

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS JARAGUÁ DO SUL - CENTRO
CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM QUÍMICA

ANA CLARA MEURER
BRENDA HEIDEMANN
FRANCINE GRANDE
LARISSA NICHELATTI
LAURA CAROLINE DE SOUZA
LETÍCIA ERDMANN
MARINY GABRIELY REBEQUE CRISTO GRACIOLI

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MICROVERDES

ANA CLARA MEURER
BRENDA HEIDEMANN
FRANCINE GRANDE
LARISSA NICHELATTI
LAURA CAROLINE DE SOUZA
LETÍCIA ERDMANN
MARINY GABRIELY REBEQUE CRISTO GRACIOLI

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO MINERAL DE MICROVERDES

Projeto de pesquisa desenvolvido no Programa Conectando Saberes do Curso Técnico Integrado em Química do Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul – Centro, como requisito de integração entre as unidades curriculares e como eixo condutor à pesquisa.

Orientador: Giovani Pakuszewski.

Coorientadora: Rosiane Fernandes Moreira.

Coordenador: Jaison Vieira da Maia.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TACO	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
IPC	Índice de Preços ao Consumidor
Ca	Cálcio
K	Potássio
Na	Sódio
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Mg	Magnésio
Zn	Zinco
FAO	Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
P	Fósforo
Mn	Manganês
Mo	Molibdênio
Se	Selênio
AAS	Espectrometria de Absorção Atômica
FAAS	Espectrometria de Absorção Atômica com Chama
ETAAS	Espectrometria de Absorção Atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite
ICP-OES	Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente
PDA	Matrizes de fotodiodos
CCD	Dispositivos de carga acoplada
PMT	Tubos fotomultiplicadores

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estágio de crescimento dos microverdes	12
Figura 2 - Esquema de espectrômetro de Absorção Atômica com chama	22
Figura 3 - Esquema de Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado ..	24
Figura 4 - Fluxograma da metodologia	25

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	2
LISTA DE FIGURAS	3
SUMÁRIO	4
1 TEMA	6
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	6
3 PROBLEMA DE PESQUISA	6
4 HIPÓTESES	6
5 OBJETIVOS	6
5.1 OBJETIVO GERAL	6
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
6 JUSTIFICATIVA	7
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
7.1 MINERAIS	8
7.1.1 Macrominerais e microminerais	8
7.1.2 Importância dos minerais para a saúde humana	9
7.2 SUPLEMENTAÇÃO	9
7.2.1 Suplementação sintética	10
7.2.2 Suplementação natural	10
7.3 MICROVERDES	11
7.3.1 Culturas de microverdes	12
7.3.2 Composição mineralógica dos microverdes e a comparação com seus homólogos maduros	13
7.4 SUBSTRATO	15
7.4.1 Turfa	16
7.4.2 Vermicomposto	17
7.4.3 Sintéticos	17
7.5 CULTIVO	18
7.5.1 Germinação	18
7.5.2 Irrigação	19
7.6 SEGURANÇA ALIMENTAR DOS MICROVERDES	19
7.6.1 Contaminação das sementes	20
7.6.2 Contaminação por irrigação	20
7.6.3 Doença pelo consumo do produto contaminado	21
7.7 TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA DETERMINAÇÃO DE MACRO E MICROMINERAIS	21
7.7.1 Espectrometria de Absorção Atômica	21
7.7.1.1 Espectrometria de Absorção Atômica em chama	22
7.7.2 Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente	24
8 METODOLOGIA	25
8.1 PLANTIO	25
8.2 PREPARO DAS AMOSTRAS	26
8.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS PROPOSTOS PARA A DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS	27
REFERÊNCIAS	29

1 TEMA

Análise da composição mineral de microverdes.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Análise comparativa da composição mineral de oito microverdes cultivados em três diferentes substratos e seu potencial para atender às necessidades minerais da população urbana.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

Ao avaliar a composição mineral dos microverdes, é possível qualificá-los como uma alternativa prática e viável para suplementação mineral na alimentação da população urbana?

4 HIPÓTESES

1. Os microverdes possuem maiores teores minerais quando comparados a seus homólogos maduros.
2. Os substratos utilizados para cultivo influenciam a composição mineralógica dos microverdes.
3. Os custos de cultivo dos microverdes são consideravelmente menores quando comparados aos seus homólogos maduros, necessários para suprir a demanda diária de minerais de dois adultos, um homem e uma mulher.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a composição mineral de microverdes cultivados em diferentes substratos para hortas domésticas em Jaraguá do Sul, Santa Catarina, Brasil.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Cultivar os microverdes nos respectivos substratos selecionados.
2. Realizar a coleta dos microverdes e a digestão das amostras.
3. Determinar as concentrações dos minerais nos extratos dos microverdes.
4. Calcular a composição mineralógica dos microverdes em diferentes substratos.
5. Comparar a composição mineral de microverdes com as informações da tabela TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) de seus homólogos maduros.
6. Avaliar os custos da produção, considerando a composição mineralógica de microverdes necessários para o consumo diário de dois adultos, um homem e uma mulher.

6 JUSTIFICATIVA

A produção e o consumo de alimentos saudáveis em ambientes urbanos têm sido uma das principais preocupações da sociedade contemporânea. Segundo o estudo realizado entre três universidades, noticiado em março de 2023 pela BBC News Brasil, 57 mil mortes no Brasil em 2019 foram decorrentes dos efeitos de alimentos ultraprocessados. Além disso, a partir de dados medidos em dezembro de 2022 pelo Índice de Preços ao Consumidor (IPC), os alimentos industrializados são subsidiados e recebem apoio fiscal das políticas públicas brasileiras, apresentando menor inflação em relação aos produtos saudáveis.

Sendo assim, a busca por nutrientes de forma natural, mediante a uma alimentação equilibrada, assim como o uso da suplementação sintética como uma alternativa prática para suprir essa carência, não são acessíveis para todas as classes sociais, visto que ambos possuem um custo adicional no orçamento doméstico.

Além disso, o uso excessivo de agrotóxicos na produção agrícola no Brasil, com um consumo anual de 300 mil toneladas, segundo Spadotto e Gomes (2021), nos leva a deduzir que a melhor opção seria a produção doméstica. Entretanto, para aqueles que vivem em pequenos espaços urbanos, como apartamentos, sem um ambiente adequado, sol e ventilação, produzir esses alimentos se torna uma tarefa

custosa, limitando o acesso àqueles que possuem o espaço e o tempo adequado para o cultivo.

Assim, estas problemáticas levam pesquisas a buscarem uma alternativa eficiente para suprir as demandas nutricionais decorrentes do estilo de vida da população. É neste contexto que os microverdes adentram, desempenhando um papel importante na conciliação de alimentação nutritiva e vida no espaço urbano. Porém, ainda que sejam uma possibilidade promissora, eles se encontram em estágio inicial de pesquisas mais aprofundadas no Brasil e não apresentam uma tabulação, em fonte fidedigna, de seus valores nutricionais.

Logo, considerando os benefícios dos microverdes à saúde, buscamos investigar o potencial de nutrição mineral dos microverdes à população urbana da região de Jaraguá do Sul, elaborando uma tabela com as composições minerais de diferentes microverdes cultivados em substratos variados.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 MINERAIS

Os minerais podem ser definidos, segundo Grillo *et al.* (2020, s.p) como aqueles “elementos inorgânicos (geralmente um metal), combinados com algum outro grupo de elementos químicos, como, por exemplo, óxido, carbonato, sulfato, fósforo [...]”. No entanto, no organismo humano, os minerais se apresentam combinados com compostos orgânicos, como aminoácidos, enzimas, hormônios e proteínas e, assim, são considerados quelados. Nesta combinação, os minerais são “cofatores de diversas funções”, ou seja, são coadjuvantes, atuando “em conjunto com outros elementos” (GARCIA *et al.*, 2022, p. 7). Além disso, os sais minerais também são encontrados nas estruturas esqueléticas, órgãos, sangue, fluídos corporais ou dissolvidos em água na forma de íons.

