³)	< 0,2	0,2 – 0,50	0,51 – 1,00	1,01 – 2,0	>2,0
CTC total (cmol _c dm ⁻³)	< 2,9	2,9 – 5,0	5,1 – 7,5	7,6 – 13,0	>13,0
V (%)	< 19,0	19,0 – 40,0	40,1 – 60,0	60,1 – 80,0	>80
m (%)	< 5,0	5,0 – 10,0	10,1 – 20,0	20,1 – 45,0	>45,0
M.O. (%)	< 0,7	0,7 – 2,0	2,1 – 4,0	4,1 – 7,0	>7,0

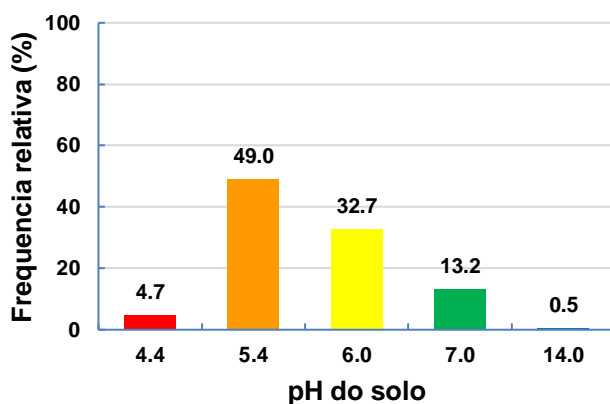
Fonte: Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação (2005)

Com isso um levantamento da fertilidade do solo, em termos de distribuição dos valores de pH, Ca, Mg, K, P e outros elementos por classe, permitem identificar os principais nutrientes limitantes e adotar medidas em curto e médio prazo para correção dos mesmos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando-se em primeiro plano os dados de forma geral, temos que para os valores de pH em água houve uma variação de 3,9 a 7,9 com média 5,4, ocorrendo predominância nas classes com acidez baixa e média, com percentual de 81,7% do conjunto dos dados analisados. Apenas 13,7% dos dados encontram-se em níveis elevados (Figura 1).

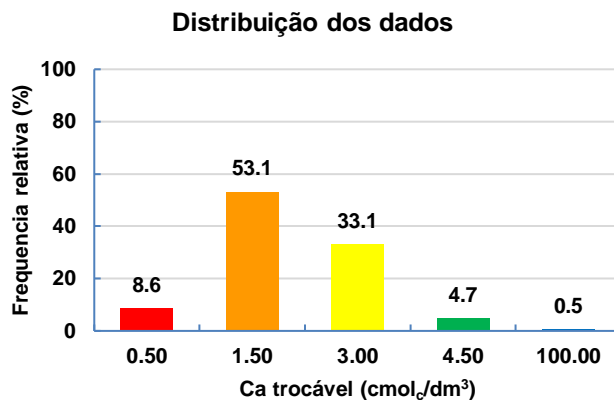
Figura 1. Frequência relativa geral referente ao pH do solo encontrado nas amostras analisadas, conforme as classes em estudo muito baixo, baixo, média, alto e muito alto



Fonte: Autor, (2022)

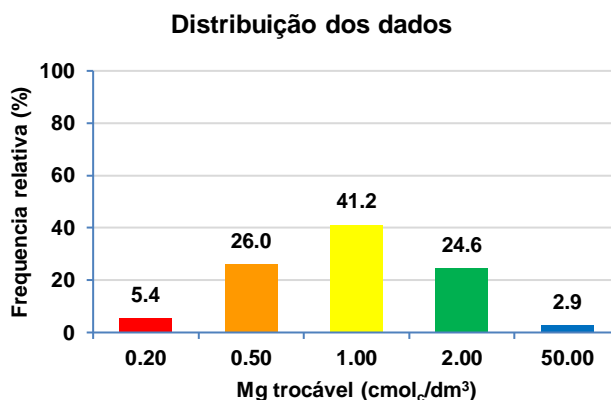
Os teores de Ca (Figura 2) e Mg (Figura 3) trocáveis foram bastante variáveis, apresentando para Ca valores na ordem de 0,1 a 6,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ com média de 1,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, e para Mg valores de 0,1 a 9,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ com média de 0,8 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. No caso do Ca^{2+} os dados predominaram da classe baixa (53,1%) à média (33,1%), com percentual de 86,2% do conjunto dos dados analisados. E 5,2% desses dados acima do nível crítico, enquanto no Mg^{2+} a predominância foi da classe média (41,2%) para a baixa (26,0%), com 27,5% desses dados acima do nível crítico.

Figura 2. Frequência relativa geral referente ao cálcio trocável das amostras de solos analisadas, conforme as classes em estudo muito baixo, baixo, média, alto e muito alto



Fonte: Autor, (2022)

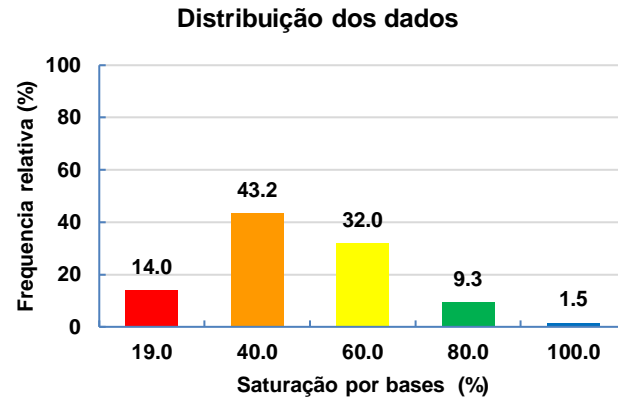
Figura 3. Frequência relativa geral referente ao magnésio trocável das amostras de solos analisadas.



Fonte: Autor, (2022)

Esse comportamento atestou para os valores de saturação por bases (V%), em que predominou as classes de baixo (43,2%) e média (32,0%), com cerca de 75,2% das amostras analisadas. Isto é, a maior parte das amostras analisadas apresentou valores de V% menores ou iguais a 45,0% (Figura 4). A variação dos valores de V% foi entre 4% a 98%, com média de 38,5% e 89,2% dos dados abaixo do nível crítico.

Figura 4. Frequência relativa geral referente a saturação por bases (V%) dos solos analisados.



Fonte: Autor, (2022)

Segundo Raij (2011) e Fageria *et al.*, (1999), o pH encontra-se relacionado com a saturação por bases, à medida que aumenta o pH, aumenta a saturação por bases, criando assim relações ideais de Ca, Mg e K no solo para um melhor desenvolvimento ou produção das culturas. Porém, importante saber que o tipo de textura do solo pode interferir nestes resultados. Sendo assim, foram feitas a relação com os dados estudados, onde o resultado da curva de saturação por bases com relação ao pH encontram-se na Figura 4a.

