



RUTE DA COSTA RAMOS

**ANÁLISES DE FATORES QUE AFETAM O
DESENVOLVIMENTO DE LARANJEIRAS-PERAS: ESTUDO DE CASO EM
CAÇAPAVA DO SUL - RS**

CAÇAPAVA DO SUL

2022

RUTE DA COSTA RAMOS

**ANÁLISES DE FATORES QUE AFETAM O
DESENVOLVIMENTO DE LARANJEIRAS-PERAS: ESTUDO DE CASO EM
CAÇAPAVA DO SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária .

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 18 de março de 2022

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Machado Ellensohn

Orientador
(Unipampa)

Prof. Me. Miguel David Fuentes Guevara
(Unipampa)

Prof.^a Dr.^a. Jéssica Weiler
(Unipampa)



Assinado eletronicamente por **JESSICA WEILER, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 28/03/2022, às 10:21, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MIGUEL DAVID FUENTES GUEVARA, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 28/03/2022, às 13:27, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **RICARDO MACHADO ELLEN SOHN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 28/03/2022, às 20:38, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0766069** e o código CRC **5D0B17E8**.

Dedico este trabalho aos colegas da graduação, pois foram fundamentais durante minha caminhada até a formatura. Com companheirismo, paciência e dedicação nos ajudamos, beneficiando nosso crescimento acadêmico. Em especial cito o Grupo Girls (Gabrieli, Janaína, Karen, Letícia, Luana, Nathália, Simone e eu), que naturalmente, desenvolvemos uma amizade bonita. Obrigada, gurias!

AGRADECIMENTO

Agradeço à Deus em primeiro lugar, que me abriu esta valiosa porta nesta universidade, e me fortaleceu todas às vezes que me senti desanimada.

Agradeço ao meu irmão Sérgio Ramos, que me auxiliou financeiramente, acreditou e orou por mim, sendo isso fundamental para minha entrada na universidade. Minha gratidão também à Alysson Dorneles, que me ajudou em tudo durante meus três últimos anos da graduação. Só Deus para recompensá-los! Serei eternamente grata!

Agradeço ao meu Professor de Química, Dr. Ricardo M. Ellensohn, por ter aceito meu convite em me orientar nos TCCs. Seu apoio foi fundamental para meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

Guilherme P. Casa Nova, meu amigo pessoal e meu anjo na graduação: Deus te recompense por toda ajuda que me deste e a tantos outros alunos. Obrigada!

Desenvolvi o desejo da docência pelo fato de alguns professores serem minhas inspirações! Dentre alguns, cito a Prof^a. Daniela de Rosso Tolfo (in memoriam), por ter sido exemplo de profissional, de ser humano, por sua dedicação especial e tempo extra dispensado à mim enquanto doente. Recordo-me que em meio à disciplinas difíceis, nos transmitia paz e serenidade. Obrigada Prof^a. Dani, obrigada à todos os professores!

Pessoal do Núcleo de Desenv. Educacional (NuDE), do Núcleo de Inclusão e Acessibilidade (NinA) e Prod. Digital de Mat. Acessíveis com as queridas Katiucia, Leila, Liara e Deise, anjos da Unipampa, por me concederem a oportunidade dessas três monitorias, foram experiências grandiosas, aprendizagens para toda vida! Obrigada Prof. Vicente Lopes por confiar à mim, a monitoria de Desenho Técnico; Prof. Reginaldo Afonso, por me conceder monitoria em sua tese de Doutorado e Prof^a. Juliana Young, amei ser monitora no seu lindo Projeto de Pesquisa Memória das Águas!

Que nosso Deus abençoe a Universidade Federal do Pampa, nossa querida UNIPAMPA!

RESUMO

O presente trabalho refere-se a um estudo de caso de um área improdutivo para árvores do gênero *Citrus sinensis* da espécie laranjeira-pêra, situada no Município de Caçapava do Sul/RS. Seus troncos são pequenos e finos, seus frutos são duros e atingem no máximo 2 cm de diâmetro, apresentando polpa seca, casca enferrujada, as folhas se atrofiam, amarelam, enferrujam e se quebram. Curiosamente a 500 metros de distância, na propriedade vizinha, há excelente desenvolvimento da mesma espécie de árvore *Citrus Sinensis*, com produções de laranja pêra nos padrões de qualidade esperados. Visando entender o que influencia no desenvolvimento das laranjeiras, coletou-se três amostras de solos da área improdutivo (reconhecida como primeira área) e uma amostra da área produtiva (segunda área) para investigação, análise e interpretação das propriedades desse solo, a fim de caracterizá-lo através de análises físico-químicas e estudar se há correlação com a baixa produtividade da área. Os resultados da área improdutivo, apontaram granulometria argilosa, baixo teor de matéria orgânica, conseqüentemente baixo teor de nutrientes, presença do alumínio e manganês em excesso, tornando-o tóxico às plantas e pH ácido. As características apontadas nas análises, são representativas de um solo infértil para laranjeiras. Um solo ideal seria o franco-argiloso, pois apresenta maior porosidade, boa drenagem, maior teor de matéria orgânica e nutrientes. As análises da amostra de solo da área produtiva, apresentou resultados semelhantes aos resultados da área improdutivo, indicando que a improdutivo da primeira área, não está relacionada aos baixos teores de nutrientes e sua composição física. Diante disso, se faz necessário analisar outros fatores que possam estar influenciando o mal desenvolvimento das laranjeiras-peras.

Palavras-Chave: Nutrientes, laranjeira-pêra, improdutivo.

ABSTRACT

The present work refers to a case study of an unproductive area for trees of the *Citrus sinensis* genus of the orange-pear species, located in the Municipality of Caçapava do Sul/RS. Its trunks are small and thin, its fruits are hard and reach a maximum of 2 cm in diameter, with dry pulp, rusty rind, the leaves atrophy, yellow, rust and break. Interestingly, 500 meters away, on the neighboring property, there is an excellent development of the same species of *Citrus Sinensis* tree, with pear orange productions in the expected quality standards. In order to understand what influences the development of orange trees, three soil samples were collected from the unproductive area (recognized as the first area) and a sample from the productive area (second area) for investigation, analysis and interpretation of the properties of this soil, in order to There are physical evidences with the low productivity of the area. The results of the unproductive area, pointed out granulometry, low content of organic matter and consequently low content of nutrients, presence of aluminum and manganese in excess, acidic acid pH. As characteristics pointed to a soil considered, they are representative of infertile orange trees. An ideal soil would be loamy loam, as it has greater porosity, good drainage, higher content of organic matter and nutrients. As samples of the sample of individual results of the area, presented similar to the results of the unproductive area, indicating that the unproductiveness of the first area, is not related to the low levels of nutrients and its physical composition. Furthermore, it is necessary to analyze other factors that may influence the poor development of pear trees.

Keywords: Observation, unproductive and pear orange.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da área de estudo em Caçapava do Sul - RS	7
Figura 2 – Mapa da localização dos quatro pontos de coleta das amostras	9
Figura 3 - Modelo de recipiente utilizado nas análises de fluorescência	10
Figura 4 - Quantidade necessária das amostras de solos para as análises	10
Figura 5 - Quantidade necessária das amostra de caule, folhas e frutos para as análises	10
Figura 6 – Curva padrão do fósforo.....	13
Figura 7 – Curva padrão do potássio.....	13
Figura 8 – Curva padrão do zinco.....	14
Figura 9 – Curva padrão do ferro.....	15
Figura 10 – Correlação entre o método colorímetro e o de Walkley-Black	20
Figura 11 – Resultado das análises de fósforo e potássio nas amostras de solo	20
Figura 12 – Resultado das análises de cálcio e magnésio nas amostras de solo.....	21
Figura 13 – Resultado das análises de enxofre e zinco nas amostras de solo	21
Figura 14 – Resultado das análises de nitrogênio e alumínio nas amostras de solo...	22
Figura 15 - Resultado das análises de ferro nas amostras de solo	23
Figura 16 – Diagnóstico para acidez e calagem	23
Figura 17 – Triângulo textural.....	24
Figura 18 – Média da quantificação dos elementos presentes nas amostras.....	25

Anexos

Anexo 1	27
---------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μg - Micrograma

Unipampa – Universidade Federal do Pampa

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

LATRAM - Laboratório de Lavra, Planejamento e Tratamento de Minérios

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

CTC - Capacidade de troca catiônica

LOD – Limite de detecção

TFSA – Terra fina seca ao ar

Fc – Fator de correção

Fd – Fator de diluição

MO – Matéria orgânica

Abs – Absorbância

pH - Potencial hidrogeniônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA	3
2.1 Objetivo Geral	3
2.2 Objetivos Específicos	3
2.3 Justificativa.....	3
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Principais interferências no desenvolvimento de citros	4
3.1.1 Nitrogênio	5
3.1.2 Fósforo	5
3.1.3 Potássio.....	5
3.1.4 Zinco	5
3.1.5 Ferro.....	5
3.1.6 Alumínio	6
3.1.7 Matéria orgânica.....	6
4 MATERIAIS E MÉTODOS	7
4.1 Área de estudo	7
4.2 Caracterização da área.....	8
4.3 Amostragem	8
4.4 Análises dos solos, caule, folhas e frutos (Fluorescência de raio X).	9
4.5 Análises específicas dos elementos e caracterizações físicas	11
4.5.1 Determinação do nitrogênio.....	11
4.5.2 Determinações do fósforo e potássio.....	12
4.5.3 Determinação do zinco.....	13
4.5.4 Determinação do ferro.....	14
4.5.5 Determinação do alumínio.....	15
4.5.6 Análises granulométricas.....	16
4.5.7 Avaliação da matéria orgânica (MO) do solo.....	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
5.1 Resultados das análises de solos.....	19
5.2 Resultados das análises do caule, folhas e frutos.....	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