7.1.1 Macrominerais e microminerais

Conforme a demanda individual de consumo, os minerais podem ser classificados em macro e microminerais. Os macrominerais são aqueles que possuem essa necessidade com valores maiores que 100 mg/dia (PINHEIRO, 2005

apud GRILLO *et al.*, 2020), como, por exemplo, cálcio (Ca), potássio (K) e sódio (Na), sendo assim, eles se encontram presentes em concentrações mais elevadas no organismo. Já os microminerais possuem valores compreendidos de 1 a 50 mg/dia (PINHEIRO, 2005 *apud* GRILLO *et al.*, 2020), como cobre (Cu), ferro (Fe), magnésio (Mg) e zinco (Zn), estando presentes em menores quantidades.

7.1.2 Importância dos minerais para a saúde humana

A importância dos minerais está diretamente relacionada com o funcionamento do organismo humano, mais especificamente, eles atuam no equilíbrio fisiológico do organismo. Isso se deve ao fato de que eles são responsáveis por desempenhar funções importantíssimas, principalmente na “regulação da atividade e manutenção celular”, facilitando o “transporte de diversas substâncias” e a “transferência de compostos pelas membranas celulares e composição de tecidos orgânicos”, mantendo a “atividade muscular e nervosa”, envolvendo-se também e, indiretamente, no processo de crescimento (GRILLO *et al.*, 2020, *s.p.*).

É válido ressaltar que quando há um excesso ou deficiência de um mineral no organismo, o metabolismo de outro mineral pode sofrer interferência, isto é, seus teores mais baixos ou mais altos no corpo ocasionam impactos diversos na saúde. Tais impactos referem-se a, por exemplo, doenças e problemas de saúde, como anemia, hipertensão, hipotireoidismo, osteoporose, entre outros. Problemas de saúde são estes diretamente relacionados com as “funções biológicas que cada nutriente apresenta” (GARCIA *et al.*, 2022, p. 10).

No entanto, por mais que os minerais estejam presentes de diversas formas no corpo, exercendo variadas funções, eles não são sintetizados pelo organismo, sendo assim, é necessário procurar consumir alimentos ricos em minerais (GRILLO *et al.*, 2020).

7.2 SUPLEMENTAÇÃO

No contexto atual, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), cerca de dois bilhões de pessoas têm deficiência em um ou mais nutrientes, causada pela má alimentação. A falta de uma dieta que contenha

frutas, verduras, legumes, entre outros alimentos, que sejam uma fonte natural de suplementos, é provocada pela escassez de tempo para a preparação de refeições contendo os nutrientes necessários, além da condição financeira da população em geral.

Como forma de combater essa deficiência em nutrientes, há diversos suplementos alimentares que “são definidos como substâncias adicionadas à dieta, principalmente: vitaminas, minerais, ervas e botânicos, aminoácidos, metabólicos, constituintes, extratos ou combinações de qualquer desses ingredientes.” (ANDRADE *et al*, 2012, p.28), podendo ser sintéticos como *whey protein*, cápsulas, líquidos, tabletes e comprimidos ou naturais como frutas, verduras e legumes.

7.2.1 Suplementação sintética

Os suplementos sintéticos são produzidos por meio de processos químicos industrializados e são uma das formas mais utilizadas para combater a deficiência de nutrientes, devido a sua praticidade no cotidiano da população urbana. Porém, existem diversas questões sobre o uso da suplementação sintética, principalmente em relação a sua segurança na saúde das pessoas. A partir dessas dúvidas, foram realizados inúmeros estudos que apontam que o uso correto desses suplementos não são prejudiciais à saúde, caso contrário, podem ocasionar problemas como hemorragia, falha nos órgãos, diarreia, náuseas, problemas cardíacos e entre outros. É de extrema importância o acompanhamento de uma nutricionista durante todo o processo de utilização, que indicará o tipo de suplemento e a dosagem correta (BINNS; LEE ANDY; LEE KYUNG, 2018).

7.2.2 Suplementação natural

A suplementação natural é a forma mais eficaz de combater a deficiência de nutrientes, pois os vegetais são facilmente metabolizados pelo organismo humano quando comparados com suplementos sintéticos. Além disso, a suplementação sintética não compreende todas as propriedades nutritivas que a natural contém (GAIA *et al.*, 2022).

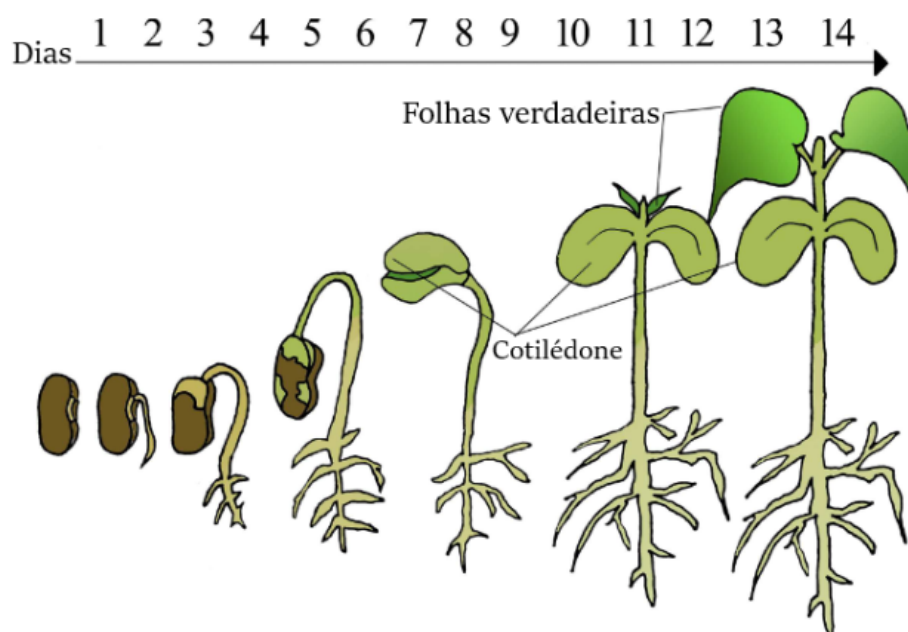
Porém, existem alguns fatores que devem ser considerados na suplementação natural. Uma delas é o preço elevado dos alimentos, fazendo com

que não sejam acessíveis para todas as classes sociais, por conta das condições financeiras. Outro fator de importância é a utilização de agrotóxicos durante o processo de produção desses alimentos, que vêm causando diversos problemas à saúde, ressaltando que “o Brasil ainda integra o ‘ranking’ dos principais comercializadores e consumidores de agrotóxico do mundo” (GAIA *et al.*, 2022, p.117). Dessa forma, os microverdes surgem como uma alternativa viável, sendo uma forma de suplementação natural para a população urbana.

7.3 MICROVERDES

Os microverdes são uma classe emergente de produtos que vêm ganhando espaço em pesquisas científicas, sobretudo por consequência de seus altos valores nutricionais. Apesar de apresentarem características semelhantes os brotos, os microverdes, segundo Riggio *et al.* (2019), são mudas colhidas entre a abertura do cotilédone¹ e o surgimento das primeiras folhas, como demonstrado na figura 1. Já os brotos pertencem a um diferente estágio de crescimento, onde as folhas verdadeiras ainda não se desenvolveram (BENINCASA *et al.*, 2019).