A partir da curva podemos determinar a saturação por bases necessária para se atingir o pH desejado, no qual a declividade (σ_y/σ_x) da equação foi 0,0283, indicando a diferença da quantidade do V% necessária para assim elevar a uma unidade de pH desejado. essa relação pode ser também influência da CTC, em que quanto menor a CTC dos solos menor a declividade do modelo linear e menor a relação do pH e V%.

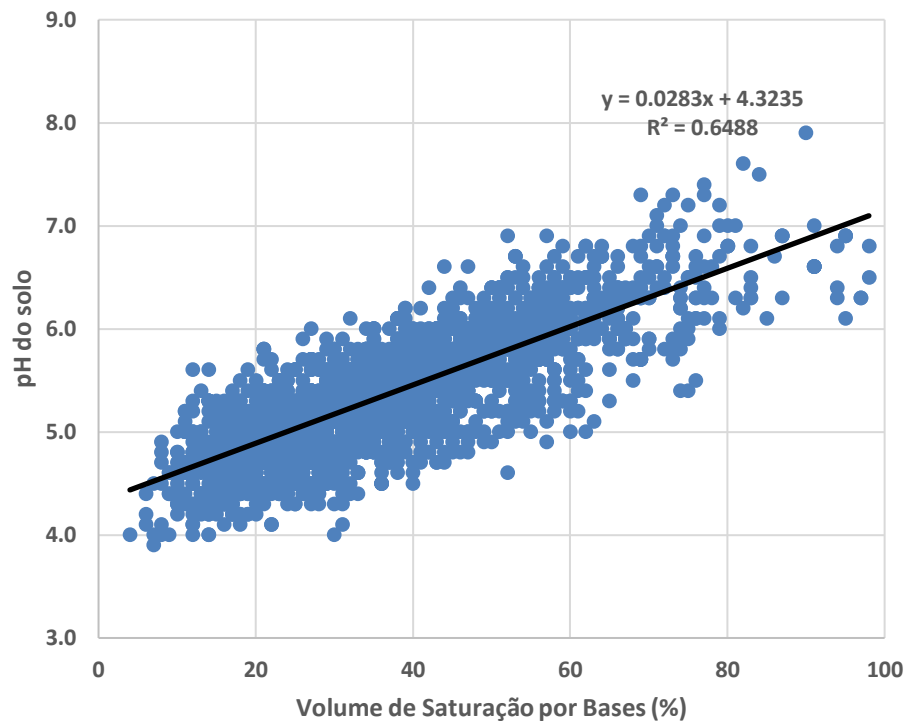
Para melhor exemplificação da afirmativa aplica-se um exemplo utilizando a equação gerada pela relação entre V% e pH para obtenção de um pH 6,0:

$$\text{pH} = 4,32 + 0,0283x$$

$$6,0 = 4,32 + 0,0283x = 59,36 \approx 60\%.$$

Temos então que para alcançarmos um pH de 6,0 precisamos elevar a saturação por bases há 60%.

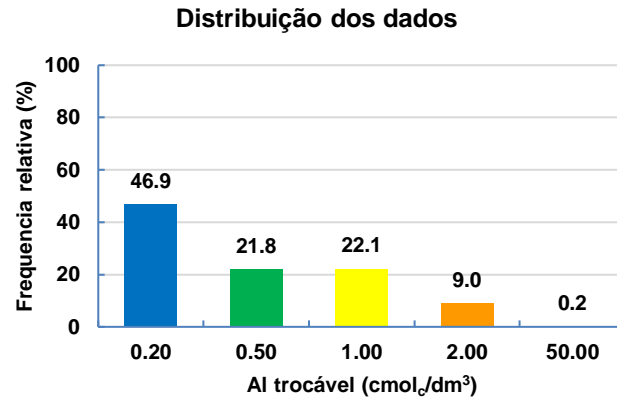
Figura 4a. Relação entre pH do solo e saturação por base (V%) referente aos dados gerais.



Fonte: Autor, (2022)

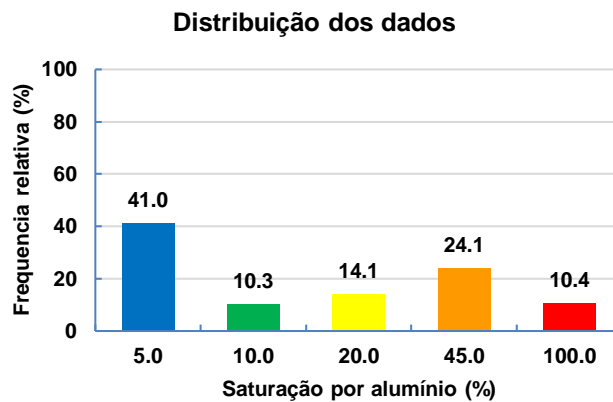
Os teores de Al trocáveis variam de 0,1 a 9,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ com média de 3,9 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. Apenas 9,2% das amostras analisadas apresentam teores de Al^{3+} classificadas com alto a muito alta, ou seja, estão acima do nível crítico e 46,9% como muito baixa (Figura 5). Na saturação por alumínio ocorreu predominância na classe muito baixa (41,0%), sendo que 34,5% das amostras apresentaram-se nas classes de alto a muito alto, que é quando estas manifestam valores de saturação por alumínio (m%) acima de 20% (Figura 6).

Figura 5. Frequência relativa geral referente ao alumínio trocável das amostras de solos analisadas.



Fonte: Autor, (2022)

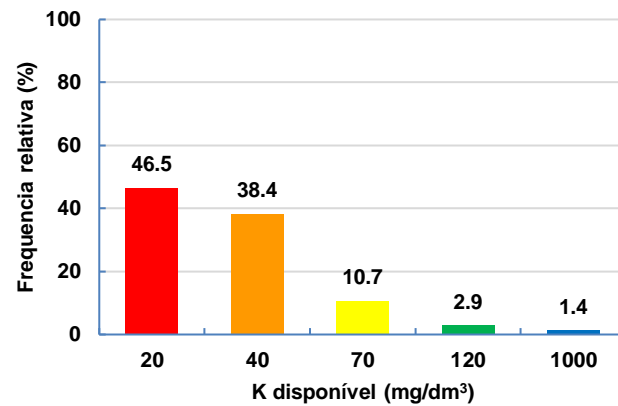
Figura 6. Frequência relativa geral referente a saturação por alumínio (m%) dos solos analisados.



Fonte: Autor, (2022)

Os teores de K disponíveis variam de 0,0 a 340 mg dm⁻³ com um valor de média de 28,2 mg dm⁻³, predominando nas classes muito baixa e baixa, sendo concentrado cerca de 84,9% dos dados analisados. O potássio é o nutriente mais exportado pela cultura da cana de açúcar, estimulando a vegetação e perfilhamento; por isso, a necessidade de frequentes aplicações da referida cultura (ROSSETO et al, 2008) (Figura 7).