1 INTRODUÇÃO

Comemora-se no dia 05 de dezembro o Dia Mundial do Solo, data estabelecida pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Tal homenagem se dá por sua extrema importância em produzir nosso alimento, sua atuação na filtração de água, entre outros fatores essenciais para a vida humana. Sabe-se que o solo é um bem natural significativo, conseqüentemente é indispensável cuidados apropriados para manter sua qualidade. O processo de formação do solo é muito lento, pois se dá através da ação do intemperismo, responsável pelo desgaste das rochas. Alguns solos não são renováveis por não haver recuperação, são os casos de solos perdidos por erosão, desertificação e salinização, ou (BERNARDI, 2020).

Segundo Santos (2015), 33% dos solos do mundo estão degradados, com perda de fertilidade e conseqüentemente, produtividade. No caso dos solos brasileiros, os principais problemas são a erosão, perda de carbono orgânico, desequilíbrio nutricional e o déficit hídrico das plantas. Outros fatores que também podem influenciar nesse processo negativo podem ser resíduos vegetais, relevo, uso intensivo de defensivos, etc.

Em geral, para ser produtivo, o solo precisa apresentar profundidade adequada ao armazenamento de água e ao crescimento das raízes; ser composto por 45% de matéria mineral (primária: quartzo, micas, etc.; secundárias: caulinita, haloisita, etc. e frações de argila), ter 5% de parte orgânica (restos de plantas e organismos em diferentes estados de decomposição), 25% de parte gasosa (composição variável, de acordo com os gases produzidos e consumidos pelas raízes das plantas e dos animais como por exemplo: CO₂, O₂, etc.), 25% de líquidos (água e os íons encontrados na solução do solo: H⁺, Na⁺, K⁺, Fe²⁺, Zn²⁺, Cu²⁺, etc., que nutrem as plantas), sem excesso de elementos tóxicos (alumínio e manganês) e textura média (KURIHARA et al., 2021).

Algumas plantas se adaptam ao meio terrestre e desenvolvem estratégias para sua sobrevivência quando enfrentam problemas. Porém algumas espécies têm seu crescimento interrompido se não encontram condições específicas que sua espécie necessita para se desenvolver. Este é o caso das árvores laranjeiras-peras.

Este trabalho refere-se a um estudo de caso, investigações sobre as condições de um solo específico, situado na área rural de Caçapava do Sul – RS, onde árvores laranjeiras do gênero *Citrus sinensis* não se desenvolvem. Discorreremos a seguir as necessidades essenciais para o desenvolvimento dessa espécie, que produz uma das frutas mais comum do Brasil: a laranja pêra.

A origem da laranjeira pêra é incerta, porém evidências paleontológicas demonstram que todas as frutas cítricas são originárias das regiões do Himalaia, Índia, China (DANTAS, 2022). No Brasil, essa espécie apresenta fácil adaptação ao clima e excelente crescimento em temperaturas que variam de 13°C a 32°C (JUNIOR, 2005). Crescem bem em solos com ampla variação textural, porém são os de textura média (em torno de 20% de argila) os mais adequados, também é essencial o controle do pH do solo que pode variar entre 5,5 a 7,0. A produtividade pode sofrer redução drasticamente se este valor estiver fora dos limites, pois causa grande impacto na disponibilidade dos nutrientes (EFRON, 2018). No inverno rigoroso também se frutificam, porém nesta estação os frutos são levemente mais ácidos, de casca e polpa com coloração mais intensa. Seu sistema radicular pode alcançar cinco metros de distância de seu tronco ou de profundidade, por essa razão é essencial uma boa drenagem e adubação que devem ser feitas durante o verão. Concomitantemente, cuidados como a eliminação de brotos abaixo dos ramos, ramos secos e ramos que crescem verticalmente, melhoram a qualidade e tamanho das frutas, equilibram o crescimento com frutificação. A poda regenera a planta velha e provoca produções (SCHULTHEIS, 2017).

A cultura de nutrição das árvores laranjeiras do gênero *Citrus sinensis* apresenta aspectos que devem ser considerados para seu bom desenvolvimento, sendo necessário equilíbrio entre as quantidades dos diferentes nutrientes, considerando a demanda das laranjeiras que necessitam de nutrientes por todo o período de sua vida produtiva, ou seja, na brotação, crescimento vegetativo, floração, frutificação, maturação, colheita e período de repouso. De acordo com Bueno et al. (1999). Plantas frutíferas como os citros, necessitam de uma maior atenção por serem perenes ou seja, ocupam o mesmo volume e na mesma área por significativo tempo.

2 OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

2.1 Objetivo Geral

Conhecer as propriedades do solo e entender se há correlação com o mau desenvolvimento das laranjeiras-peras.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Realizar análises físico-químicas referentes às áreas improdutiva e produtiva, através de amostras de solos: quantificação dos elementos: Nitrogênio; Fósforo; Potássio; Zinco; Ferro e Alumínio;
- b) Análises bromatológicas do tronco, folhas e frutos;
- c) Relacionar os atributos dos solos com as características morfológicas da laranjeira analisada.
- d) Comparar os resultados dos solos das áreas produtivas e improdutivas a fim de entender suas correlações com o desenvolvimento das laranjeiras-peras.

2.3 Justificativa

O município de Caçapava do Sul – RS, onde as áreas estudadas se encontram, fazem parte de uma região onde é comum o bom desenvolvimento e produção de citros, tanto em perímetro urbano como rural. Nesta jurisdição, em um sítio de aproximadamente 1000 m², seus proprietários plantam para consumo próprio seus alimentos e dentre eles as laranjeiras-peras, que se encontram com aproximadamente dez anos de vida e segundo seus relatos, nesse tempo atingiram apenas um metro de altura, produzem poucos frutos pequenos, duros e secos, suas folhas se atrofiam, enferrujam e caem. Uma laranjeira com bom desenvolvimento, apresenta copa densa, arredondada e folhas de textura firme, os pés podem atingir até 8 metros de altura e frutificar em 24 meses de vida. Curiosamente, a cerca de 500 metros de distância, outra área apresenta boa produtividade nos padrões de consumo. Diante destes fenômenos, este trabalho justifica-se pelo fato de haver improdutividade nesta área específica, tendo a finalidade de compreender o porquê de solos muito próximos apresentarem resultados extremamente diferentes em suas produtividades, além de ter relação com a alimentação da família e a questão ambiental.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Principais interferências no desenvolvimento de citros

A cultura de nutrição das árvores do gênero citrus sinensis apresenta aspectos que devem ser considerados para seu bom desenvolvimento, sendo necessário equilíbrio entre as quantidades dos diferentes nutrientes, considerando a demanda das laranjeiras que necessitam de nutrientes por todo o período de sua vida produtiva, ou seja, na brotação, crescimento vegetativo, floração, frutificação, maturação, colheita e período de repouso. De acordo com Bueno et al. (1999). As laranjeiras-peras necessitam de uma maior atenção por serem perenes, ou seja, ocupam o mesmo volume e na mesma área por significativo tempo, acarretando este solo em déficit de nutrientes.

O cultivo de plantas cítricas em solos de constituição razoavelmente argiloso, são favorecidos pela boa drenagem, permitindo que a água desça (verticalmente no solo) lentamente, evitando o excesso de umidade na rizosfera, favorecendo a absorção pelos sistemas radiculares das plantas (SOMBRA, 2018).

As laranjeiras absorvem do ar e da água, carbono, oxigênio e hidrogênio, do solo absorvem benéficamente os minerais macronutrientes (nitrogênio - N, fósforo - P, potássio - K); micronutrientes (zinco - Zn, boro - B, manganês - Mn, cobre - Cu, ferro - Fe e molibdênio - Mo) e nutrientes essenciais (cálcio - Ca, magnésio - Mg e enxofre - S); e outros. Cada elemento tem funções específicas, podem agir em conjunto ou isoladamente, propiciando funções enzimáticas e ativando o metabolismo dos citros como mostra os itens a seguir (NUNES, 2015).

3.1.1 Nitrogênio

O nitrogênio é um componente-chave de proteínas, aminoácidos, enzimas, vitaminas, clorofila e outros constituintes celulares (BRASIL, 2020). Encontra-se distribuído nas laranjeiras-peras e está correlacionado com o desenvolvimento vegetativo, contribuindo para formação de partes novas, como raízes, folhas, flores e frutos. A deficiência deste elemento pode diminuir ou paralisar o crescimento das plantas (BOARETTO, 2007).