Figura 1: Estágio de crescimento dos microverdes.



Fonte: Adaptado de Riggio *et al.*, 2019.

¹ Folha embrionária responsável por absorver e armazenar as reservas nutricionais até o surgimento das folhas verdadeiras.

Apesar de já serem consumidos há anos em países orientais, os microverdes passaram a ser utilizados de maneira efetiva no ocidente a partir da década de 1980. Seu uso se dá, sobretudo, na indústria culinária, sendo ligados a pratos frescos (BENINCASA *et al.*, 2019), principalmente por conta da deterioração que sofrem em sua qualidade no pós-colheita, murchando rapidamente e perdendo parte de seu valor nutricional, se tornando produtos difíceis de serem armazenados (TURNER; LUO; BUCHANAN, 2020).

Quanto à produção, os microverdes possuem um ciclo rápido e de rendimento elevado, além de não ocuparem muito espaço (BENINCASA *et al.*, 2019). Um fator que vem sendo discutido em relação aos microverdes é seu perfil nutricional, sendo excelentes fontes de nutrientes e fitoquímicos². Porém, é importante considerar as diferentes culturas³ e espécies de microverdes, visto que isso afetará diretamente sua composição (ZHANG *et al.*, 2021).

7.3.1 Culturas de microverdes

O cultivo de microverdes é viável a partir da semente de várias culturas, sendo que as variações entre elas se darão nas características finais dos microverdes, tais como aparência, textura, sabor e valor nutricional (EBERT, 2022).

É possível classificar as culturas utilizadas para produção de microverdes em dois grupos distintos, os quais incluem: culturas seguras comumente utilizadas e culturas potencialmente tóxicas. Como culturas comumente utilizadas, podemos destacar a família *Brassicaceae*, que apresenta diversas variedades amplamente utilizadas na alimentação brasileira, presentes no quadro 1, junto de seu tempo de cultivo. Observando o quadro também é possível constatar que, por conterem um tempo de cultivo relativamente curto, isto é, todas as culturas não ultrapassam a faixa de 14 dias, elas figuram-se como um fator importante na praticidade e escolha dos microverdes a serem cultivados.

² Substância produzida pelo reino vegetal que apresenta diversos benefícios à saúde humana.

³ Termo utilizado na agricultura para se referir ao conjunto de plantas cultivadas com o propósito de produzir alimentos que servem como base para a alimentação humana e animal.

Quadro 1: Culturas seguras comumente utilizadas.

FAMÍLIA	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	TEMPO DE CULTIVO
Brassicaceae	Rúcula	<i>Eruca sativa L.</i>	4 - 8 dias
	Brócolis	<i>Brassica oleracea var. itálica</i>	10-16 dias
	Couve	<i>Brassica oleracea var. acephala</i>	5 - 10 dias
	Repolho	<i>Brassica oleracea var. capitata</i>	5 - 10 dias
Fabaceae	Lentilha	<i>Lens culinaris</i>	2 - 3 dias
Asteraceae	Alface crespa	<i>Lactuca sativa var. crispa</i>	4 - 7 dias
Apiaceae	Cenoura	<i>Daucus carota L.</i>	7 - 14 dias
Amaranthaceae	Beterraba	<i>Beta vulgaris L.</i>	4 - 14 dias

Fonte: Elaborado pelo grupo, 2023.

Ao se tratar das culturas potencialmente tóxicas para a produção de microverdes, é importante ressaltar que há uma escassez de fontes disponíveis que discutam a toxicidade desses alimentos. De acordo com Fonoff (2015) e Martinez, Almeida e Pinto (2009), plantas da família *Solanaceae* possuem em abundância alcalóides, em principal, os alcalóides do tipo tropano, presentes em grandes quantidades durante a fase de germinação. Estas substâncias são tóxicas em certas quantidades e seu consumo pode levar à amnésia durante a intoxicação, perda de sentido da realidade e um profundo sono.

Portanto, é necessário evitar o consumo de microverdes provenientes de plantas dessa família, como tomates, pimentas, pimentão, physalis (ou tomatillo), berinjela e batatas. Além disso, é preciso evitar o consumo de feijões em geral, pois essas plantas possuem altos níveis de lectina e cianeto, substâncias tóxicas que, para evitar intoxicações, devem ser removidas através do cozimento.

7.3.2 Composição mineralógica dos microverdes e a comparação com seus homólogos maduros

Apesar da falta de constatação da composição mineral em tabelas fidedignas, como a TACO, as pesquisas sobre a composição mineralógica de microverdes apontam que a família *Brassicaceae* apresenta significativas concentrações de minerais. Entre estas pesquisas, destacam-se as obras de Turner, Luo e Buchanan

(2020) e Xiao *et al.* (2016), que revelam que as espécies de microverdes da família *Brassicaceae* possuem, em ordem de concentração K, fósforo (P), Ca, Mg, Na, Fe, Zn, manganês (Mn) e Cu em sua composição. Conforme os autores, como exemplos de microverdes fonte de minerais, espécies como brócolis e mostarda apresentam baixas concentrações de K e altas de Mg. O manjeriço e a acelga são fontes de K e Mg e a couve, por sua vez, possui alta concentração de Ca.

De acordo com Zhang *et al.* (2021), os microverdes possuem uma rica composição mineral, a qual, ao ser comparada com a de seus homólogos maduros, pode indicar uma vantagem nutricional. Como exemplo, o microverde de alface, de 2 semanas de plantio, contém mais minerais que a alface madura, de 10 semanas de plantio. O microverde de alface é composto pelos minerais Ca, Fe, Mg, Mn, molibdênio (Mo) e selênio (Se) (PINTO *et al.*, 2015 *apud* TURNER *et al.* 2020). Ainda, Zhang *et al.* (2021) compilou uma série de pesquisas sobre a composição mineral de microverdes e seus homólogos maduros, bem como suas sementes, e concluiu que os microverdes são efetivamente compostos por maiores concentrações de minerais que seus homólogos maduros.

No que se refere às pesquisas sobre a composição mineralógica dos microverdes selecionados, há de se afirmar a existência de literatura, entretanto, em diferentes subespécies das que serão analisadas na presente pesquisa, o que pode vir a interferir na composição nutricional. O único microverde selecionado que possui as informações requisitadas, é o brócolis (*Brassica oleracea var. itálica*), tendo a cada amostra de 100 g, 326 mg de K, 88 mg de Ca, 69 mg de P, 52 mg de Na, 51 mg de Mg, 0,67 mg de Fe, 0,37 mg de Zn, 0,37 mg de Mn e 0,09 de Cu em sua composição. Quando comparado com a amostra de 100 g de seu homólogo maduro, encontra-se um teor de 322 mg de K, 78 mg de P, 3 mg de Na, 0,26 mg de Mg, 0,6 mg de Fe, 0,5 de Zn e 0,06 mg de Cu (TACO, 2011) (XIAO *et al.*, 2016).

Assim, confere-se que, mesmo sem a validação de órgãos e institutos voltados à tabulação nutricional fidedigna, a literatura se encarregou de comprovar que os microverdes possuem maiores concentrações de minerais ao comparar com as de seus homólogos maduros.