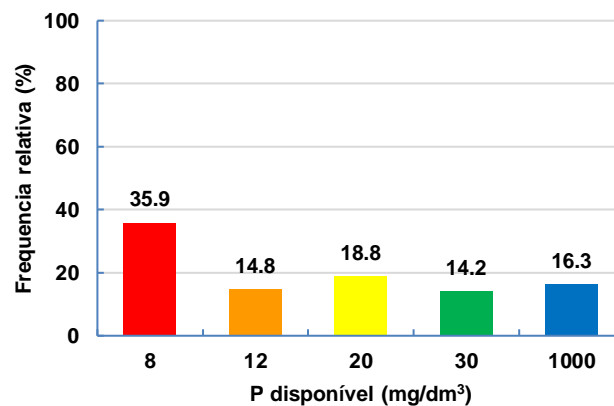
Figura 7. Frequência relativa geral referente ao potássio disponível presente nas amostras de solos analisadas.



Fonte: Autor, (2022)

Os teores de P disponível variam de 0,0 a 287 mg dm⁻³ com valor médio de 19,4 mg dm⁻³. Apenas 30,5% dos dados analisados de fósforo, apresentaram teores considerados como alto a muito alto, estando estes acima do nível crítico. Sendo assim, são predominantes teores na classe muito baixa, que representam 35,9% dos dados (Figura 8).

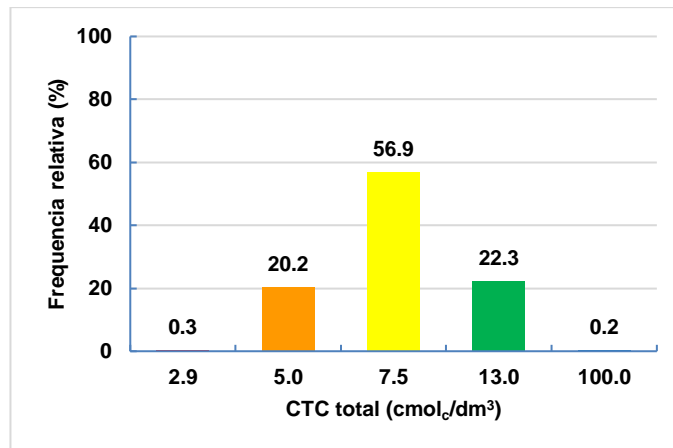
Figura 8. Frequência relativa geral referente ao fósforo disponível presente nas amostras de solos analisadas.



Fonte: Autor, (2022)

A capacidade de troca de cátions (CTC total) é considerada de classe média, onde se encontra 56,9% dos dados analisados encontram-se presentes nesta faixa (5,1 a 7,5 cmol_c dm⁻³), apresentando valores que variam de 2,4 cmol_c dm⁻³ a 21,1 cmol_c dm⁻³ e média de 6,3 cmol_c dm⁻³ (Figura 9). A CTC apresenta 22,5% dos resultados acima do nível crítico.

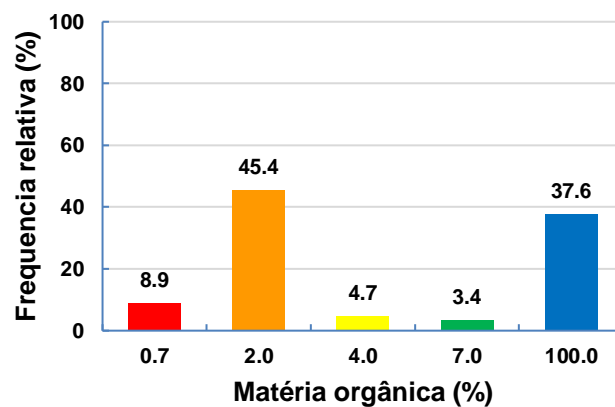
Figura 9. Frequência relativa geral referente a capacidade de trocas catiônicas dos solos analisados.



Fonte: Autor, (2022)

Os teores de matéria orgânica das amostras analisadas apresentaram valores, em que predominaram as classes Baixa e Muito alta, com percentual de 83,1% do conjunto de dados (Figura 10), sendo a variação dos teores entre 0,0% a 41,7% e média de 6,9%. E 41% dos teores de matéria orgânica estão acima do nível crítico.

Figura 10. Frequência relativa geral referente aos teores de matéria orgânica presente nas amostras de solos analisadas.



Fonte: Autor, (2022)

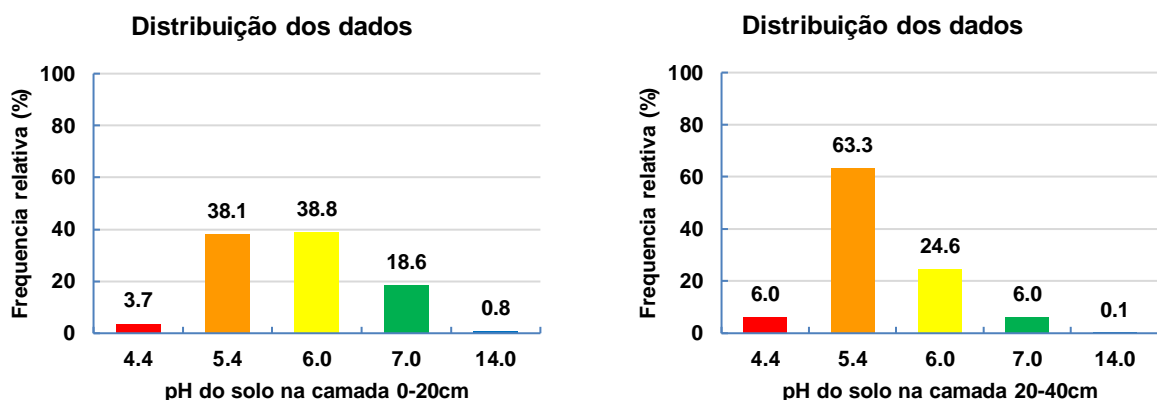
Para uma melhor visão dos resultados foram feitos comparativos dos teores de nutrientes encontrados nas análises de acordo com as camadas do solo de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm.

Avaliando os resultados obtidos para as análises de pH do solo, temos na camada 0-20 cm uma

predominância na classe baixa e média, com 76,9% (Figura 11), enquanto na camada 20-40 predominou a classe baixa, com 63,3% (Figura 12).