3.1.2 Fósforo

O Fósforo desempenha papel fundamental na formação de ATP (Trifosfato de adenosina), também auxilia no crescimento e desenvolvimento de frutas cítricas, atuando na fotossíntese, na ativação enzimática, na divisão celular, na respiração, transporte de fotoassimilados, no armazenamento, transferência de energia, na divisão celular, no crescimento das células, regulação de osmose, além de outros processos. A deficiência de fósforo diminui o crescimento das plantas, causando clorose e necrose internervais nas folhas (SANTOS, 2020).

3.1.3 Potássio

Quanto ao efeito do potássio, sua influência na citrícola é de extrema importância, pois também atua diretamente na fotossíntese e no crescimento das plantas, denotando excelente produtividade. O potássio interfere em inúmeras funções, tais como a resistência de plantas a pragas e doenças, metabolismo do nitrogênio, crescimento meristemático, ativação enzimática, movimento estomático, translocação dos sintetizados (BRASIL, 2020). A deficiência do ferro se expressa nos frutos, paralisando seu crescimento ocasionando sua queda. As extremidades dos ramos são reduzidas e amareladas, com a lâmina foliar ondulada, encurvadas, bronzeadas, podendo ocorrer sua morte (BUENO, 1999).

3.1.4 Zinco

O Zinco é essencial para a formação de auxinas de crescimento, da ativação de enzimas que estimulam o crescimento vegetativo e tamanho das folhas. Sintomas de carência: queda acentuada de clorofila, redução de tamanho das brotações novas e folhas, clorose acentuada do limbo em faixas entre as nervuras, os internódios são curtos e a produção de frutos é baixa, de tamanho reduzido, de casca lisa, pálidas com pouco suco (ALVEZ, 2001).

3.1.5 Ferro

O Ferro é responsável pela formação da clorofila, embora não faça parte dela. Esse elemento age como catalisador nas reações de oxidação/redução, auxilia na

respiração, fotossíntese, redução de nitrato e sulfato. É também um cofator para um grande número de enzimas. A falta de ferro torna as folhas das laranjeiras amareladas com malhas de nervuras verdes, reduz sua quantidade e tamanho, causando a morte de ramos novos. O excesso de ferro pode reduzir a assimilação de fósforo (BUENO, 1999).

3.1.6 Alumínio

O Alumínio é um dos principais responsáveis pela baixa performance de plantas, se o solo apresentar pH inferior a 7, o Al se encontrará na forma Al^{3+} , sendo considerado tóxico aos citros, e afetará seu crescimento radicular e seu desenvolvimento (CAVALHEIRO, 2015). O Al em solos ácidos inibe a disponibilidade de fosfato e absorção do ferro, intoxica o metabolismo vegetal e reduz a condutividade de água aparente das raízes (RODRIGUÊS, 2018).

A mineralização da matéria orgânica por microrganismos libera nitrato e hidrogênio, diminuindo o pH e favorecendo a atuação do hidrogênio sobre os minerais, com isso libera íons alumínio (Al^{3+}) que são retidos pelas cargas negativas das partículas de argila, em equilíbrio com o Al^{3+} em solução. Assim, a quantidade de Al^{3+} aumenta com a acidez do solo, interferindo negativamente na ação dos nutrientes do solo (ECHART, 2007).

3.1.7 Matéria orgânica

Outro agente preponderante nas características do solo é a matéria orgânica (MO) ou húmus, que desempenha papel fundamental para as plantas e solo, pois influencia em suas propriedades físicas, químicas, biológicas, mineralógicas e espectrais: une as partículas formando os agregados, proporciona boa estrutura para fácil movimento de ar, água, raízes e atividade biológica (PETRERE, 2010). A MO é também um condicionador biofísico que recupera a porosidade do solo e aumenta a capacidade de troca de cátions. Além disso, o cultivo com adições frequentes de matéria orgânica é a forma mais racional e ecológica de manter ou aumentar a fertilidade do solo (RONQUIM; 2010). O teor de matéria orgânica é uma das maneiras para se “conhecer” a textura do solo, com valores até de 15 g/dm³ para solos arenosos, entre 16 e 30 g/dm³ para solos de textura média e de 31 a 60 g/dm³ para solos argilosos.

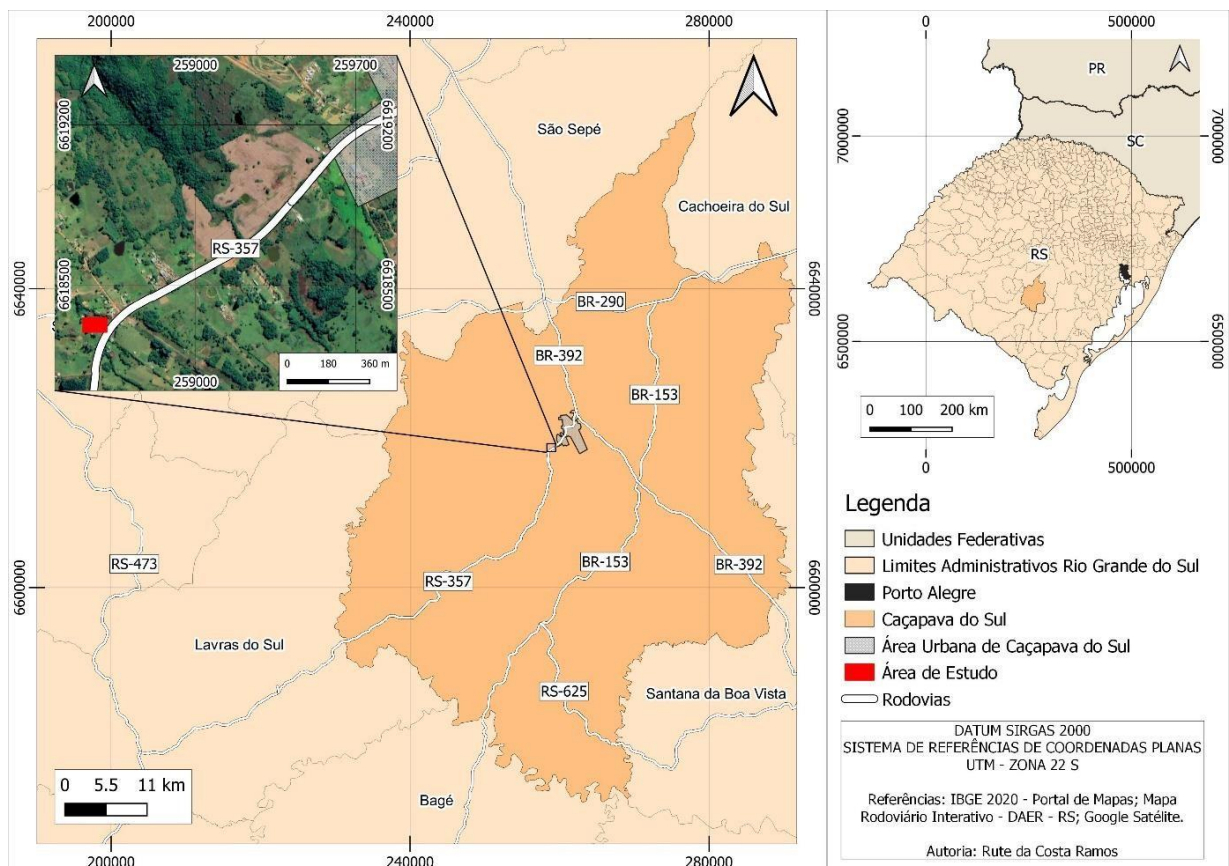
Com o objetivo de se conhecer a composição básica dos solos da área estudada neste trabalho, alguns aspectos para estes parâmetros foram analisados. Os dados relativos são apresentados a seguir.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A área a ser analisada situa-se no município de Caçapava do Sul, região centro-sul do estado do Rio Grande do Sul, com área territorial de 3.047,113 km² e população de 33.690 pessoas, segundo o censo do IBGE, 2010. O local de estudo situa-se longitude 30°32'36" O e latitude 53°30'58" S na área rural em uma propriedade residencial de 1 hectare chamado Alto da Meia Légua, localizado na saída para Lavras do Sul, que se têm acesso através da RS 357, conforme a figura 1 a seguir.