7.4 SUBSTRATO

Dentro da agricultura, o solo ainda é um dos meios mais comuns e importantes no cultivo de diferentes culturas. Porém, com a redução do espaço de cultivo na urbanização contemporânea, outros meios estão surgindo, principalmente em relação à cultura dos microverdes. Neste caso, o ambiente e meio de crescimento que predomina é o substrato, que consiste em materiais, essencialmente porosos, que proporcionem níveis de água e oxigênio ideais para evolução da cultura nele cultivada. O substrato pode consistir em materiais naturais, sintéticos, minerais ou orgânicos, seja em forma pura ou de mistura (ZORZETO *et al.*, 2014).

De acordo com Jorge *et al.* (2020, p. 9), as principais características desejadas de um substrato “são baixo custo, disponibilidade de fornecimento no mercado, teor de nutrientes, pH e capacidade de troca de cátions adequada, ausência de patógenos, aeração, retenção de água e boa agregação às raízes”.

O cultivo de microverdes está diretamente relacionado com o tipo de substrato escolhido, pois os resultados quanto à qualidade, taxa de crescimento, germinação e rendimento dos microverdes são dependentes, mais do que o fator espécie, do tipo de meio de cultivo usado. Além disso, muitos estudos na literatura enfatizam que os substratos também possuem impactos significativos no perfil nutricional e composição fitoquímica, na ação microbiana, na quantidade do antinutriente nitrato, nos aspectos sensoriais dos microverdes e ainda, na sustentabilidade envolvida no processo produtivo. Como também explica Teng *et al.* (2023, p. 548):

Os substratos podem servir como fonte de nutrientes e/ou como uma interface entre as plantas e a solução nutritiva. Assim, os substratos podem afetar o crescimento do microverde por fatores físicos (resistência mecânica e suporte, capacidade de retenção/absorção de água, porosidade, etc.), químicos (dissolução de nutrientes e/ou antinutrientes do substrato) ou microbiológicos (carga microbiana inicial ou suscetibilidade ao crescimento microbiano).

Dessa forma, analisar as propriedades e influências que cada tipo de substrato vai exercer sobre o microverde continua sendo um dos principais fatores do cultivo, isso porque o meio de crescimento:

ideal deve combinar propriedades físicas sustentando um equilíbrio favorável entre aeração e retenção de água durante e entre os eventos de irrigação, de modo a evitar extremos de potencial hídrico e condições de hipóxia na zona radicular⁴ (KYRIACOU *et al.*, 2020, p. 6).

Apesar de ainda haver certa indefinição quanto ao melhor substrato a se aplicar na cultura de microverdes, vários estudos na literatura discutem opções de fibras naturais, como turfa, fibra de coco e fibra de juta, de materiais sintéticos como o caso do tapete capilar e da esponja de celulose, de compostos orgânicos, e vermicomposto é o de maior destaque, ou até mesmo meios hidropônicos, ou inorgânicos. Além disso, vários desses estudos foram feitos com substratos à base de combinação de diferentes compostos.

7.4.1 Turfa

Caracterizados como substratos de fibras naturais, os meios de cultivo à base de turfa são os principais substratos envolvidos na cultura controlada de microverdes. Entre eles se destacam a turfa de coco e a turfa de esfango branco, mas outros musgos de turfa também podem assumir potencial função de substrato. Seu amplo uso é justificado por suas propriedades porosas e por conter alto teor de matéria orgânica.

A turfa de coco, por exemplo, é um subproduto fibroso do coco que tem seu emprego tão favorável na cultura de microverdes também explicado por suas propriedades e características estruturais. Assim, por ser fibrosa e, conseqüentemente, porosa, retém melhor a água no meio de crescimento e proporciona melhor aeração às raízes dos microverdes, resultando também em um tempo de crescimento menor se comparado com outras formas de substratos. Esse fato é apontado em estudo apresentado por Eswaranpillai, Murugesan e Karuppiah (2023), onde microverdes de brócolis cultivados em turfa de coco representaram significativamente maiores portes se comparado a outros meios.

Em outro estudo (KYRIACOU *et al.*, 2020), o substrato de musgo de turfa apresentou baixo teor de microporos, responsáveis pela retenção de água, e alto teor de macroporos, responsáveis pela drenagem e aeração. Esses fatores correspondem a uma maior frequência de irrigação em microverdes cultivados nesse meio de crescimento. Além disso, foi observado, ainda, que o musgo de turfa obteve

⁴ Condições onde a área de conexão da planta com o solo encontra-se deficiente de oxigênio.

um ambiente levemente ácido, com pH entre 5,34 e 5,71, e apresentou menor teor de Na e maior teor de Ca entre todos os meios de cultivo analisados, se caracterizando como o ambiente mais otimizado, junto da fibra de agave, para o cultivo de microverdes, segundo o estudo.

7.4.2 Vermicomposto

Caracterizado como um substrato orgânico, o vermicomposto, ou também húmus de minhoca, é um adubo derivado da ingestão de resíduos alimentares e vegetais pelas minhocas. Além disso, é um composto homogêneo de coloração escura, inodoro e de textura leve responsável por atribuir ao ambiente de crescimento ricos nutrientes, fazendo com que esse seja o principal motivo de sua utilização na cultura de microverdes (SANTOS; COSTA; LIMA, 2020). Assim, os microverdes cultivados em substratos de vermicomposto adquirem capacidade de absorver significativas quantidades de micronutrientes.

Ebert (2022) avaliou que microverdes de repolho cultivados em meios à base de vermicomposto apresentaram concentrações maiores de K, Enxofre (S), Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Fe e Na se comparados com outros meios à base de hidroponia. Inclusive, os teores de Fe detectados foram 54,6 vezes o conteúdo do repolho em sua forma madura. Em mesmas condições de substrato, resultados semelhantes foram obtidos para microverdes de alface, que obtiveram teores de K, S, Ca, Mn, Zn, Fe e Na maiores do que hidroponicamente.

7.4.3 Sintéticos

Como alternativa aos meios naturais, encontram-se as opções sintéticas, responsáveis, na maioria das vezes, por proporcionarem ambientes de cultivo mais limpos, apesar de exigirem maior cuidado no descarte ambientalmente correto.

Em estudo, Kyriacou *et al.* (2020) analisou o desempenho da composição nutritiva dos microverdes cultivados em alternativas sintéticas de substratos com ambiente controlado. Como resultado, foi obtido que entre os substratos sintéticos analisados, tapete capilar e esponja de celulose, e os diferentes substratos naturais também analisados no estudo, a concentração do antinutriente nitrato foi maior nos substratos naturais. Porém, em contrapartida, os teores de P, K, Ca e S foram

reduzidos, observando-se uma redução de componentes minerais e nutricionais em substratos sintéticos, como a esponja de celulose.

Além disso, para o substrato sintético de celulose, que obteve maior teor de Mg, os resultados apontaram para um meio de crescimento mais alcalino entre todos os substratos analisados, com pH 8,49. Esse fator de alto pH pode influenciar na deficiente absorção de Fe dos microverdes, devido a predominância do Fe^{3+} no meio de crescimento. O substrato de celulose também apresentou, como característica própria da maioria dos substratos sintéticos, alto conteúdo relativo de microporos, fornecendo uma ambiente menos favorável às raízes. Em consequência disso, a frequência e volume de irrigação são reduzidos para que haja aeração radicular adequada (KYRIACOU *et al.*, 2020).