Naturalmente os solos do nordeste são ácidos, em função da própria pobreza do material de origem ou também pode ser influenciado por outros fatores, como a alteração de alguns minerais bem como o uso de fertilizantes podem tornar o solo ácido (Lopes *et al.*, 1991). Segundo Malavolta *et al.* (1997), para o cultivo da cana-de-açúcar, a faixa ideal de pH fica entre 5,5 e 6,5, pois é nesta faixa que o solo apresenta maior disponibilidade de nutrientes. Conforme observado nas análises das camadas 0-20cm e 20-40cm, apenas 19,4% e 6,1% das amostras encontram-se acima do nível crítico, respectivamente.

Figura 11 e 12. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao pH do solo encontrado nas amostras analisadas, respectivamente.



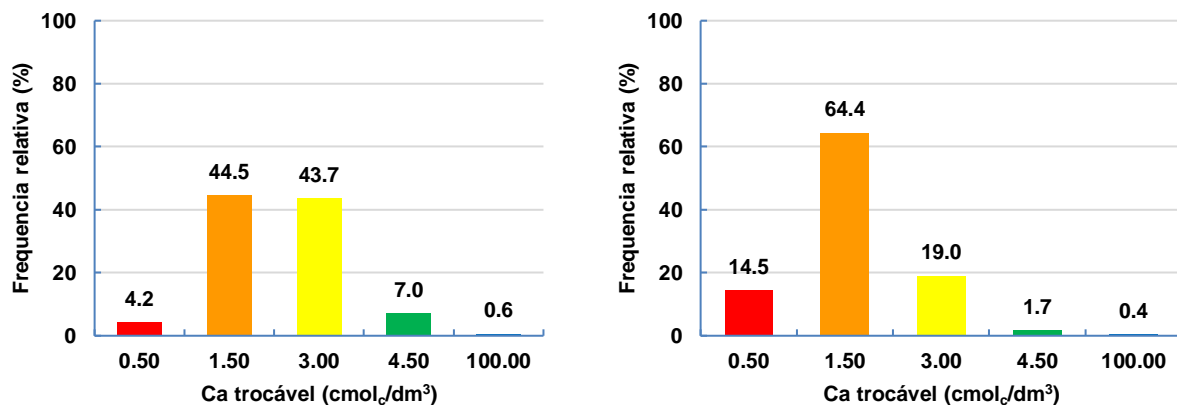
Fonte: Autor, (2022)

Para os teores de cálcio temos na camada 0-20 cm uma predominância entre as classes baixa (44,5%) e média 43,7% (Figura 13), enquanto que para a camada 20-40 cm a predominância encontra-se na classe baixa, com 64,4% (Figura 14). Estes resultados podem estar ligados a calagem, prática em que se faz a aplicação de calcário na camada mais superficial do solo, adicionando cálcio ao solo. Apesar da Cana-de-açúcar ser relativamente tolerante a acidez, aconselha-se a utilização de corretivos incorporados em profundidade, pois os corretivos fornecem nutrientes importantes a cultura além do cálcio, como o magnésio e também neutraliza os efeitos tóxicos do alumínio e manganês (ROSSETO e DIAS, 2005).

O gesso agrícola pode ser uma alternativa para a camada de 20-40cm, por ser bem mais

solúvel que o calcário e possui o íon SO_4^{2-} que facilita a movimentação do Ca, auxiliando na redução do Al^{3+} (ORLANDO FILHO *et al.*, 1994). Os valores abaixo do nível crítico nas camadas em estudo são de 7,6% para a camada 0–20 cm e 2,1% para a camada 20–40 cm, ambas necessitam da aplicação do nutriente, principalmente a camada mais subsuperficial onde não há quase nenhum cálcio disponível.

Figura 13 e 14. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao Ca trocável das amostras de solos analisadas, respectivamente.

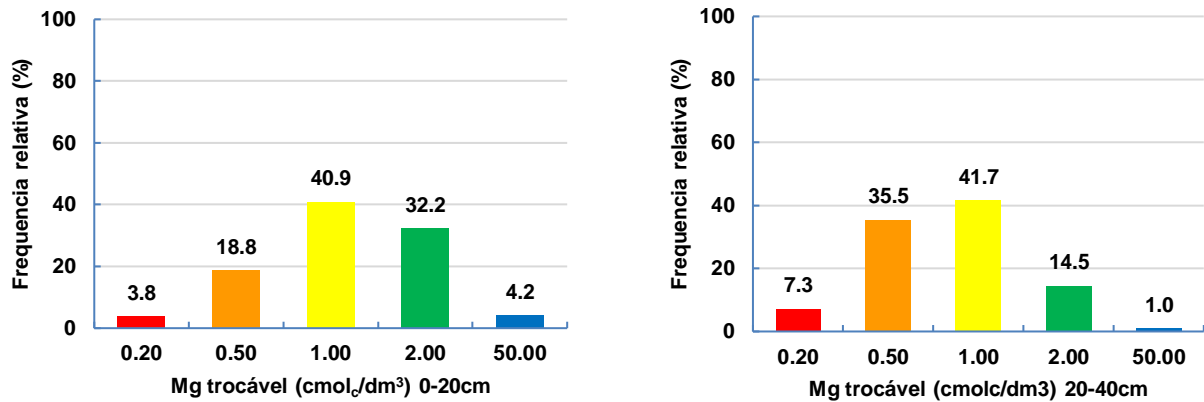


Fonte: Autor, (2022)

Quanto aos teores de magnésio o mesmo se apresenta em melhores condições na camada 0-20 cm, estando em predominância nas classes média e alta, com 73,1% (Figura 15), enquanto na camada 20-40 cm a tendência vai da classe média para a classe baixa 76,2% (Figura 16). Esses teores podem ser explicados pelo fornecimento de Ca e Mg proveniente da calagem, prática bastante utilizada em solos da região devido a origem ácida. O que explicaria também os menores teores de Mg nas camadas 20-40 cm.

Uma forma de melhorar os teores de Mg na camada subsuperficial seria a aplicação de gesso nesta camada, como demonstrado nos trabalhos de Ferraz *et al.* (2015) e Nora *et al.*, 2014, onde se observou a elevação de Mg e Ca, aumentando assim a disponibilidade de nutriente a cultura. Esta é confirmada quando observado que os valores que se encontram abaixo do nível crítico na camada 20-40 cm (84,5%) é consideravelmente maior que na camada 0-20 cm (63,5%).

Figura 15 e 16. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao Mg trocável das amostras de solos analisadas, respectivamente.