Figura 1: Mapa da área de estudo em Caçapava do Sul - RS



Fonte: A autora - 2022

4.2 Caracterização da área

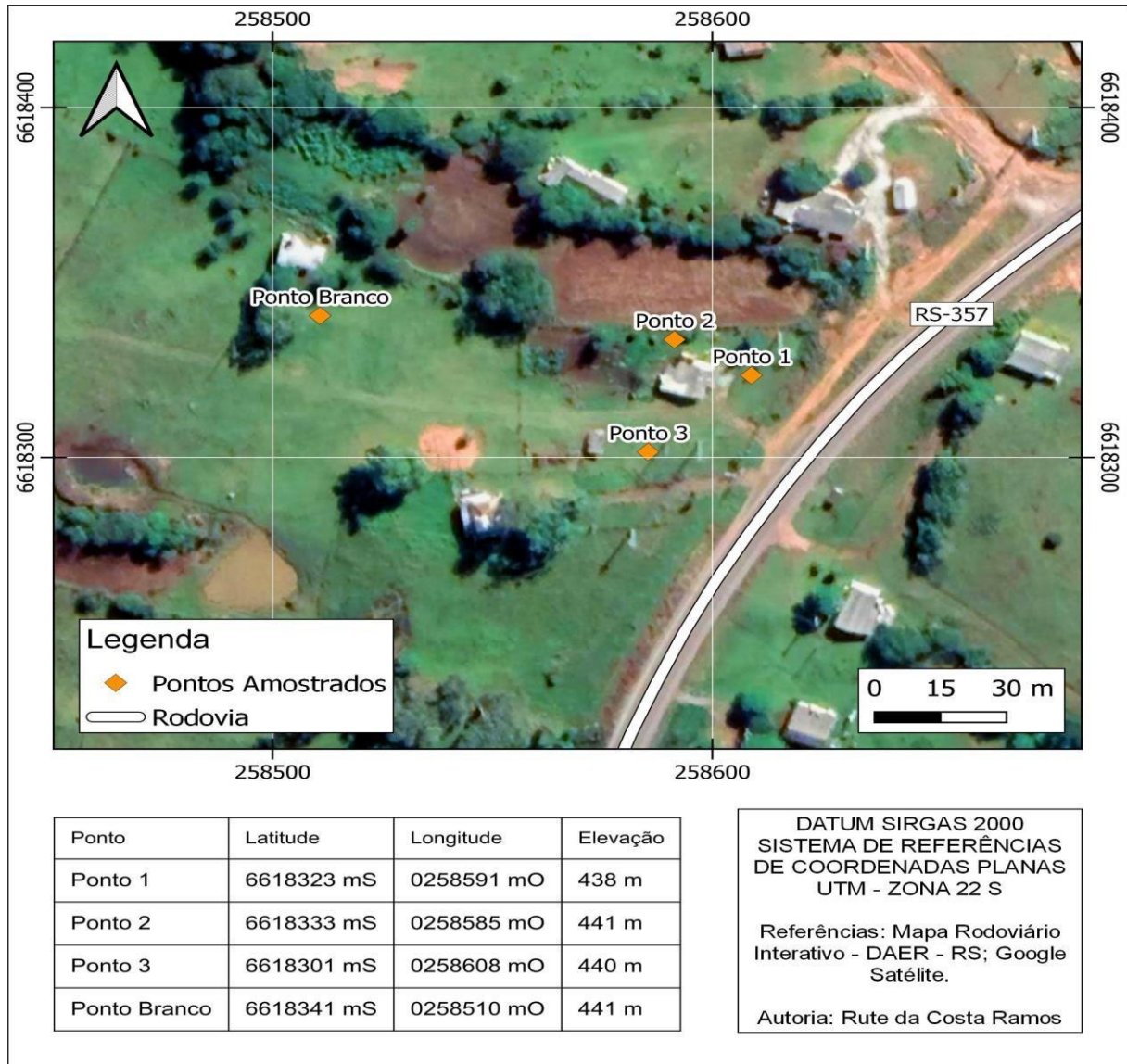
Houve uma visita nas áreas estudadas, a qual foram identificadas e separadas duas áreas: a primeira foi identificada como área improdutiva e reconhecidos nela os pontos um, dois e três de coleta das amostras

. A segunda área, onde há crescimento normal destas espécies, foi reconhecida como área produtiva e reconhecido o ponto quatro de coleta da amostra.

4.3 Amostragem

Na primeira área, coletou-se com trado, 3 amostras de solo através da abertura de buracos de 40 cm de largura x 40 cm de comprimento por 40 cm de profundidade em 3 pontos equidistantes, e na segunda área considerada referência, localizada há aproximadamente 500 metros de distância, seguindo o mesmo procedimento, coletou-se a quarta amostra de solo, observado como parâmetro controle (Branco). Na figura 2 a seguir, são apresentados os pontos de coleta das amostras de solo. No ponto 2 também foram coletadas amostras do tronco, folhas e frutos de uma laranjeira.

Figura 2: Mapa da localização dos quatro pontos de coleta das amostras



Fonte: A autora – 2022

4.4 Análises de solos, caule, folhas e frutos (Fluorescência de raio X)

Para identificação da composição e concentração de elementos químicos presentes em todas as amostras de solos, do caule, folhas e frutos, utilizou-se a técnica de Fluorescência de raio X, através do aparelho Bruker AXS GmbH - Östliche Rheinbrückenstr. 49 - 76187 Karlsruhe – Germanyul.

Para cada amostra citada, repetiu-se o procedimento três vezes a fim de comparação entre o espectro dos elementos na obtenção de suas concentrações relativas. Ao final, fez-se uma média dos valores de cada elemento químico detectado.

A figura 3 apresenta o modelo do recipiente padrão utilizado pelo equipamento. As figuras 4 e 5 apresentam a quantidade de cada amostra utilizada para suas análises (solo, caule, folhas e frutos):

Figura 3: Modelo de recipiente utilizado nas análises de fluorescência



Fonte: A autora – 2022

Figura 4: Quantidade necessária das amostras de solos para as análises

Solos (gramas)	
1	10,3072
2	9,4221
3	9,5289
4	8,8698

Fonte: A autora – 2022

Figura 5: Quantidade necessária das amostras de caule, folhas e frutos para as análises

(gramas)	
Caule	3.4281
Folhas	2,3342
Frutos	7.8254

Fonte: A autora - 2022

4. 5 Análises de solos específicas e caracterizações físicas

Foi realizada uma nova coleta de amostras de solos nos quatro pontos das áreas estudadas e submetidas à uma segunda análise, seguindo metodologias específicas para cada elemento e caracterizações físicas, conforme mostram os itens a seguir:

4.5.1 Determinação do nitrogênio

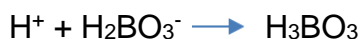
O nitrogênio foi analisado através do método de KJELDAHL, com pequenas modificações para aumentar a sensibilidade e exatidão. Nesse método, o N da amostra é reduzido a NH_4^+ pela digestão com H_2SO_4 concentrado. Para aumentar a rapidez e eficiência dessa conversão, foram adicionados sais como Na_2SO_4 , aumentando a temperatura da digestão e catalisadores para facilitar a oxidação da matéria orgânica, como Se, Hg ou Cu. Utilizou-se tubos de ensaio (25 x 250 mm) com bloco de digestor (350 – 375°C). Mantendo-se a mistura de digestão com Na_2SO_4 e catalisador nas proporções recomendadas por BREMMER & MULVANEY (1982). Para a destilação do N, se alcalinizou a solução:



Na destilação, o vapor de água favoreceu a volatilização da amônia (por arraste e agitação). No condensador, a reação anterior procede da direita para a esquerda, recolhendo o condensado em solução de ácido bórico-indicador.



A titulação é feita com H_2SO_4 diluído:



O indicador misto de verde de bromocresol e vermelho de metila em ácido bórico possibilita a fácil observação da mudança de cor na titulação, que ocorre em intervalo menor do que uma unidade de pH (de 4,8 a 5,6). A adaptação da agulha hipodérmica fina (cortada em ângulo reto para obter gotas pequenas de 0,01 ml), a microbureta de

5 ml usada na titulação com H_2SO_4 0,025M possibilita uma sensibilidade de 7 μg de N (erro de 0,12% numa amostra de 0,200 g de um material com 2% de N). Devido à pequena quantidade de solo utilizada na análise, o erro de amostragem deve ser controlado por moagem da amostra até passar em peneira de 50 mpp (0,30 mm) e homogeneização da amostra moída.

4.5.2 Determinações do fósforo e potássio

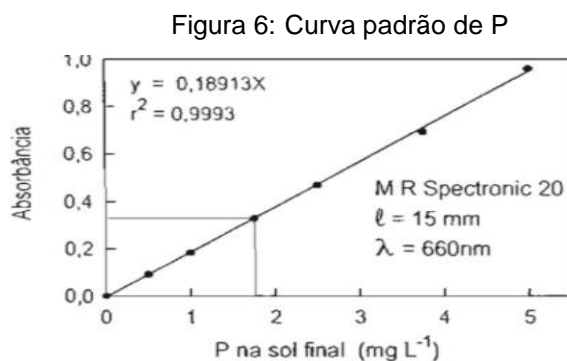
Para a determinação do fósforo e do potássio, utilizou-se o método do extrator duplo ácido (Mehlich – 1), pois apresenta vantagem em fornecer extratos límpidos (condição essencial à colorimetria) por sedimentação, dispensando a filtração. Para estas análises, foram necessários os seguintes procedimentos:

- Utilizou-se medida calibrada, para se obter 3,0 mL de solo, que foram colocados em um Erlenmeyer de 50 mL;
- Com pipetas automáticas, adicionou-se 30 mL da solução P-A;
- Foi posto este frasco no agitador horizontal por 5 minutos, em seguida permaneceu em repouso por 18 horas;
- Após esse período, pipetou-se 3,0 mL do sobrenadante em copos.