7.5 CULTIVO

O cultivo de microverdes tem se popularizado cada vez mais entre produtores e consumidores, devido ao seu alto valor nutritivo e à facilidade de sua produção em pequenos espaços, com uso reduzido de água e em um curto período. No entanto, para obter sucesso nessa atividade, é necessário conhecer as técnicas de plantio, irrigação e manejo adequados, garantindo assim uma produção de qualidade e livre de problemas fitossanitários. Poucas são as fontes confiáveis que discutem profundamente quais são as melhores técnicas e os devidos cuidados fitossanitários que devem ser utilizados antes e durante o plantio. Como fonte para esta parte da fundamentação, foram utilizados sites de pequenos produtores que visam compartilhar suas experiências no cultivo de microverdes. A principal utilizada foi o site *Home Microgreens Living Supplements*, que ensina como cultivar as plantas e possui uma ampla gama de informações sobre o assunto.

7.5.1 Germinação

A germinação de microverdes pode ser realizada por meio de diversos métodos, como o Método Ponderado de Blecaute, o Método Blecaute Enterrado, o Método Blecaute em Cúpula e o Método Blecaute Híbrido. Contudo, nesta pesquisa será utilizado o Método Blecaute Enterrado, por não exigir custos adicionais com equipamentos e, assim, melhor se enquadrando no contexto doméstico.

No Método Blecaute Enterrado, as sementes são plantadas em uma camada de solo menos espessa e cobertas com uma camada fina de solo, o que ajuda a manter a umidade ao redor das sementes e promove uma germinação uniforme. Porém, é importante monitorar cuidadosamente a umidade do solo durante a germinação e ter cuidado ao regar as plântulas em crescimento, para evitar a proliferação de mofo e outras doenças. (“How to Germinate Microgreens: Part 2, The Buried Blackout Method - Home Microgreens”, 2022)

7.5.2 Irrigação

A técnica de irrigação apropriada é crucial ao regar microverdes cultivados no solo, pois o excesso de água pode causar problemas nas raízes. O autor enfatiza que as plantas devem ser regadas na base, evitando borrifar na parte superior. Além disso, a frequência da rega depende de vários fatores, como temperatura ambiente, umidade, movimento do ar, tipo e composição do solo, variedade de microverde, idade, tamanho da bandeja e intensidade da luz. A rega deve ser feita quando o solo da bandeja estiver ficando seco e a bandeja tiver menos peso. (“How to Water Microgreens: We Find This Is The Best Way - Home Microgreens”, 2022)

7.6 SEGURANÇA ALIMENTAR DOS MICROVERDES

A segurança alimentar constitui um ponto crítico na discussão sobre o cultivo e consumo de alimentos, afinal, quando o alimento é manuseado de forma incorreta, o que pode ocorrer tanto no plantio quanto no preparo, há chances do alimento ser contaminado, podendo acarretar no desenvolvimento de doenças pelo consumidor. Alegbeleye *et al.* e Hoffmann *et al.* (2018, 2017 *apud* RIGGIO *et al.*, 2019) informam que, no mundo, uma a cada dez pessoas contraem doenças pelo consumo de alimentos contaminados com agentes infecciosos, e cerca de 420 mil desses casos resultam na morte do consumidor.

Portanto, é relevante destacar que a literatura a respeito da segurança alimentar dos microverdes ainda é limitada. Warriar *et al.* (2003 *apud* TURNER, LUO, BUCHANAN, 2020) destacam que embora compartilhem semelhanças com os verdes folhosos e os brotos, os microverdes são consumidos enquanto ainda estão

imaturos, o que os torna mais suscetíveis à colonização e à internalização de patógenos humanos.

7.6.1 Contaminação das sementes

Segundo Warrier *et al.* (2003 *apud* TURNER; LUO; BUCHANAN, 2020) durante a germinação da semente, ela libera uma mistura de carboidratos e peptídeos que podem atrair as bactérias que se localizam na região do solo em que as raízes das plantas crescem e conseguem água.

Em plantas maduras, as bactérias localizadas no fluido apoplástico, ou seja, fluido que possui substâncias essenciais para o desenvolvimento do vegetal, não conseguem adentrar o xilema⁵. No entanto, em plantas imaturas, as estruturas de proteção não estão totalmente formadas, permitindo a entrada de bactérias no xilema, contaminando a semente, sendo esse o caso dos microverdes.

7.6.2 Contaminação por irrigação

Embora os microverdes sejam frequentemente cultivados em ambientes controlados, como estufas e prédios, com baixa exposição a animais e à vida selvagem, a qualidade da água de irrigação é uma preocupação, especialmente para aqueles cultivados em sistemas hidropônicos.

A água pode adquirir patógenos de várias maneiras, sendo a principal delas durante o transporte, tanto através de canais, valas e tubos, ou ao ar livre, onde acaba sendo exposta a bactérias do solo. Ainda, alguns sistemas de irrigação "sustentáveis", como a reciclagem de águas cinzas e tanques de coleta de água da chuva, podem aumentar o risco de contaminação microbiana (RIGGIO *et al.*, 2019).

O uso da irrigação por gotejamento é indicado, pois reduz o risco de contaminação quando em comparação com a irrigação por pulverização aérea devido à limitação da exposição da porção comestível das plantas à água (RIGGIO *et al.*, 2019).

⁵ Tecido vascular que distribui água e solutos pelo corpo de um vegetal.

7.6.3 Doença pelo consumo do produto contaminado

Devido à escassa variedade de estudos sobre a segurança alimentar no consumo de microverdes, é possível traçar uma relação entre as doenças causadas pelo consumo de brotos contaminados, com aquelas pelos microverdes (RIGGIO *et al.*, 2019). Os dois principais patógenos, são a salmonella e o norovírus.

A Salmonella ou salmonelose, é causada por uma bactéria que possui duas espécies que causam doenças em humanos: *S. enterica* e *S. bongori*. A doença é contraída através da ingestão de alimentos contaminados com fezes de animais. Sendo seus principais sintomas: diarreia, vômitos, febre moderada, dor abdominal, mal-estar geral, cansaço, perda de apetite e calafrios. Podendo, em casos mais graves, resultar em falecimento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, *s.d*).

O norovírus é um vírus altamente contagioso que pertence à família *Caliciviridae* e é conhecido por causar gastroenterites virais ou não bacterianas agudas. Anteriormente chamado de *Norwalk like virus*, é responsável por um grupo de doenças virais que podem ser transmitidas por meio de contato com superfícies ou alimentos contaminados, contato pessoa a pessoa e ingestão de água contaminada. É importante notar que menos de 100 partículas virais são necessárias para infectar um indivíduo (ESTADO DE GOIÁS, *s.d*).

7.7 TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA DETERMINAÇÃO DE MACRO E MICROMINERAIS

Na literatura e em tabelas nutricionais, como a TACO, são encontradas diversas técnicas analíticas para determinação de macro e micronutrientes. Normalmente, a escolha da técnica está associada à disponibilidade de equipamentos e à concentração das amostras, além do custo da análise. Entretanto, Espectrometria de Absorção Atômica e Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente são as técnicas mais recorrentes na literatura e adequadas para utilização na presente pesquisa.

7.7.1 Espectrometria de Absorção Atômica

A Espectrometria de Absorção Atômica (AAS, do inglês Atomic Absorption Spectrometry) é uma técnica analítica amplamente utilizada para a determinação quantitativa de elementos em uma variedade de amostras. Segundo Krug, Nóbrega; Oliveira (2004, p.1) o princípio fundamental da espectrometria de absorção atômica é definido como “a medida da absorção da intensidade de radiação eletromagnética, proveniente de uma fonte de radiação primária, por átomos gasosos no estado fundamental”.