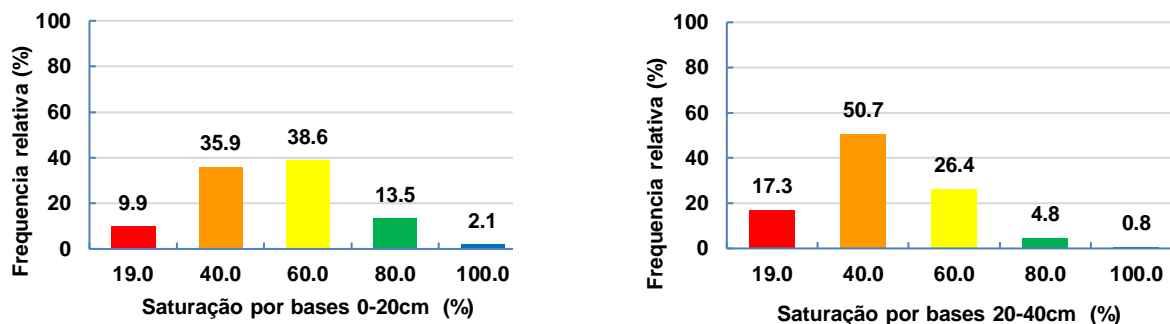


Fonte: Autor, (2022)

A o uso do manejo da calagem + gessagem também colaboram nos teores de saturação por bases (V%), que se apresentaram com melhores resultados na camada de 0-20 cm onde os valores variaram entre as classes média (38,6%) e baixa (35,9%) (Figura 17), enquanto que na camada 20-40 cm encontram nas classes baixa (50,7%) e média (26,4%) (Figura 18). Assim como mencionado no trabalho de e Moura Filho et al. (2006) a aplicação de gesso agrícola é eficiente e melhorar a camada mais subsuperficial do solo. Com isso, o gesso aplicado vai diminuir a saturação por alumínio e conseqüentemente aumentar a saturação por base da camada subsuperficial, proporcionando um melhor desenvolvimento e aprofundamento do sistema radicular da Cana.

Segundo os níveis apresentados, em que 15,6% na camada 0-20 cm e 5,4% na camada 20-40 cm estão acima do nível crítico, é recomendável a elevação da V% através da calagem. Carvalho et al. (2013) observou que em solos com Cana-de-açúcar após a utilização de gessagem associada a fertirrigação, aumentou a saturação por base, além disso houve aumento nos teores de Ca²⁺⁺ e Mg²⁺⁺ e redução de Alumínio tóxicos nas camadas 20-40 cm do solo.

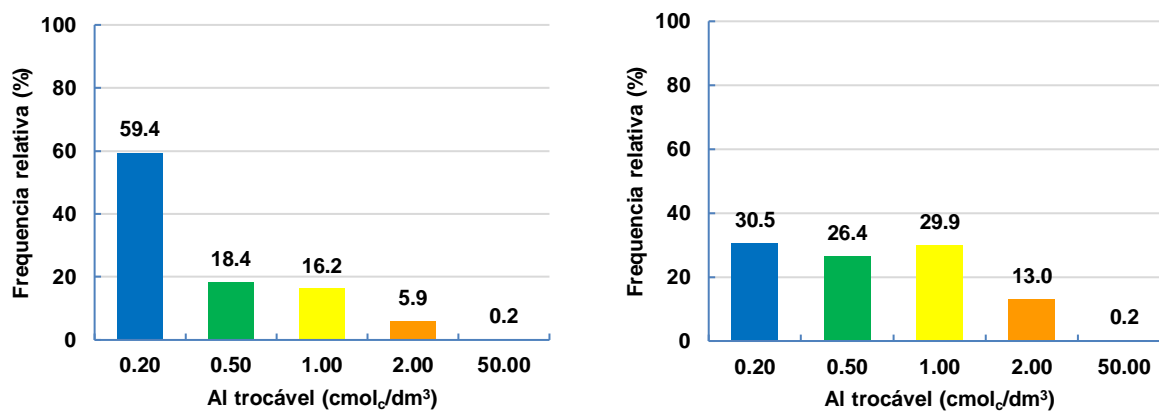
Figura 17 e 18. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente a saturação por bases (V%) das amostras de solos analisadas, respectivamente



Fonte: Autor, (2022)

A correção da camada de 0-20 cm também influenciou nos teores de alumínio, apresentando assim valores satisfatórios na camada de 0-20 cm, predominando os teores na classe muito baixa (59,4%) em comparação com a camada de 20-40 cm, que apresentou teores predominante nas classes Muito baixa e média (Figuras 19 e 20).

Figura 19 e 20. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente a Al trocável das amostras de solos analisadas, respectivamente.

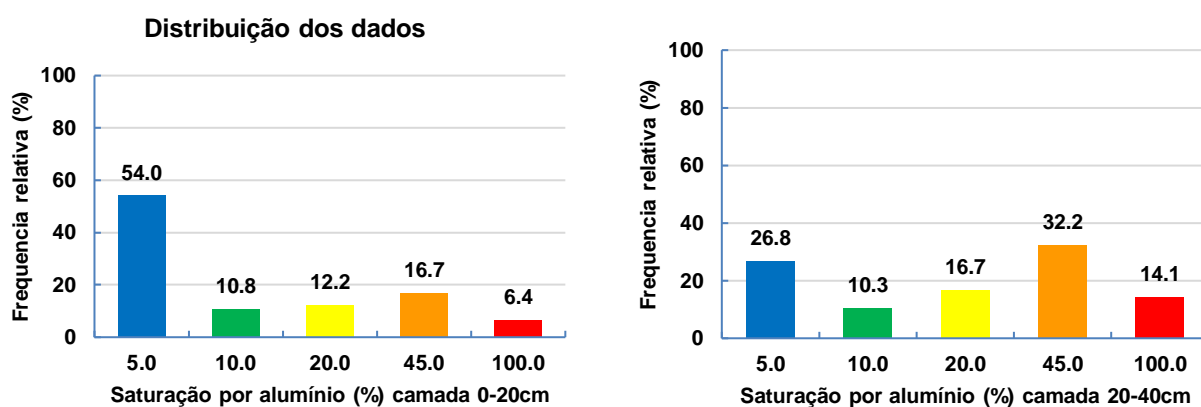


Fonte: Autor, (2022)

O aumento do alumínio na camada mais subsuperficial pode estar relacionado a diminuição do pH, segundo Ferreira *et al.* (2006) o alumínio solúvel é comum em solos com pH abaixo de 5,5. Isso se confirma ao observarmos os dados da (figura 1). Esse comportamento consequentemente vai influenciar bastante na saturação por alumínio. Por isso uso do gesso deve ser feito, pois promove a redução dos teores de Al nas camadas mais profundas conforme (NORA, 2014).

A m% obtido das análises foi significativamente diferente para cada camada do solo. Enquanto que na camada 0-20 cm os resultados predominaram na classe muito baixa, com 54% (Figura 21). Na camada 20-40 cm os resultados foram bem distribuídos tendo os maiores percentuais na classe alta e muito baixa (Figura 22), tendo assim influência nos resultados obtido para o nível crítico, onde 77% na camada 0-20 cm encontra-se abaixo do nível crítico e 46,3% na camada 20-40 encontra-se acima do nível crítico.