Determinação do P:

Adicionou-se 3,0 mL da solução -B à alíquota do extrato + 3 gotas da solução P-C e agitou-se, após 15 minutos em temperaturas inferiores a 18° C, determinou-se a absorbância (abs) em 660 nm e calculou-se a concentração de fósforo através dos seguintes itens:

a)



Fonte: Manual de análises de solo, de plantas e outros materiais (UFMS) – Acesso em 04/03/22

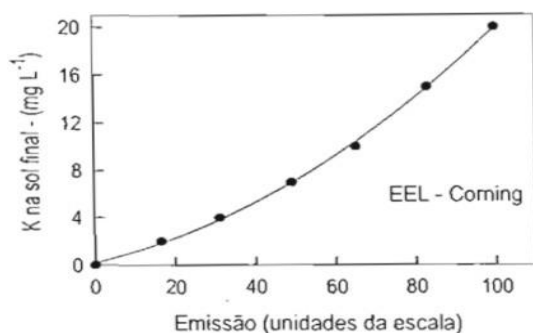
- b) Fator de concentração para o ponto $1,75 \text{ mg L}^{-1}$ na curva acima: $f_c = 0,00529 \text{ mg L}^{-1}$ por mil abs;
- c) Fator de diluição (f_d) = $\frac{30}{3} * \frac{6}{3} = 20$ (sem considerar a diluição pelo P-C;
- d) Teor de P no solo: $P \text{ (mg dm}^{-3}\text{)} = \text{leitura} \times f_c \times f_d$;
- e) Fez-se a leitura direta, ajustando o aparelho para leitura de 0,50 de abs com padrão de $5,0 \text{ mg L}^{-1}$. A leitura da abs x 100 apresentou o teor de P no solo em mg dm^{-3} .

Determinação do K:

Ajustou-se a intensidade da emissão de K da alíquota no fotômetro de chama e se calculou a concentração de potássio através dos seguintes itens:

a)

Figura 7: Curva padrão de K:



Fonte: Manual de análises de solo, de plantas e outros materiais (UFSM) – Acesso em 04/03/22

- b) Concentração na solução de leitura (c_s) obtida pela curva padrão;
- c) Fator de diluição (f_d) = $\frac{30}{3} = 10$
- d) Teor de K^+ no solo: $K^+ \text{ (mg dm}^{-3}\text{)} = c_s \times f_d$
- e) O resultado foi expresso em número inteiro (mg dm^{-3}).

4.5.3 Determinação do zinco

Os teores de zinco serão extraídos do solo através do HCl 0,1 M.

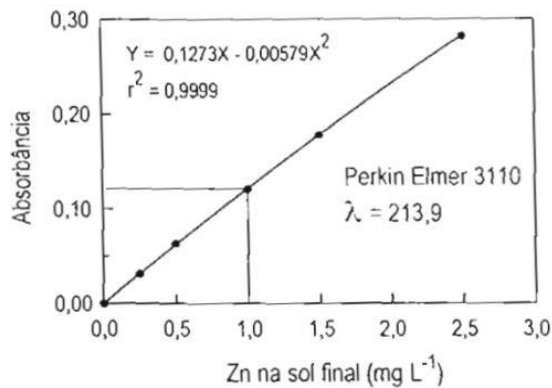
- Mediu-se 10 mL de solo e depositou-o em um Erlenmeyer de 100 mL;
- Com uma pipeta automática. Adicionou-se 40 mL de HCl 0,1 M;
- Agitou-se por 30 minutos;
- Após a agitação, a solução descansou por 18 horas;

- Retirou-se desta solução 10 mL do sobrenadante;
- Determinou-se então a abs do Zn no fotômetro de absorção.

Calculou-se a concentração de zinco através dos seguintes itens:

a)

Figura 8: Curva padrão de abs de Zn:



Fonte: Manual de análises de solo, de plantas e outros materiais (UFSM) – Acesso em 04/03/22

- b) Fator de concentração para o ponto 1,0 mg L⁻¹;
- c) Fator de diluição (fd) = $\frac{40}{10} = 4$
- d) Teor de zinco no solo: Zn (mg dm⁻³) = leitura x fc x fd
- e) O resultado foi expresso com um dígito decimal (em mg dm⁻³).

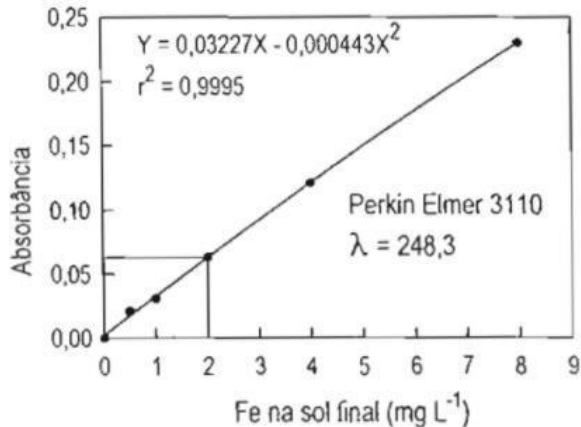
4.5.4 Determinação do ferro

- Mediu-se 1,5 mL de solo e depositou-o em frasco “snap-cap” de 50 mL;
- Com um pipetador, adicionou-se 30 mL de solução extratora e tampou-se o tubo;
- O frasco foi coberto com um papel escuro;
- Descansou para decantação por 15 minutos;
- Em seguida, retirou-se 1 mL do sobrenadante e depositou-o em um copo;
- Adicionou com um pipetador 25 mL de água destilada.
- E determinou-se a abs em fotômetro de absorção.

Calculou-se a concentração de ferro através dos seguintes itens:

a) Curva de calibração padrão

Figura 9: Curva padrão de Fe:



Fonte: Manual de análises de solo, de plantas e outros materiais (UFSM) – Acesso em 04/03/22

b) Fator de concentração para o ponto 2 mg L⁻³ no exemplo da curva acima: Fc = 0,0323 mg L⁻³ por mil abs

c) Fator de diluição (fd) = $\frac{30}{1,5} \times \frac{26}{1} = 520$

d) Teor de ferro: Fe (%) = $\frac{\text{leitura} \times \text{fc} \times \text{fd}}{10.000}$

e) O resultado foi expresso com 2 dígitos decimais (em % m v⁻¹)

4.5.5 Determinação do alumínio

A metodologia descrita abaixo foi adaptada do SNLCS (BR-MA-EMBRAPA-SNLCS, 1979), com titulação do Al³⁺ por NaOH com indicador fenolftaleína, e determinação de outros íons por espectrofotometria de absorção. Para extração do alumínio, seguiu-se o seguinte procedimento:

- Mediu-se 2,5 mL de solo e este foi depositado em um frasco de Erlenmeyer de 100 mL;
- Com pipetas automáticas, adicionou-se 50 mL de KCl 1M;
- Tampou-se o frasco e agitou-o com movimento horizontal por 30 minutos;
- Em seguida, descansou por 18 horas;

- Retirou-se 25 mL do sobrenadante para determinação do Al^{3+} e este foi colocado em frasco “snap-cap” de 90 mL;

Calculou-se a concentração de Al^{3+} através dos seguintes itens:

- a) Teor de Al^{3+} no solo:

$$\text{Al}^{3+} (\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}) = \frac{(\text{mL.NaOH}_{\text{am}} - \text{mL.NaOH}_{\text{br}}) \times M \text{ NaOH} \times 100 \times 2}{2,5}$$

- b) O resultado foi expresso com 1 dígito decimal ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$).

4.5.6 Análises granulométricas

Para a separação de calhaus, cascalhos e terra fina seca ao ar (TFSA), utilizou-se 300 gramas de cada amostra e obedeceu-se ao seguinte procedimento:

- As amostras foram secas em uma estufa com temperatura inferior a 40°;
- Em seguida, misturou-se bem para retirada de uma amostra representativa, incluindo as frações mais grossas;
- Separou-se uma amostra conveniente, destorroou-a com um rolo de madeira com pressão média sem quebrar as concreções endurecidas ou pedras (P1);
- Misturou-se novamente e passou esta amostra numa peneira n° 10;
- A fração que ficou retida na peneira, foi lavada com água para eliminar os colóides aderidos;
- Em seguida, estas frações constituídas por cascalho e calhaus, foram secas a 105°c por 1 hora e pesou-se (P2);
- Foi utilizada uma peneira n° 3/4, e pesada a fração retida (P3).

