



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS
QUÍMICOS**

ANA CAROLINY ALVES

**QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA PRESENTES EM EXTRATOS DE
ALFACE OBTIDOS EM DIFERENTES CONDIÇÕES**

**TOLEDO
2023**

ANA CAROLINY ALVES

**QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA PRESENTES EM
EXTRATOS DE ALFACE OBTIDOS EM DIFERENTES
CONDIÇÕES**

**QUANTIFICATION OF QUERCETIN IN LETTUCE
EXTRACTS OBTAINED UNDER DIFFERENT
CONDITIONS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos (COPEQ) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Toledo, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos.

Orientadora: Viviane da Silva Lobo

**TOLEDO
2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANA CAROLINY ALVES

**QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA PRESENTES EM
EXTRATOS DE ALFACE OBTIDOS EM DIFERENTES
CONDIÇÕES**

Data de aprovação: 12 de junho de 2023

Dra. Viviane da Silva Lobo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Priscila Vaz de Arruda
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Michael Jackson Vieira da Silva
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

OBS: A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Tecnologia em Processos Químicos.

**TOLEDO
2023**

À professora Dra. Viviane da Silva Lobo, que me deu todo suporte ao longo do curso, e sempre foi compreensiva nos momentos de dificuldade. Nossa parceria foi incrível.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Andrea Janaina Ribeiro Alves e Paulo César Alves, por nunca medirem esforços para me proporcionar um ensino de qualidade durante todo meu período escolar.

A minha orientadora, Dra. Viviane da Silva Lobo, que conduziu o trabalho com paciência e dedicação.

Ao meu irmão, César Augusto Alves, pelo companheirismo e pelo apoio em todos os momentos delicados da minha vida.

Ao meu namorado, Rafael Felipe da Silva Alves, que sempre me incentivou e me apoiou nos momentos difíceis.

A todos os meus amigos e colegas que sempre estiveram ao meu lado, pela amizade e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que me dediquei a este trabalho.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Devemos manter a nossa certeza de que depois
dos dias ruins, os bons virão novamente.
(Marie Curie)

RESUMO

Na sociedade contemporânea, ocorre uma constante evolução, a qual impulsiona a transformação contínua dos padrões de vida, assim tem se observado um crescente interesse pela alimentação saudável entre os brasileiros. Nesse contexto, destaca-se a existência dos nutraceuticos, que são alimentos que oferecem benefícios significativos à saúde, como a redução do risco de várias doenças e a promoção do bem-estar físico e mental. A alface – *Lactuca sativa* – da espécie Alface Itapuã Super, uma hortaliça amplamente consumida no Brasil, torna-se objeto de avaliação de sua qualidade nutraceutica. O objetivo desta pesquisa foi quantificar a concentração de compostos fenólicos no extrato de alface, com foco específico na quercetina. Para isso, os extratos de alface foram preparados por meio de uma solução de água destilada e etanol, em concentrações de 100:0, 75:25, 50:50 e 0:100. As amostras foram mantidas em agitação constante de 200 rpm por 4, 6, 24, 48, 72 e 96 horas em uma incubadora Shaker, em temperatura controlada de 40°C e 60°C. Em seguida, foi realizada análise de espectrofotometria de absorvância a 440 nm para determinar a concentração de compostos fenólicos tipo quercetina em todas as amostras. A partir dos resultados obtidos, foi possível quantificar a quercetina presente no extrato de alface, e avaliar o tempo e a temperaturas, que proporcionaram os melhores resultados durante o processo de extração e análise. O experimento realizado em triplicata obteve a concentração de quercetina dentro da mesma faixa, com desvio padrão de 0,0590. Comparando-se os resultados dentro do mesmo tempo com variação da concentração de solução de água etanol, o mais satisfatório foi com a concentração de água:etanol 0:100, no tempo de extração de 48 horas, a 60 °C. Os valores de quantidade de quercetina, que não resultaram como o esperado, podem ser explicados devido ao fato de as amostras serem heterogêneas e *in natura*.

Palavras-chave: nutraceutico; quercetina; alface; cultivo convencional; extrato.