Figura 21 e 22. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente a saturação por alumínio (m%) das amostras de solos analisadas, respectivamente



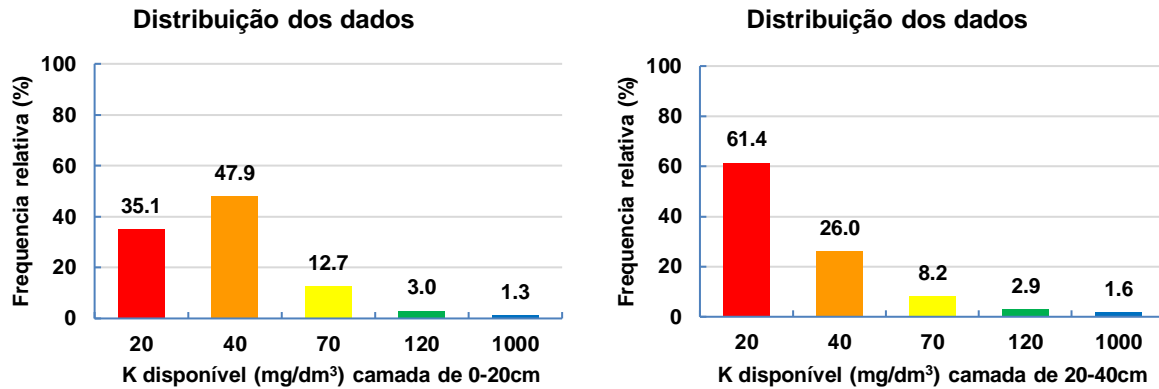
Fonte: Autor, (2022)

Na análise geral das amostras o potássio predominou em classes muito baixa e baixa (figura 7), porém, quando analisadas por camadas é possível ver que o comportamento foi semelhante para ambas camadas. Os teores de K da camada 0-20 cm estão presentes nas classes baixo e muito baixo, com 83% (Figura 24), enquanto a camada 0-20 cm se apresentou entre as classes muito baixa e baixa, com 87,4% (Figura 23).

Dentre todos nutrientes analisados os teores potássio se apresentaram menos satisfatório. Este fenômeno pode ser corrigido com o uso de adubação mineral potássica e fertirrigação com vinhaça. A adubação potássica, como visto por Rosseto *et al.* (2004) e Caione *et al.* (2011) influenciou positivamente a produtividade da Cana-de-Açúcar. A vinhaça é muito rica em nutrientes, com isso é utilizada como alternativa a adubação (PIRES e FERREIRA, 2008). A fertirrigação com vinhaça proporciona aumento nos teores de K e no pH do solo em profundidades de até 40 cm.

Diante disso, a recomendação é a frequente aplicação de fontes de potássio durante todo o ciclo da cultura, já que o K é o nutriente mais exigido e exportado pela cultura (ROSSETO, *et al.*, 2005).

Figura 23 e 24. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao potássio disponível das amostras de solos analisadas, respectivamente.



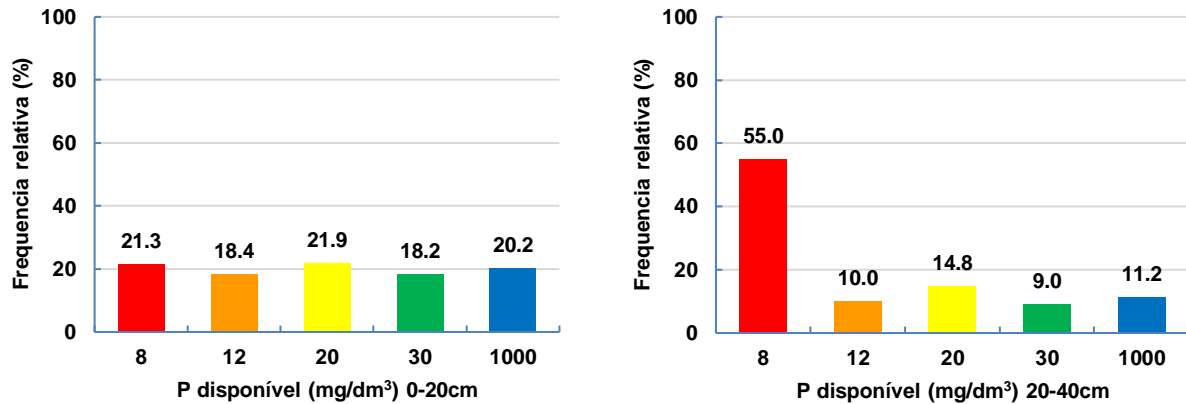
Fonte: Autor, (2022)

Os teores de fósforo disponível comportaram-se diferentemente entre as camadas do solo, com valores mais distribuídos na camada 0-20 cm (Figura 25) e alta deficiência na camada 20-40 cm, predominando na classe muito baixa com 55% (Figura 26). Estes resultados foram semelhantes ao trabalho de Daniele *et al.* (2020) em que observou uma alta deficiência de fósforo, principalmente na camada mais subsuperficial.

Esses teores baixos de P, vistos principalmente nas camadas profundas podem ter sido agravados pelo fenômeno da fixação de P, um problema recorrente em Latossolos em razão de serem naturalmente ácidos, ricos em argilas, óxidos de ferro e Al trocável, nessas condições o P-disponível é precipitado estando indisponível a planta (BRAIT, 2008).

O nível crítico do P apresentou em 38,4% dos solos analisados na camada 0-20 cm, enquanto na camada 20-40 cm 79,8% se encontra abaixo do nível crítico. É importante o fornecimento de fósforo ao solo para um bom desenvolvimento da planta, (TEXEIRA *et al.*; 2014).