Para analisar as frações de cascalho e calhaus, as amostras foram lavadas com o dispersante hidróxido de amônio. Calculando essas frações:

$$\text{a) \% TFSA} = \frac{P1 - P2}{P1} \times 100$$

$$\text{b) \% cascalho} = \frac{P2 - P3}{P1} \times 100$$

$$\text{c) \% Calhaus} = \frac{P3}{P1} \times 100$$

d) O resultado foi expresso em número inteiro (% m m⁻¹)

Separação de argila, silte, areia fina e grossa:

- Pesou-se 25g de TFSA e esta foi posta em um frasco “snap-cap” de 250 mL;
 - Com uma proveta, adicionou-se 150 mL de NaOH 0,167 M;
 - Misturou-se bem essa solução e agitou-se manualmente, deixando-a repousar por 6 horas;
 - Os frascos permaneceram deitados no agitador por 8 horas;
 - Após 15 horas, manualmente agitou-se novamente;
 - O dreno foi mantido fechado e a solução decantou por 40 segundos;
 - Em seguida, transferiu-se o sobrenadante para o vaso de sedimentação;
 - Utilizou-se uma proveta de 500 mL com água a temperatura ambiente, mantida por vários dias em recipiente no laboratório (22 a 28°C), a areia no frasco foi lavada com 3 frações de água destilada num total de 350 mL;
 - Descansou 40 segundos e foi transferida cada fração para o vaso de sedimentação;
 - Foi utilizado um agitador vertical, misturando esse conteúdo marcando o tempo a partir deste ponto;
 - Após esse tempo abaixo, o dreno foi aberto e coletou-se o líquido no cilindro:
- | Temperatura | Tempo |
|-------------|--------|
| 22°C | 3h 42m |
| 24°C | 3h 32m |
| 26°C | 3h 22m |
| 28°C | 3h 13m |
- Inverte-se o cilindro algumas vezes, tampando com a palma da mão agitando-o, introduziu-se o densímetro de Bouyoucos e fez-se a leitura medindo a temperatura do líquido para correção da leitura;
 - Os frascos foram colocados na estufa e secos a 105°C;
 - Com uma espátula de plástico, soltou-se o material aderido e transferiu-se a areia seca para a peneira n° 70 posta sobre a peneira n°270;
 - Pesou-se a fração retida na peneira n° 70 (P4) e a retida na peneira n° 270 (P5).

Cálculos:

$$\text{a) \% areia grossa} = \frac{P4}{25} \times 100 \quad (\text{A})$$

$$\text{b) \% areia fina} = \frac{P5}{25} \times 100 \quad (\text{B})$$

$$\text{c) \% argila} = L1 + ct) \times 2 \quad (\text{C})$$

(Obs. O fator 2 deve ser usado porque a calibração inicial do densímetro foi feita utilizando 50 g de TFSA)

$$\text{d) \% silte} = 100 - (\text{A} + \text{B} + \text{C})$$

e) Expressar o resultado em número inteiro (% m m⁻¹)

4.5.7 Avaliação da matéria orgânica (MO) do solo

Para a determinação da matéria orgânica, foi empregado o método de oxidação por solução sulfocrômica com calor externo e determinação espectrofotométrica do Cr³⁺:

- Através de medida calibrada, colheu-se 1,5 mL de solo e este foi posto em frascos de Erlenmeyer de 50 mL;
- Com pipetas automáticas, adicionou-se 15 mL de solução sulfocrômica;
- À temperatura de 75°C, aqueceu-se esta solução em banho-maria por 30 minutos;
- Em seguida, foi agitada por 5 minutos e repousou por 18 horas;
- No dia seguinte, pipetou-se 3.0 mL do sobrenadante para um copo;
- Adicionou-se 3.0 mL de água destilada e agitou-se;
- Determinou-se a abs da solução em 645 nm.

Para os cálculos, utilizou-se o solo como padrão:

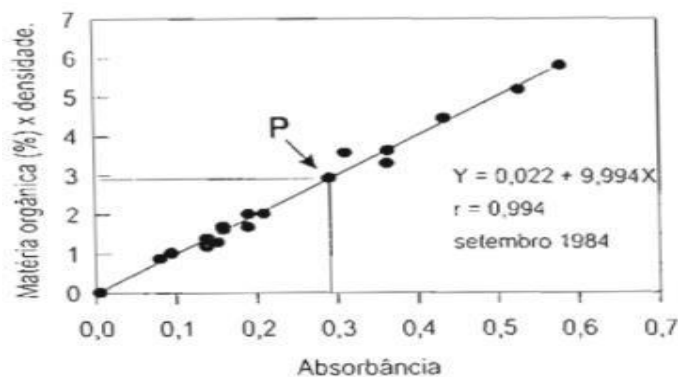
- a) O teor de MO do solo foi obtido por cálculo de correlação entre a abs no método colorímetro e o teor de carbono obtido pelo método de Walkley-Black (poderia ser um método semelhante). Nesta correlação, foram utilizados 15 a 20 porções de solos com teores variáveis de MO. Os teores obtidos por este método foram corrigidos pela densidade dos solos. Na correlação apresentada,

foi utilizado o fator 1,72 para obter o teor de MO a partir do teor de carbono dos solos. Regulou-se o colorímetro para 100% de T com a prova em branco e 0 % sem a cubeta. Fez-se a leitura das amostras em absorvância. Com a equação de correlação pode-se elaborar uma tabela para a determinação do teor de MO que foi verificada frequentemente para detectar modificações na sensibilidade do aparelho.

- b) Para a leitura direta, usou-se um solo situado na curva padrão (assinalado por P na curva de calibração a seguir), utilizado como padrão, ajustou-se o colorímetro para a leitura de abs (x10) correspondente ao teor de MO do mesmo.

c)

Figura 10: Correlação entre o método colorímetro e o de Walkley-Black



Fonte: Manual de análises de solo, de plantas e outros materiais (UFSM) – Acesso em 04/03/22

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Resultados das análise de solo

Alguns elementos não foram detectados pelo raio X, porém podem estar presentes nas amostras em baixíssimas concentrações. O equipamento apresenta limites na baixa detecção. No **anexo 1**, consta a relação de limites de detecção (LOD), referente a menor concentração de detecção para cada elemento do qual a calibração não reportará um valor. As figuras 11, 12, 13, 14 e 15 a seguir, apresenta os resultados das análises de solos através da técnica de raio X e os resultados obtidos nas análises através das metodologias específicas de cada elemento. Os valores apresentado

como referências foram obtidos no Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004.

Figura 11: Resultados do fósforo e potássio nas amostras de solo

Fósforo (P)				Potássio (K)		
Solos	Interpretação	Resultados Raio X (%)	Valores de ref. (mg/dm ³)	Resultados Raio X (%)	Resultados das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de Ref. (mg/dm ³)
	Muito baixo		≤ 24			≤ 7,0
1	Baixo	0,00	4,1 – 8,0	1,24	116,0	7,1 – 14,0
2	Médio	0,13	8,1 – 12,0	1,51	464,0	14,1 – 21,0
3	Alto	0,00	12,1 - 24,0	1,24	68,0	21,1 – 42,0
4	Muito alto	0,00	> 24	1,11	144,0	> 24

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004

As análises de fósforo foram realizadas apenas por raio X. Apenas o solo 2 apresentou baixíssima concentração. Os solos 1, 3 e 4, apresentaram valores nulos. A falta desse nutriente pode acarretar em diminuição do crescimento das plantas, causar clorose nas folhas e necrose internerval.

O potássio está presente nas quatro amostras de solo. Os valores encontrados desse elemento por raio X apresentam baixíssimas concentrações não atendendo as necessidades das laranjeiras. Esse resultado diverge dos resultados das análises específicas de cada elemento que se mostraram altíssimas. O excesso do potássio dificulta a planta de absorver cálcio e magnésio. Já o déficit desse nutriente, priva a planta de funções como o movimento estomático onde o íon de k atua diretamente na abertura e fechamento dos estômatos, etc.

Figura 12: Resultados do cálcio e magnésio nas amostras de solo

Cálcio (Ca)					Magnésio (Mg)		
Solos	Interpretação	Resultados Raio X (%)	Resultados das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de ref. (mg/dm ³)	Resultados Raio X (%)	Resultados das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de Ref. (mg/dm ³)
1	Baixo	0,11	2,8	≤ 2,0	3,23	1,2	≤ 0,5
2	Médio	0,98	13,1	2,1 – 4,0	1,21	4,2	0,6 – 1,0
3	Alto	0,26	4,9	> 4,0	2,11	1,6	> 1,0
4		0,38	4,4		1,60	1,7	

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004

O cálcio se fez presente em todas as amostras. As análises de raio X apresentaram concentrações baixas em todas as amostras. As análises específicas dos elementos apresentaram valor baixo apenas para o solo 1. Os solos 2,3 e 4 apresentam valores altos de cálcio. O cálcio promove produtividade e qualidade dos frutos.

Os solos 1, 3 e 4 apresentaram baixas concentrações de magnésio. Já para o solo 2, o magnésio se encontra em boa concentração. A clorofila necessita de 15 a 20 % do total de magnésio presente na planta para otimizar a absorção de luz e transferir energia para os centros de reação da fotossíntese.