Existem dois tipos de atomizadores mais utilizados na AAS: a chama e o forno de grafite. A Espectrometria de Absorção Atômica com chama (FAAS, do inglês Flame Atomic Absorption Spectrometry) é a técnica mais empregada para análises elementares em níveis de miligramas por litro (mg/L). A Espectrometria de Absorção Atômica com atomização eletrotérmica em forno de grafite (ETAAS, do inglês Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry) é utilizada para a determinação de elementos em baixas concentrações, em níveis de microgramas por litro ($\mu\text{g/L}$) (KRUG; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2004).

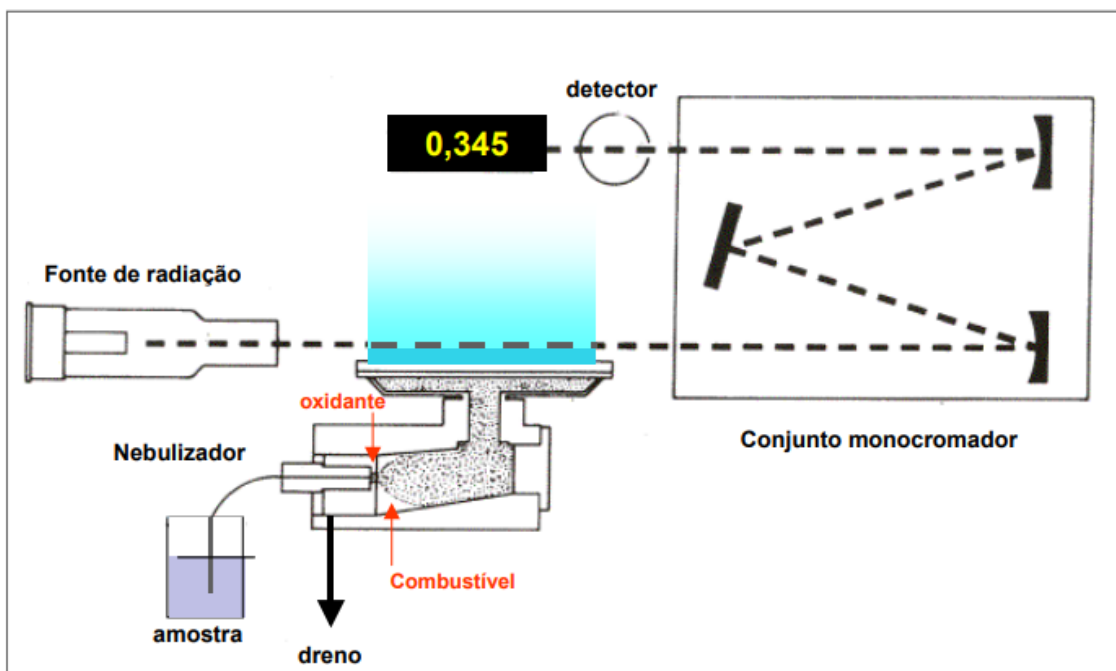
7.7.1.1 Espectrometria de Absorção Atômica em chama

O atomizador é uma parte essencial da AAS, é neste dispositivo que serão gerados os átomos gasosos no estado fundamental, que absorverão a radiação de comprimento de onda característico da fonte de radiação e, conseqüentemente, será determinada a concentração do elemento de interesse. Nesta pesquisa o foco se dará na técnica FAAS, pois é adequada para análises em concentrações mais altas, o que é necessário quando se trabalha com macrominerais, que geralmente estão presentes em maior quantidade nas amostras.

Na técnica de atomização por chama, a solução aquosa da amostra é aspirada e nebulizada em forma de um aerossol por meio de um nebulizador pneumático. Esse aerossol é composto por pequenas gotículas de solução dispersas em um gás. Em seguida, o aerossol é transportado para a câmara de nebulização, onde é levado até o queimador pelo gás combustível e oxidante. Da amostra aspirada, cerca de 5 a 10% é introduzida na chama e o resto é descartado. A evaporação das gotículas na chama é denominada dessolvatação, a qual produz um

aerossol seco. Sob elevadas temperaturas no ambiente da chama, ocorre a volatilização dessas partículas. A atomização, ou seja, a conversão da espécie volatilizada para átomos livres, deverá ser a maior possível para obtenção de um sinal consistente. A exemplificação esquemática do espectrômetro de Absorção Atômica com chama ocorre na figura 2 (KRUG; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2004).

Figura 2: Esquema de espectrômetro de Absorção Atômica com chama.



Fonte: Krug; Nóbrega; Oliveira, 2004.

A chama possui a finalidade de transformar íons e moléculas em átomos no estado fundamental. Há três principais tipos de chama, sendo elas: a chama azul, que é o tipo de chama mais utilizado e se constitui numa mistura entre ar/acetileno, em uma proporção relativamente elevada de oxidante em relação ao combustível. A chama redutora, ou amarela, que é obtida aumentando-se a quantidade de acetileno em relação ao ar, que promove o aumento da pressão parcial de uma série de produto da combustão, como, por exemplo, o CO, facilitando a atomização de elementos com tendência a formação de óxidos refratários, utilizada quando se deseja evitar a formação de óxidos e analisar elementos em seu estado metálico.

Já a chama oxidante, azul clara, é obtida diminuindo a quantidade de acetileno em relação ao ar, favorecendo aqueles elementos cuja eficiência de atomização se dá via formação de óxidos e é empregada quando se deseja

determinar a presença de elementos que formam óxidos facilmente (KRUG; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2004).

7.7.2 Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente

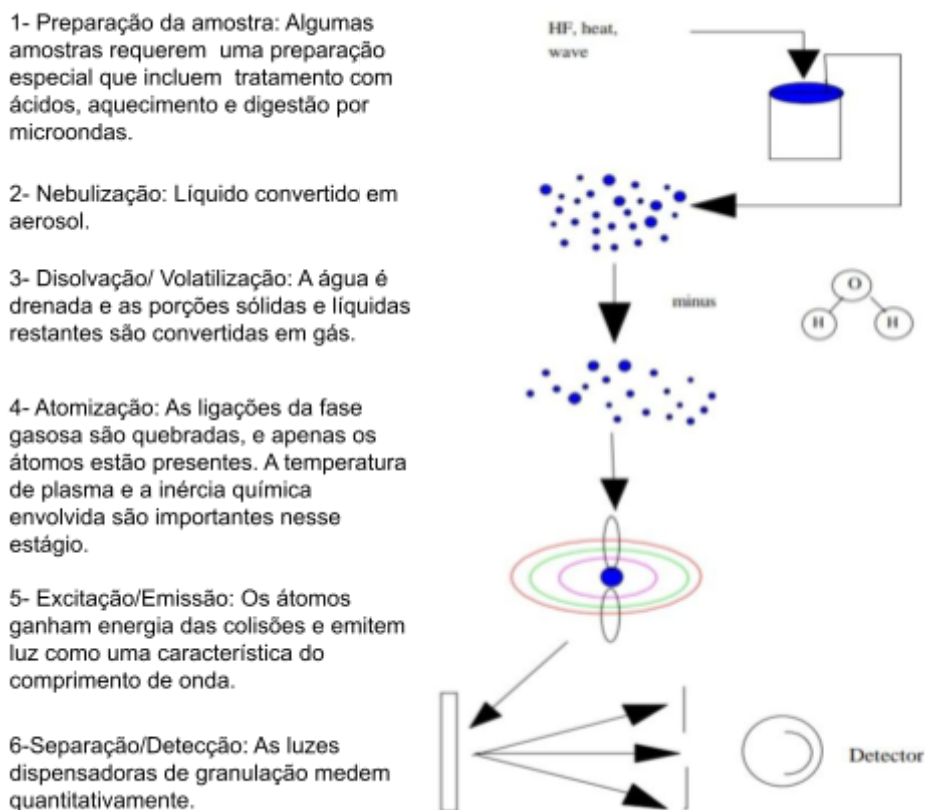
Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES), é uma das técnicas analíticas utilizadas para a determinação da quantidade de microminerais, pois sua sensibilidade na determinação dos minerais de concentração baixa nas amostras é elevada. Essa técnica consiste na utilização de um plasma como fonte para excitar os átomos ao ponto de emitir fótons com comprimentos de onda característicos dos elementos presentes no extrato analisado:

O método baseia-se na aplicação de um campo de radiofrequência a um compartimento por onde passa um fluxo de argônio. Desta forma o gás é energizado e, com a ajuda de uma descarga auxiliar, forma um plasma estável que atinge uma temperatura de 9.727 °C (SOUSA *et al.*, 2006 p.2).