Figura 25 e 26. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao fósforo disponível das amostras de solos analisadas, respectivamente

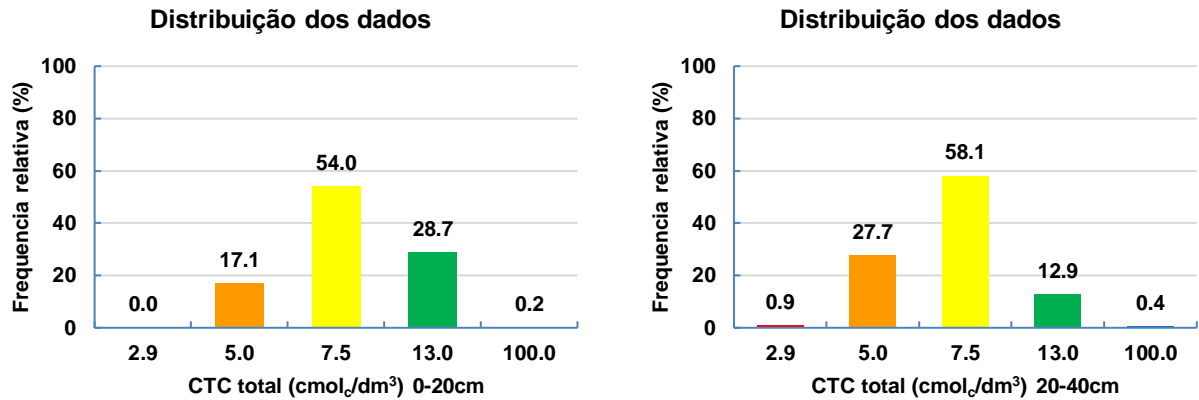


Fonte: Autor, (2022)

Em relação a CTC na frequência geral dos dados analisados, os teores encontrados predominaram na classe média em ambas camadas. A camada 0-20 cm do solo predominou na classe média, variando de 2,9 a 20,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e um valor médio de 6,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 27), enquanto que na camada de 20-40 cm a CTC predominou na classe média (58,1%), com valores variando entre 2,4 e 21,1 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, e valor médio de 5,9 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ (Figura 28).

O teor da matéria orgânica no solo possivelmente influenciou nos teores da CTC, assim como demonstrado no trabalho de Cavalcante et al. (2007) que demonstraram comportamento semelhante. No entanto a CTC do solo na camada de 0-20 cm (71,1%) se encontra abaixo do nível crítico, e na camada de 20-40 cm (13,3%) apresentaram acima do nível crítico.

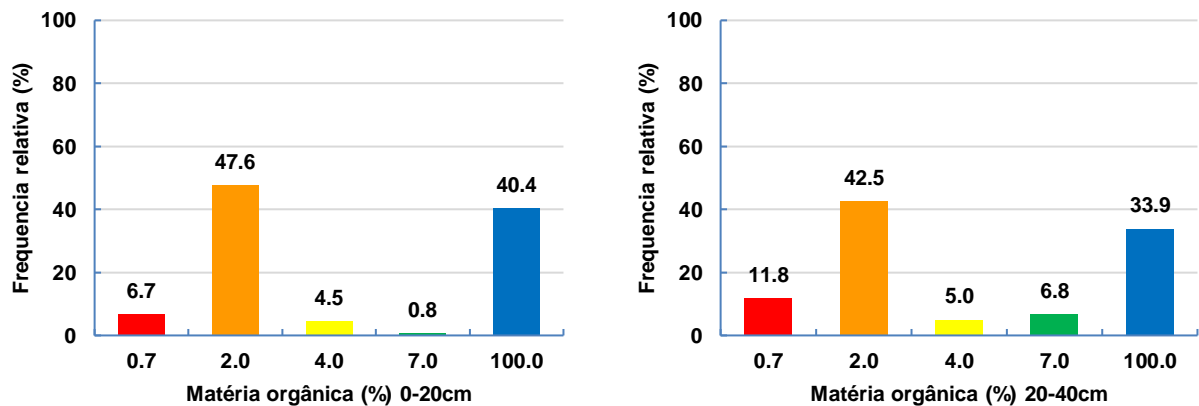
Figura 27 e 28. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente ao CTC total das amostras de solos analisadas, respectivamente



Fonte: Autor, (2022)

A matéria orgânica na análise geral das amostras (figura 10) obteve o mesmo resultado da frequência dos das camadas 0-20 cm (figura 29) e 20-40 cm (figura 30), predominando as classes baixa e muito alta. A M.O é considerada o principal indicador da qualidade do solo, sendo fonte fundamental de nutrientes as plantas, disponibilizando nutrientes essenciais, tais como N, P, Mg, Ca e micronutrientes que vão sendo liberados de forma lenta no solo BENACI (2010).

Figura 29 e 30. Frequência relativa das camadas 0-20 e 20-40 cm referente a matéria orgânica (%) das amostras de solos analisadas, respectivamente



Fonte: Autor, (2022)

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu as seguintes conclusões:

Nos dados gerais pH, Ca e V% se apresentaram nas classes baixa e média, enquanto P e K apresentaram na classe muito baixa;

Na camada de 0 – 20 cm Al e m% se apresentaram nas classes muita baixa;

Os teores de P e K não foram satisfatórios nos dados gerais e nas camadas em estudo;

A CTC do solo apresentou nos dados gerais e nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm dentro da classe média;

A M.O do solo apresentou nos dados gerais e nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm dentro das classes baixa e muito alta;

A V% apresentou classes baixa nos dados gerais e nas camadas em estudo;

A m% se apresentou mais elevada na camada 20-40 cm, assim como a acidez;

Com isso, permite identificar os nutrientes limitantes para adotar as medidas possíveis para a correção no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFOCAPI. ASSOCIAÇÃO DOS FORNECEDORES DE CANA DE PIRACICABA (Brasil). **Métodos de correção do solo**. 2010. Disponível em: http://www.cana.com.br/afocapi/METODOS_DE_CORRECAO_DO_SOLO.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022

ARRUDA, M. R.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo Para Fins de Fertilidade**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, 2014.

BLANKENAU, K. Cálcio nos solos e nas plantas. **Informações Agronômicas**. Piracicaba, n. 117, p. 17-19. mar. 2007.

BARROS, D.R.S. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solo de Alagoas**. Trabalho de dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 34 f., 2016.

BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R.; SANTOS, W.R. Diagnose visual e análise de plantas. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBCS, v. 20, p. 369-404, 1992.

BENACI, V. **Avaliação de métodos de análises para carbono orgânico em amostras de interesse agrônomo**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas, 67 f., 2010.

BAYER, C., MIELNICZUK, J., COSTA, F. D. S., JOSILÉIA, A. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008.

BHATTI, A.U.; MULLA, D.J. & FRAZIER, B.E. Estimation of soil properties and wheat yields on complex eroded hills using geostatistics and thematic mapper images. *Remote Sens. Environ.*, 37:181-191, 1991.

BRAIT, M. A. H. **Interação silício e fósforo na adsorção desses elementos em diferentes solos de cerrado**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2008.

CAIONE, G.; SILVA A. F.; REIS, L. L.; DALCHIAVON, F. C.; TEIXEIRA, M. T. R.; SANTOS, P. A. Doses de potássio em cobertura na primeira soca da cultura da cana-de-açúcar cultivada no Norte matogrossense. **Bioscience Journal**. Uberlândia, p. 572-580. ago. 2011.

CAVALCANTE, E.G.S. et al. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 37, n. 2, p. 394 - 400,

2007.

CARVALHO, J. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI S.; CARVALHO M. P. Produtividade de cana soca sem queima em função do uso de gesso e vinhaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 13, n. 1, p.1-9, mar. 2013.