Figura 13: Resultados do enxofre e zinco nas amostras de solo

Enxofre (S)					Zinco (Zn)		
Solos	Interpretação	Resultados Raio X (%)	Resultados das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de ref. (mg/dm ³)	Resultados Raio X (%) Elemento não detectado	Resultados das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de Ref. (mg/dm ³)
1	Baixo	0,02	45,4	≤ 2,0		1,61	< 2
2	Médio	0,04	54,5	2,1 – 5,0 ⁽¹⁾		55,4	0,2- 0,5
3	Alto	0,02	46,2	> 5,0		12,37	> 5,0
4		0,02	51,6			3,34	

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004

O enxofre apresentou baixíssimas concentrações em todas as amostras analisadas por raio X. Esse resultado divergiu dos resultados das análises específicas dos elementos que apontaram altas concentrações para todas as amostras. Esses resultados não são ideais para as laranjeiras-peras, pois uma concentração ideal apresenta valores médios entre 2,1 a 5,0 mg/dm³.

O raio X dentro de seus limites de detecção, não apontou a presença de zinco nas amostras. Já as análises específicas dos elementos apontaram concentrações variadas entre as amostras: o solo 1 apresentou baixa concentração de zinco, não atendendo as necessidades desse elemento para as laranjeiras. Os solos 3 e 4 apresentaram boas concentrações de zinco. Já o solo 2, apresentou concentração muito alta. O excesso de zinco pode ser tóxico, porém as laranjeiras apresentam grande potencial de tolerância. A toxicidade do zinco inibe o desenvolvimento da raiz.

Figura 14: Resultados do nitrogênio e alumínio nas amostras de solo

Nitrogênio (N)				Alumínio (Al)		
Solos	Interpretação	Resultados Das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de ref. (mg/dm ³)	Resultados Raio X (%)	Resultados das análises específicas (%)	Valores de Ref. (mg/dm ³)
	Muito baixo		≤ 24			≤ 7,0
1	Baixo	0,1247	4,1 – 8,0	11,17	29,3	7,1 – 14,0
2	Médio	0,3475	8,1 – 12,0	8,89	0,0	14,1 – 21,0
3	Alto	0,1721	12,1 - 24,0	2,11	2,2	21,1 – 42,0
4	Muito alto	0,2070	> 24	7,7	8,1	> 24

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004

Os resultados acima apontam a presença do nitrogênio nas quatro amostras de solo. Porém, as concentrações em todas as amostras são muito baixas e insuficientes para as atividades essenciais como a fixação biológica, que são bactérias nos nódulos das raízes que fixam o N do ar e disponibilizam para as plantas. Além disso, o nitrogênio está diretamente ligado à composição de aminoácidos e proteínas, constituinte de macromoléculas e enzimas.

Apontou-se a presença do alumínio em todas as amostras de solo analisadas por raio X, onde as concentrações apresentaram variações em valores baixos. O solo

1, apresentou concentração alta de alumínio nas análises específicas dos elementos, que não acusou a presença de alumínio no solo 2. Para o solo 3, essas análises apresentaram valor muito baixo. O solo 4, apresentou concentração baixa desse elemento. O alumínio é tolerável pelas laranjeiras somente em baixas concentrações.

Figura 15: Resultado do ferro nas amostras de solo

Ferro (Fe)			
Solos	Interpretação	Resultados Das análises específicas (mg/dm ³)	Valores de ref. (mg/dm ³)
1	Baixo	686,58	-
2	Médio	1472,63	-
3	Alto	1058,7	> 5,0 ⁽²⁾
4		1286,64	

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC – 2004

As análises de raio x não detectaram a presença de ferro nas amostras. As análises específicas dos elementos apontaram altas concentrações desse elemento em todas as amostras. ferro desempenha um papel vital na fotossíntese e na respiração das plantas. O excesso de Fe provoca toxidez, caracterizada por bronzeamento foliar, escurecimento das raízes, redução no número de folhas, na altura da parte aérea, no comprimento da raiz principal, etc.

Figura 16: Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Solos	pH em água 1:1 (Result.)	pH em água (Ref.)	M.O % (Result.)	M.O (Ref.)	Argila (Result.)	Argila (Ref.)	Textura
				Faixa - Interpretação %		Faixa - Classe %	
1	4,7	≤ 5,0 Muito baixo	2,5	≤ 2,5 Baixo	29,0	≤ 20 4	3,0
2	6,2	5,1 – 5,4 Baixo	5,4	2,6 – 5,0 Médio	17,0	21 – 40 3	4,0
3	5,1	5,5 – 6,0 Médio	3,1	> 5,0 Alto	19,0	41 – 60 2	4,0
4	4,7	> 6,0 Alto	3,8	-	24,0	> 60 1	3,0

Fonte: Ref.: Manual de adubação e calagem para os Estados do RS e SC - 2004

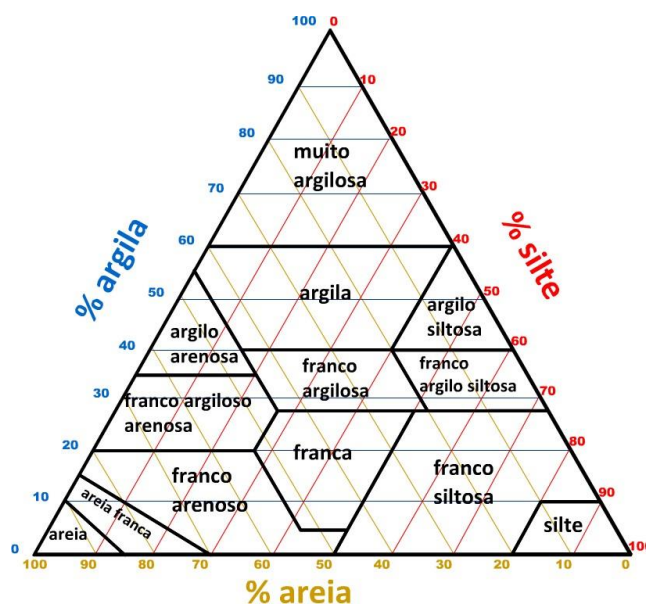
As análises apresentam um pH ácido para todas as amostras. Os resultados anteriores apontaram a presença do alumínio nas amostras de solos, e este elemento em pH ácido se torna tóxico às plantas e pode estar interferindo no desenvolvimento

das laranjeiras-peras, inibindo o crescimento do sistema radicular levando ao estresse hídrico e dificultando a presença de outros nutrientes, comprometendo o padrão de metabolismo.

Os resultados referentes a matéria orgânica, apontam que apenas o solo 2 apresenta uma concentração adequada em sua composição. Os solos 1, 3 e 4 possuem baixas concentrações de M.O. Sabemos que a matéria orgânica é a principal estabilizadora nas funções do solo e o déficit de suas substâncias húmicas, prejudica a formação dos agregados estáveis acarretando em escassez da biodiversidade de nutrientes para as plantas, má drenagem, etc.

Através do triângulo textural, se interpretou os resultados granulométricos: Os solos 1 e 4 foram classificados como franco argiloso arenoso (textura 3), podemos assim referir que este solo possui uma concentração intermediária de argila, areia e limo. Este solo é considerado bom para as laranjeiras, por apresentar valores centrados de circulação do ar, infiltração de água e penetração de raios solares. Os solos 2 e 3 foram classificados como franco arenoso (textura 4). Este tipo de solo se apresenta mais pobre em nutrientes com relação ao anterior citado. Possui menor potencial de fixação das raízes no ambiente, a circulação do ar, infiltração de água e penetração dos raios solares são muito elevados. Por haver facilidade de escoamento, interfere na disponibilidade de água e nutrientes para a laranjeiras.

Figura 17: Triângulo textural



Fonte: <https://blog.sensix.ag/impactos-do-teor-de-argila-no-solo/> - Acesso em 23/03/2022.

5.2 Resultados das análises do caule, folhas e frutos

Figura 18: Média da quantificação dos elementos presentes nas amostras

Média dos elementos presentes nas amostras de caule, folhas e frutos em porcentagem (%)							
Produto	P	K	Al	Mg	Ca	Cl	S
Caule	0,21	2,17	0,19	0,38	1,48	0,16	0,14
Folhas	1,10	5,83	0,66	9,12	9,12	0,34	0,24
Frutos	0,23	3,64	0,70	0,25	5,66	0,18	0,18

Fonte: A autora – 2022

As laranjeiras-peras ao absorverem a água para se nutrir, absorvem juntamente os nutrientes presentes no solo “sustentando-se”, contribuindo para seu bom desenvolvimento. Os teores de nutrientes presentes nesta planta tem relação direta com o rendimento da cultura das laranjeiras. Dessa forma, mediante os resultados dos elementos presentes no caule, folhas e frutos, correlacionou-se com os resultados dos elementos presentes nas amostras de solo. Observou-se que há coerência nos apontamentos à presença de alumínio em quantidades altas e os demais nutrientes em baixas concentrações no solo e nas amostras da laranjeira (caule, folhas e frutos).

A presença do alumínio inibe a mitose das células do meristema apical da raiz, interagendo também com os ácidos nucléicos das células das raízes freando seu crescimento, dificultando o processo de absorção dos nutrientes que contribuiriam para a formação e desenvolvimento das laranjeiras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A priori, a amostra de solo (n° 4) foi considerada parâmetro por pertencer a um solo com boa produtividade de laranjeiras. Porém, as análises apresentaram resultados deste solo semelhantes aos solos 1 e 3. Curiosamente, o solo número 2 pertencente a área considerada improdutiva, apresentou melhores parâmetros: pH próximo do neutro, boa concentração de MO e dos nutrientes potássio, zinco, ferro, cálcio e enxofre.