O extrato da amostra é introduzido no equipamento, sendo submetido a um processo de nebulização, no qual consiste em selecionar uma pequena parte da solução líquida e transformar em um aerossol de gotículas, onde contém, em gás, uma pequena fração do extrato.

Em seguida será transportado esse aerossol do extrato até a chama do plasma, onde atingirá uma temperatura de aproximadamente 8000 °C, que ocasionará a atomização do analito e posterior emissão de fótons, que é captada por um sistema de detecção, podendo ser composto por Matrizes de fotodiodos (PDA), Dispositivos de carga acoplada (CCD) e Tubos fotomultiplicadores (PMT) (MANNING; GROW, 1997). Todo esse processo é visualizado na figura 3. É a intensidade do feixe dos fótons que apontará a quantidade da concentração do mineral presente na amostra.

Figura 3: Esquema de Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado.



Fonte: Adaptado de Manning; Grow, 1997.

8 METODOLOGIA

A presente pesquisa se caracteriza como exploratória e de cunho metodológico quantitativo. Para isso, foram selecionados 8 microverdes (rúcula, brócolis, couve, repolho, lentilha, alface crespa, cenoura e beterraba), assim como 3 substratos de cultivo sendo eles à base de turfa, à base de vermicomposto e à base de esponja de celulose. As amostras e extratos serão preparados e analisados em triplicata para determinação dos teores de macro e microminerais.

8.1 PLANTIO

O local de plantio selecionado será o mudário da horta comunitária, localizado no Câmpus IFSC Jaraguá do Sul - Centro, onde serão posicionadas bandejas confeccionadas a partir de caixas de leite reutilizadas, com dimensões de 9,5 cm por

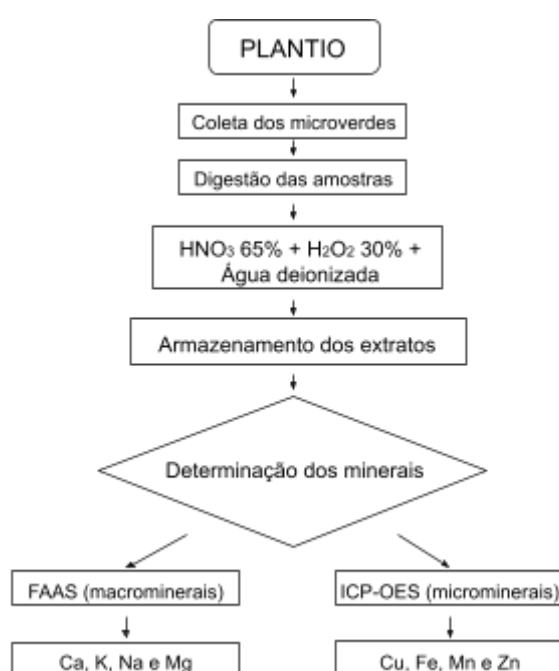
7 cm e uma profundidade de 3 cm. Será distribuída uma camada de 2,5 cm do substrato em 24 bandejas.

Os substratos e sementes dos microverdes serão adquiridos via contato oficial com o programa "Germinar" da prefeitura de Jaraguá do Sul e em parceria com a loja de sementes Isla Sementes Ltda. Quanto à germinação das sementes, tal será realizada através do método Blecaute Enterrado. E a irrigação das plantas será, de acordo com a necessidade, com água deionizada.

8.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

A coleta será realizada conforme o crescimento de cada microverde, selecionando as partes comestíveis, que serão lavadas com água deionizada. Após esse processo, as amostras serão trituradas e transferidas para os tubos digestores, com adição de ácido nítrico (65%), peróxido de hidrogênio (30%) e água deionizada, para a digestão em bloco digestor disponibilizado pelo câmpus IFSC Jaraguá do Sul - Centro, modelo SL - 25/40 da marca SOLAB. A metodologia será baseada na descrição feita por Krug (2019) conforme ilustrado no fluxograma (Figura 4).

Figura 4: Fluxograma da metodologia.



Fonte: Elaborado pelo grupo, 2023.

8.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS PROPOSTAS PARA A DETERMINAÇÃO DOS MINERAIS

Os extratos resultantes das digestões serão diluídos, formando soluções para posteriores determinações das concentrações dos macro e microminerais. Como determinação serão utilizadas duas técnicas: para os microminerais como Cu, Fe, Mn e Zn a técnica de Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP - OES), e para a determinação dos macrominerais como Ca, K, Na, Mg a técnica de Espectrometria de Absorção Atômica em chama (FAAS).

Para a técnica FAAS será utilizado o equipamento disponibilizado no câmpus IFSC Jaraguá do Sul - Centro, AAnalyst 400 da marca PerkinElmer. Entretanto, para a técnica de ICP-OES, como Câmpus IFSC Jaraguá do Sul - Centro não possui o equipamento, uma das possibilidades viáveis é uma parceria com a WEG P&D para a utilização desse equipamento. Serão enviados os extratos para a empresa, onde um técnico realizará a análise e logo em seguida enviará os resultados.

9 CRONOGRAMA

Atividades/Mês	2023.2					
	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Revisão bibliográfica	x	x	x	x	x	x
Plantio dos microverdes		x	x	x	x	
Coleta e digestão das amostras		x	x	x	x	x
Análises		x	x	x	x	x
Tratamento de dados		x	x	x	x	x

Atividades/Mês	2024.1					
	Jan	Fev	Mar	Abril	Mai	Jun
Revisão bibliográfica	x	x	x	x		
Tratamento de dados	x	x	x	x		
Elaboração do artigo		X	x	x	x	

Elaboração do banner					x	x
Correções finais						x

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Letícia de Almeida *et al.* Consumo de suplementos alimentares por clientes de uma clínica de nutrição esportiva de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 27-36, 8 nov. 2012. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/3298>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- BENINCASA, Paolo *et al.* **Sprouted Grains: a comprehensive review**. *Nutrients*, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 1-29, 17 fev. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11020421>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/2/421>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- BINNS, Colin W.; LEE, Mi Kyung; LEE, Andy H.. Problems and Prospects: public health regulation of dietary supplements. **Annual Review Of Public Health**, [S.l.], v. 39, n. 1, p. 403-420, 1 abr. 2018. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013638>. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-publhealth-040617-013638>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- EBERT, Andreas W.. Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. **Plants**, [S.l.], v. 11, n. 4, p. 2-35, 21 fev. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/plants11040571>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/4/571>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- ESTADO DE GOIÁS. **Informe Técnico de Norovírus/norovirose**, [s.d.]. Disponível em: https://www.saude.go.gov.br/images/imagens_migradas/upload/arquivos/2012-06/norovirus1.pdf. Acesso em: 18 abr. 2023.
- ESWARANPILLAI, Uma; MURUGESAN, Priyadharsini; KARUPPIAH, Ponmurugan. Assess the impact of cultivation substrates for growing sprouts and microgreens of selected four legumes and two grains and evaluation of its nutritional properties. **Plant Science Today**, [S.l.], p. 161-168, 22 jan. 2023. Horizon E-Publishing Group. <http://dx.doi.org/10.14719/pst.2058>. Disponível em: <https://www.horizonpublishing.com/journals/index.php/PST/article/view/2058/1898>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- FONOFF, Ricardo de Nardi. **Estudo químico de extratos de plantas da família Solanaceae com atividade a fungos fitopatogênicos**. 2015. 165 f. Tese (Doutorado) - Curso de Microbiologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015. Cap. 34. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-29042015-103758/publico/Joze_A_parecida_Marciano_Correa_versao_revisada.pdf. Acesso em: 26 abr. 2023.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – FAO DATABASE. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 14 abr. 2023.