CIOTTA, M. N. et al. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria. v. 33, n. 6, p. 1161, 2003.

CRUZ, F.H.R.M. **Custo de Implantação de um Canavial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 20f., 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 2009.

FAGERIA, NAND KUMAR; STONE, Luiz Fernando. Manejo da acidez dos solos de cerrado e de várzea do Brasil. 1999.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-CNPAF, 1989. 425p

FAVARATO, L.F. et al. Atributos Químicos do Solo com Diferentes Plantas de Cobertura em Sistema de Plantio Direto Orgânico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, Viçosa – MG. v. 5, n. 2, p. 19-28, 2015.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; BATISTA J. L.; MAGALHÃES, I. D.; DANTAS, G. F.; FRANCO, F. O. Calagem em cana-de-açúcar: Efeitos no solo, planta e reflexos na produção. **Interface: Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 10, n. 1, jun. 2015.

FERREIRA, R. P.; MOREIRA, A.; RASSINI, J. B. **Toxidez de alumínio em culturas anuais**. 63. ed. São Carlos: Embrapa, 2006. 34 p.

GEPEQ. **Experiências sobre solos**. Química Nova na Escola, n. 8, p. 39-41, 1998

LOPES, A.S.; SILVA, M.C. e GUILHERME, L.R.G. Boletim técnico n° 1: **acidez do solo e calagem**. 3 ed. São Paulo: ANDA. 22 p, 1991.

M., A.G. Valores de pH do solo de acordo com sua saturação por bases. In: **FertBio**, Goiânia, 2016.

MACHADO, F. de B. P. Brasil, a doce terra – história do setor. Agência Embrapa de

Informação tecnológica (Ageitec), 2003.

MALAVOLTA, E. **Nutrição Mineral e Adubação de Plantas**. São Paulo: Livraria Pioneira, 1974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p. p.123.

MANTOVANI, T. P. et al. **Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de gesso e calcário**. Scientific Electronic Archives Issue ID: Sci. Elec. Arch. v. 10 (5), 2017.

MARIN, F. R. (Brasil). Agência Embrapa de Informação Tecnológica. **Solos do Brasil e a cana-de-açúcar**.2015.

MATIELLO, J. B.; JAPIASSÚ, L. B. **Deficiência e desequilíbrio de magnésio no solo e em cafeeiros**. 2016

MELLO, F. de A. F.; BRASIL SOBRINHO, M. O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETTO, A.; KIHTEL, J. C. **Fertilidade do Solo**. 3. ed. Piracicaba: Nobel, 1989. 400 p.

MIGUEL, P.S.B. et al. **Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: Mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos**. Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Juiz de Fora, v. 14, p.11-30. 2010.

MOURA FILHO, G. et al. Caracterização dos Solos da Fazenda Santa Ana, Região de Junqueiro, AL, Cultivados com Cana-de-açúcar. In: **XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, Aracaju, v.26, 2006.

MOURA FILHO, G. **Recomendações de adubação para a cultura da cana-de-açúcar**. Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2005.

NACHTIGALL, G.R. & RAIJ, B.van. **Análise e interpretação de potássio no solo**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p.93-118.

NORA, D.D. et al. **Alterações Químicas do Solo e Produtividade do Milho com Aplicação de Gesso Combinado com Calcário**. Magistra, Cruz Das Almas – BA, v. 26, n. 1, p. 1 - 10, 2014.

ORLANDO FILHO, J.; MACEDO, N.; TOKESHI, H. **Seja o doutor do seu canavial**. 67. ed. Piracicaba: Potafos, 1994.

PIRES, R. A. P.; FERREIRA, O. M. **Utilização da vinhaça na bio-fertirrigação da cultura da cana-de-açúcar: Estudo de caso em Goiás**. Goiânia: Ucg, 2008.

- RAIJ, B. V. **Fertilidade do Solo e Adubação**. São Paulo: Ceres, 1991. 343 p.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e Manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.
- RAMOS *et al.*, **Guia da Cana-de-açúcar- Avanço científico beneficia o País**, v. 01, n. 6, p.6-7, set de 20
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G; ALVAREZ V, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do solo/Correção de Fertilizantes do Estado de Minas Gerais, 1999.
- RIBEIRO, P.H.P. et al. Distribuição de potássio aplicado via vinhaça em latossolo vermelho amarelo e nitossolo vermelho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 5, p. 403 - 410, 2014.
- ROSSETTO, R.; SPIRONELLO, A.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Fertilidade do solo e nutrição de plantas: Calagem para a cana-de-açúcar e sua interação com a adubação potássica. **Bragantia**, Campinas, v. 01, n. 63, p.105-119, jan. 2004.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e adubação da cana-de-açúcar: Indagações e reflexões. 110. ed. Brasil: Potafos, 2005.
- ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F.; VITTI, A. C.; TAVARES, S. Potássio. In: DINARDOMIRANDA, L. L.; VASCONCELOS, A. C. M.; LANDELL, M. G. A. (Ed.). **Cana-de-açúcar**. 1. ed. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2008. 882p.
- TEIXEIRA, W. G; SOUSA, R. T. X.; KORNDÖRFER, G. H. Resposta da cana-de-açúcar a doses de fósforo fornecidas por fertilizante organomineral. **Bioscience Journal**. Uberlândia, p. 1729-1736. dez. 2014.
- TOWNSEND, C. R. **Recomendações técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar forrageira em Rondônia**. Embrapa. Rondônia, nº21, nov./2000.
- SANTOS, J. Z. L., TOKURA, A. M., FURTINI NETO, A. E., CARNEIRO, L. F., CURI, N., & ALOVISI, A. A. **Dinâmica das formas de fósforo em solos de textura e mineralogia contrastantes cultivados com arroz**. Acta Scientiarum. Agronomy [online]. 2011, v. 33, n. 1 [Acessado 10 agosto 2022], pp. 171-179. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i1.1435>. Epub 28 Abr 2011.
- SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de Tecnologia, 1999.
- SILVA, V.T. et al. Levantamento da Fertilidade dos Solos da Usina Poro Rico, Alagoas, Cultivados com Cana-de-açúcar. In: **XVI Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água**, Aracaju, v. 26., 2006.

STEVERSON, F. J. humus chemistry: Genesis, composition, Reactions. 2 th ed. John wiley and sons, Inc., new York, NY, 1994

UNICA, UNIÃO DA INDUSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Indústria Brasileira da Cana- de-açúcar**: Uma trajetória de evolução. 2014. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/linhadotempo/index.html>>. Acesso em 20 de jan. 2020.

VIEIRA, A. V. G. **Fertilidade do Solo em Áreas Cultivada com Cana-de-açúcar na Região da Grande Dourados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 24 f., 2016.