Ao observar a diferença entre os resultados do método de raio x e do método das análises específicas dos elementos, é possível concluir que esta segunda

metodologia apresentou discrepância nos parâmetros com valores de resultados muito alto das análises dos elementos potássio, enxofre e ferro, podendo ser um indicativo de erro instrumental durante as análises realizadas.

Nos resultados restantes, as análises apresentaram coerências, indicando que não houve erro de amostragem e que a improdutividade não está diretamente ligada à baixa concentração dos minerais disponíveis no solo da área estudada.

Neste caso, se faz necessário análises de novos fatores que possam inibir o desenvolvimento das laranjeiras-peras, como: fungos, pragas, larvas de moscas, ácaros, doenças, etc.

Anexo 1

S1 TURBO^{SD} LE Mining Calibrations



GeoChem Trace	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Rb	Sr	Zr	Nb	Mo	Rh	Pd	Cd	Sn
LOD (ppm)	286	120	84	45	20	17	22	12	6	5	5	3	4	5	5	6	7	500**	23	27	35
GeoChem Trace	Sb	Ce	Hf	Ta	W	Pt	Hg	Pb	Bi	U											
LOD (ppm)	46	200	68	49	14	15	13	11	10	15											
GeoChem General (Dual)	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V	Cr	MnO	Fe ₂ O ₃	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y
*LOD (ppm)	6100	1500	1100	280	140	100	86	61	51	31	24	32	31	18	9	6	6	6	5	5	5
GeoChem General (Dual)	Zr	Nb	Mo	Rh	Pd	Ag	Cd	Sn	Sb	Ce	Hf	Ta	W	Pt	Au	Hg	Pb	Bi	Th	U	
*LOD (ppm)	6	6	7	200**	500**	900**	250**	31	40	500**	31	500**	37	22	100**	18	18	18	31	49	
GeoChem Concentrate (Dual)	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	Cl	K ₂ O	CaO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe ₂ O ₃	Co ₂ O ₄	NiO	CuO	ZnO	As ₂ O ₃	Rb	Sr	Y
*LOD (ppm)	6100	1500	1100	280	140	100	86	61	51	31	24	32	31	18	9	6	6	6	5	5	5
GeoChem Concentrate (Dual)	ZrO ₂	Nb ₂ O ₅	MoO ₃	Rh	Pd	As	Cd	SnO ₂	Sb ₂ O ₃	CeO ₂	HfO ₂	Ta ₂ O ₅	WO ₃	Pt	Au	Hg	PbO	Bi	Th	U	
*LOD (ppm)	6	6	7	200**	500**	900**	250**	31	40	500**	31	500**	37	22	100**	18	18	18	31	49	

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, Juliana R; OLIVEIRA, LF Maria; SANTOS, C Tamires; CANTON C Gabriela; CONCEIÇÃO, M. Da Costa; EUTRÓPIO, J Frederico; CRUZ, MA Zilma; DOBBS, B Leonardo; RAMOS, C Alessandro. Revista on line, 2012 - **Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo** ,

ALVEZ, P.R.B; MELO, B. **Cultura dos Citrus**, 2001.

BERNARDI, Alberto. **Por que o solo é tão importante quanto a água e o ar?** Recursos naturais - Embrapa Pecuária Sudeste, 2020.

BOARETTO, Rodrigo Marcelli; JUNIOR, Dirceu Mattos; OCHEUSE, Paulo Cesar; MURAOKA, TrivelinTakashi; BOARETTO, Antonio Enedi. **Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (15N) aplicado em pomar jovem de laranjeira**. Scielo Brasil, 2007.

BRAGA, Gastão Ney Monte. **No solo, nem potássio demais nem potássio de menos**. Na sala com Gismonte, 2012.

BRASIL, Yara. **Funções do nitrogênio na produção de citros** – Knowledge Grows, 2020.

BUENO, Newton Bueno; GASPAROTTO, Luadir. **Sintomas de deficiências nutricionais em citrus**. Circular Técnica nº 6 – EMBRAPA, 1999.

CARDOSO, **Gilberto**. **6 Fatores que impedem a frutificação de citrus**. 2016.

CASTRO, César; KLEPKER, Dirceu; SFREDO, Gedi Jorge; OLIVEIRA, Fábio alvares; JUNIOR, Adilson de Oliveira – **Agência Embrapa de Informação Tecnológica** – Ageitec, 2003.

CAVALHEIRO, Mariana Feitosa. **Como o alumínio influencia o metabolismo e o crescimento da raiz de Citrus limonius?** Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Unesp, 2015.

CLARKSON, D.T. **The effect of aluminium and some other trivalent metal cations on cell division in the root apices of Allium cepa.** Annals of Botany, London, v.107, p.315-321, 1965.

DANTAS, Patrícia Lopes. Laranja – Canais do Mundo Educação, 2022.

ECHART, Cinara Lima; CAVALLI-MOLINA, Suzana. **Aluminum phytotoxicity: effects, tolerance mechanisms and its genetic control** - Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

EFRON, Caio F. S.; SOUZA, Paulo V. D. de. **Citricultura no Rio Grande do Sul – Indicações Técnicas – Secretaria da Agricultura Pecuária e Irrigação (SEAPI), Ítem 5, 5.1 Implantação do pomar e manejo do Solo e clima. Pág. 95 – 97, 2018.**

FAGERIA, Nand Kumar; CARVALHO, Maria da Conceição Santana; OLIVEIRA, Itamar Pereira – **Calagem e adubação**, 1999.

FAGERIA, Nand Kumar – **Níveis adequados e tóxicos de zinco** - Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.390-395, 2000 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, 1999.

GARCIA, José Luiz M. **Equilíbrio de Bases Adequado e Fertilidade Agrícola.Sc Agro Ecologic**, 2021 – São Paulo

GIONGO, Vanderlise. **Sistemas de Produção de Melão** - Embrapa Semiárido Sistemas – ISSN 1807-0027 Versão eletrônica Ago/2010

GISMONTI. **(Col.Agro) - Solos Férteis, Solos Produtivos.** Recanto das Letras, 2010.

JUNIOR, Dirceu de Mattos; NEGRI, José Dagoberto De; FIGUEIREDO, José Orlando de; JUNIOR, Jorgino Pompeu. **CITROS: principais informações e recomendações de cultivo.** Instituto agrônômico de Campinas (IAC), 2005.

KURIHARA, Carlos Hissao; HERNANI, Luis Carlos. **Elementos tóxicos** – Egeitec – Embrapa, 2021.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA - Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC Porto Alegre – 2004 - Interpretação dos teores de argila e de matéria orgânica e da capacidade de troca de cátions; Interpretação dos teores de fósforo e de potássio; Fósforo; Potássio; Interpretação dos teores de cálcio, de magnésio e de enxofre; Interpretação dos teores de micronutrientes; Interpretação dos resultados de análises foliares. Pág. 49 – 53.

MELO, Jorge Wellington Bastos. **Nutrientes** – Ageitec – Embrapa, 2021.

MORAES, Michelly. **Solo Argiloso: Descubra como Aumentar a Produtividade!** Agropós, 2019.

NUNES, José Luis da Silva. **A verdade sobre a nutrição das plantas.** Secretaria do Estado do meio ambiente, desenvolvimento econômico, produção e agricultura familiar, 2015.

PETRERE, Vanderlise Giongo; CUNHA, Tony Jarbas Ferreira. **Manejo e conservação do solo** – Cultivo da Videira – Embrapa, 2010.

RONQUIM, Carlos Cesar. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - 2010

SANTOS, Elisângela. **Relatório da FAO com participação da Embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados** - UDESC - UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2015.

SANTOS, Maurício Siqueira. **Fósforo: Importância, manejo e sintomas de deficiências**. Equipe mais soja, 2020.

SCHULTHEIS, Diane Dilov. **Como podar laranjeiras** – Home Clube da jardinagem, 2017.

SOMBRA, Kassio Ewerton Santos; SILVA, Alexandre Caique Costa, LOUREIRO, Francisco Leandro Costa Loureiro; SILVA, José Alex do Nascimento; FILHO, Luiz Gonzaga dos Santos; UCHÔA, Cleilson do Nascimento. **Atributos físicos e químicos de solos de pomares de laranja doce no semiárido do Ceará, Brasil** – Citrus Research & Technology, 2018.

TEIXEIRA, Paulo César; KANGUSSU, Donagemma; WENCESLAU, Fontana Ademir; TEIXEIRA, Geraldes. **Manual de métodos de análise de solo** - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017 – 3ª edição Revista e ampliada

VELOSO, Carlos Alberto Costa; MUNIZ, Anna Cristina Malcher. **Resposta da Laranjeira-Pêra aos Nutrientes N, P, K em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense**.

VILAR, Cesar Crispim; JUNIOR, Ivan Granemann de Souza; VILAR, Flavia Carolina Moreira; MACHADO, Alini Taichi. **Fósforo no solo e eficiência de utilização pelas plantas** – Jornal do campo, 2022.