GAIA, Joice Alves *et al.* ALIMENTOS EM FEIRAS AGROECOLÓGICAS E ORGÂNICAS SÃO MAIS CAROS QUE CONVENCIONAIS EM SUPERMERCADOS? **Revista Brasileira de Agroecologia**, [S.l.], v. 17, n. 3, p. 176-191, 4 out. 2022. Associação Brasileira De Agroecologia. <http://dx.doi.org/10.33240/rba.v17i3.23542>. Disponível em: <https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/23542>. Acesso em: 20 abr. 2023.

GARCIA, Danielle Barros *et al.* **Revista Científica Multidisciplinar** ISSN 2675-6218, [S.l.], v. 3, n. 10, p. 1-15, 2022. Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/1957/1511>. Acesso em: 02 jun. 2023.

GRILLO, Andrey de Conti *et al.* Importância e atuação dos sais minerais no organismo. **Revista Científica Eletrônica de Enfermagem da FAEF**, [S.l.], v. 4, n. 3, [s.p.], fev. 2020. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/BY50V66CJgicZcz_20-7-7-8-45-37.pdf. Acesso em: 19 mar. 2023.

How to Germinate Microgreens: Part 2, The Buried Blackout Method - **Home Microgreens**. Disponível em: <https://homemicrogreens.com/how-to-germinate-microgreens-the-buried-blackout-method/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

How to Water Microgreens: We Find This Is The Best Way - **Home Microgreens**. Disponível em: <https://homemicrogreens.com/how-to-water-microgreens/>. Acesso em: 29 abr. 2023.

JORGE, Marçal Henrique Amici *et al.* Informações técnicas sobre substratos utilizados na produção de mudas de hortaliças. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/216955/1/DOC-180-18-set-2020.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2023.

KRUG, Francisco José. Métodos de preparo de amostras para análise elementar / 2. ed. rev. ample. editado por Francisco José Krug; Fábio Rodrigo Piovezani Rocha. São Paulo: **EditSBQ – Sociedade Brasileira de Química**, 2019.

KRUG, Francisco José; NÓBREGA, Joaquim Araújo; OLIVEIRA, Pedro Vitoriano. **Espectrometria de absorção atômica**. [S.l.], 2004.

KYRIACOU, Marios C. *et al.* Phenolic Constitution, Phytochemical and Macronutrient Content in Three Species of Microgreens as Modulated by Natural Fiber and Synthetic Substrates. **Antioxidants**, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 252, 20 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/antiox9030252>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/3/252>. Acesso em: 18 abr. 2023.

MANNING, T.J., GROW, W.R. **Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry**. Chem. Educator, New York, v. 2, p. 1–19, 1997

MARTINEZ, Sabrina T.; ALMEIDA, Márcia R.; PINTO, Angelo C.. Alucinógenos naturais: um voo da europa medieval ao brasil. **Química Nova**, [S.l.], v. 32, n. 9, p. 2501-2507, 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422009000900047>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/6ZXjvrKQ8ych3drHbsDF5Dm/?lang=pt#:~:text=Os%20efeitos%20causados%20devem%20se,experi%C3%AAs%20m%C3%ADsticas%20e%20vis%C3%B5es%20ext%C3%A1ticas>. Acesso em: 05 jun. 2023

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Salmonella (Salmonelose)**, [s.d]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/salmonella-salmonelose>. Acesso em: 18 abr. 2023.

RIGGIO, Gina M. *et al.* Microgreens—A review of food safety considerations along the farm to fork continuum. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.l.], v. 290, p. 76-85, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.027>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160518307323>. Acesso em: 29 abr. 2023.

SANTOS, Fabio Lemes dos; COSTA, Edlaine Santos da; LIMA, Cláudia Simone Madruga. Diferentes substratos no desenvolvimento e na pós-colheita de microverdes de beterraba (*Beta vulgaris* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 1-11, 31 dez. 2020. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/813/81365122008/81365122008.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2023

SOUSA, Rafael Arromba de *et al.* Classificação de água de coco processada e natural por meio de HCA, PCA e teores de íons metálicos determinados por ICP OES. **Química Nova**, v. 29, p. 654-656, 2006.

SOUZA, Felipe. 'Salgadinho é mais barato que fruta': subsidiados no Brasil, ultraprocessados causam 57 mil mortes no país, diz estudo. **BBC News Brasil**, mar. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-63881335>. Acesso em: 22 mar. 2023.

SPADOTTO, Cláudio Aparecido; GOMES, Marco Antonio Ferreira. Agrotóxicos no Brasil. **Embrapa**, dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/dinamica/agrotoxicos-no-brasil#:~:text=Anualmente%20s%C3%A3o%20usados%20no%20mundo,mil%20toneladas%20de%20produtos%20comerciais>. Acesso em: 02 jun. 2023.

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO) 4ª ed. Campinas: NEPA - UNICAMP, 2011. Disponível em: Tabela Brasileira de Composicao de Alimentos - TACO 4 Edicao Ampliada e Revisada (cfn.org.br). Acesso em: 26 maio 2023.

TENG, Zi *et al.* Microgreens for Home, Commercial, and Space Farming: a comprehensive update of the most recent developments. **Annual Review Of Food Science And Technology**, [S.l.], v. 14, n. 1, p. 539-562, 27 mar. 2023. Annual Reviews. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-food-060721-024636>. Disponível em:

<https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-food-060721-024636>. Acesso em: 18 abr. 2023.

TURNER, Ellen R.; LUO, Yaguang; BUCHANAN, Robert L.. Microgreen nutrition, food safety, and shelf life: a review. **Journal Of Food Science**, [S.l.], v. 85, n. 4, p. 870-882, 6 mar. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.15049>. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1750-3841.15049>. Acesso em: 19 abr. 2023.

XIAO, Zhenlei *et al.* Microgreens of Brassicaceae:: mineral composition and content of 30 varieties. **Science Direct**. [S.l.], p. 87-93. 20 abr. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157516300448>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ZHANG, Yanqi *et al.* Nutritional quality and health benefits of microgreens, a crop of modern agriculture. **Journal Of Future Foods**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 58-66, set. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.07.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772566921000057?via%3Dihub>. Acesso em: 20 abr. 2021.

ZORZETO, Thais Queiroz *et al.* Caracterização física de substratos para plantas. **Bragantia**, [S.l.], v. 73, n. 3, p. 300-311, 8 ago. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0086>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/nsjpDSJTKc8nYnd8nY3JzXk/?lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2023.