ABSTRACT

In contemporary society, there is a constant evolution, which drives the continuous transformation of living standards, so there has been a growing interest in healthy eating among Brazilians. In this context, the existence of nutraceuticals stands out, which are foods that offer significant health benefits, such as reducing the risk of various diseases and promoting physical and mental well-being. Lettuce – *Lactuca sativa* – of the Alface Itapuã Super species, a vegetable widely consumed in Brazil, becomes the object of evaluation of its nutraceutical quality. The objective of this research was to quantify the concentration of phenolic compounds in lettuce extract, with specific focus on quercetin. For this, lettuce extracts were prepared using a solution of distilled water and ethanol, at concentrations of 100:0, 75:25, 50:50 and 0:100. The samples were maintained under constant agitation at 200 rpm for 4, 6, 24, 48, 72 and 96 hours in a Shaker incubator, at a controlled temperature of 40 °C and 60 °C. Then, absorbance spectrophotometric analysis at 440 nm was performed to determine the concentration of quercetin-like phenolic compounds in all samples. From the results obtained, it was possible to quantify the quercetin present in the lettuce extract, and to evaluate the time and temperatures, which provided the best results during the extraction and analysis process. The experiment carried out in triplicate obtained the quercetin concentration within the same range, with a standard deviation of 0.0590. Comparing the results within the same period of time with the variation in the concentration of the water-ethanol solution, the most satisfactory was with the concentration of water:ethanol 0:100, in the extraction time of 48 hours, at 60 °C. The quercetin amount values, which did not result as expected, can be explained due to the fact that the samples are heterogeneous and *in natura*.

Keywords: nutraceutical; quercetin; lettuce; conventional cultivation; extract.

Lista de Tabelas

Tabela 1. Planejamento dos testes com a folha da alface para a obtenção dos extratos de alface por Shaker.....	32
Tabela 2. Preparo da Curva Padrão de Quercetina	33
Tabela 3. Absorbância das soluções padrão de quercetina a 440 nm.....	36
Tabela 4. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 4 horas a 60°C	37
Tabela 5. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 6 horas a 60°C	37
Tabela 6. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 24 horas a 60°C	37
Tabela 7. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 48 horas a 60°C	37
Tabela 8. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 72 horas a 60°C	38
Tabela 9. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 96 horas a 60°C	38
Tabela 10. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 6 horas a 40°C	39
Tabela 11. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 24 horas a 40°C	39
Tabela 12. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 96 horas a 40°C	39
Tabela 13. Absorbância e concentração dos extratos de alface in natura obtida em 96 horas a 40°C	39
Tabela 14. Concentração de quercetina no extrato de alface.....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estabilização do radical por ligação de hidrogênio	27
Figura 2. Estrutura básica e derivados dos flavonóides.	28
Figura 3. Estrutura química do flavonóide quercetina (C ₁₅ H ₁₀ O ₇).	29
Figura 4. Curva padrão de quercetina obtida a partir dos valores de absorção <i>UV-Vis</i>	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C	Carbono
EDL	Energia de Dissociação da Ligação do Hidrogênio
g	Gramas
°C	Graus Celsius
GPTEQ	Grupo de Pesquisa em Tecnologia
H	Hidrogênio
h	Hora
L	Litro
mg	Miligramas
mL	Mililitros
nm	Nanômetro
O	Oxigênio
rpm	Rotação por Minuto
UV-Vis	Ultravioleta-Visível

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	14
1.1.1	Objetivo Geral	14
1.1.2	Objetivos Específicos	14
1.2	Justificativa	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1	Alimentos Saudáveis	16
2.1.1	Nutracêuticos	17
2.2	Hortaliças	19
2.2.1	Produção de hortaliça no Brasil e região oeste do Paraná.....	19
2.2.2	Formas de cultivos de hortaliças	20
2.2.3	Importância da hortaliça para saúde	22
2.3	Alface	22
2.4	Extratos Vegetais	24
2.4.1	Extrato de alface	24
2.4.2	Obtenção e Análise de Fitoquímicos dos Extratos Vegetais	25
2.4.2.1	Compostos Fenólicos.....	26
2.4.2.2	Quercetina.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Extrato alcoólico do alface	31
3.2	Quantificação de quercitina nos extratos de alface	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1	Curva padrão para a quantificação de quercetina	35
4.2	Determinação de Concentração de quercetina no extrato de alface <i>in natura</i> pela metodologia UV-Vis	36
5	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

À medida que a sociedade se torna cada vez mais complexa, os padrões de vida são modificados, impactando diretamente às pessoas. De acordo com Moraes e Colla (2006), essa realidade leva ao surgimento de sintomas como cansaço, depressão e irritação, sendo o estresse uma forma comum de manifestação.

Visto o surgimento de novas doenças na atualidade, a preocupação com uma boa alimentação está se tornando cada vez mais comum dentre as pessoas. O consumo de alimentos naturais, como frutas e vegetais, é mais recorrente por conta dos incentivos da comunidade científica, uma vez que estudos apontam os riscos que alimentos industrializados podem trazer ao serem consumidos frequentemente em excesso. Segundo Silva (2016), desde a última década, fontes naturais de compostos com atividades antioxidante são mais procuradas devido aos benefícios proporcionados à saúde, uma vez que têm propriedades capazes de proteger o organismo e células contra o dano causado por estresse oxidativo.

Machado, Puton e Bertol (2019) afirmaram que uma alimentação balanceada pode prevenir e tratar muitas doenças, pois há uma estreita relação entre nutrientes e saúde. De acordo com os autores, alimentos nutracêuticos possuem diversas definições, uma das mais aceitas seria a contração dos termos nutrientes + farmacêuticos, ou seja, alimentos, ou parte de alimentos, ou nutrientes, administrados em formas farmacêuticas. As classes de nutracêuticos incluem fibras dietéticas, ácidos graxos poli-insaturados, proteínas, peptídeos, aminoácidos ou cetoácidos, minerais, vitaminas e antioxidantes (MACHADO; PUTON; BERTOL, 2019).

Desta forma, a escolha da alface (*Lactuca sativa*) como objeto de estudo se justifica pelo fato desta ser uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas tanto no Brasil quanto no mundo. Mesmo diante das diferenças climáticas encontradas em diversas regiões, a alface mantém sua relevância no cultivo e consumo (FILHO, 2017), o que ressalta a importância de investigar a composição nutracêutica dessa hortaliça.

Moreira e Scatolin (2018) afirmaram que, em relação à classificação, o extrato de alface foi classificado como flavonoide e identificado em sua composição a presença de quantidades elevadas de quercetina. Ainda segundo os autores, a quercetina pertencente, mais especificamente, ao grupo de compostos polifenólicos ao qual se atribuem inúmeros benefícios à saúde, dentre eles a ação anti-inflamatória. Além disso, *in vitro*, os flavonoides são capazes de eliminar os radicais livres, inibindo a peroxidação lipídica, e também são responsáveis por inibir a agregação plaquetária, ou seja, é uma medida com eficácia demonstrada na prevenção de trombose arterial na enfermidade vascular.

A quercetina é um dos flavonoides mais presentes na dieta humana, pois é encontrada em grande quantidade nas frutas, verduras e chás. Possui propriedades de grande interesse, entre elas estão seus efeitos anticarcinogênicos, protetores do sistema renal, cardiovascular e hepático (SIMÕES *et al.*, 2013). Portanto, a quercetina tem despertado interesse científico devido a sua ampla gama de benefícios para a saúde e suas propriedades terapêuticas em várias condições clínicas.

Considerando as informações mencionadas, destacando a relevância nutracêutica e os benefícios associados ao consumo da alface, este estudo concentrou-se primordialmente na quantificação dos flavonoides encontrados nessa planta, buscando contribuir para o conhecimento científico sobre a qualidade nutracêutica desse vegetal.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar a melhor condição de preparo do extrato obtido da alface do tipo crespa - *Lactuca sativa*, produzido de forma convencional, para obter a maior quantidade de quercetina.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Obter alface cultivado de forma convencional na região de Toledo/PR;
- Realizar a extração da alface, variando temperatura, tempo e concentração de solvente;
- Quantificar a quercetina no extrato da alface por meio de análise de espectrofotometria UV-Vis;
- Comparar resultados obtidos para as quantidades de quercetina nos diferentes extratos.

1.2 Justificativa

Segundo Bittencourt (2018), alimentos saudáveis são ricos em nutrientes essenciais para a saúde humana, devido desempenhar funções vitais do organismo, contribuindo para o funcionamento adequado de diversos sistemas e processos fisiológicos. Por consequência, uma

boa nutrição é fundamental para um metabolismo saudável, para o bom funcionamento e manutenção de todos os órgãos e tecidos do corpo, para um crescimento e reprodução normais, para níveis ótimos de atividade física, e para uma boa resistência a infecções e doenças.

Este estudo se justifica diante do cenário atual de surgimento de novas doenças e da crescente preocupação com uma alimentação saudável, que tem impulsionado a transformação dos padrões de vida. Nesse contexto, o interesse cada vez maior dos brasileiros pela alimentação saudável e o desenvolvimento de diferentes alimentos nutracêuticos evidencia a importância de avaliar a qualidade nutracêutica do extrato de alface, com foco nos flavonoides, em específico a quercetina.

Os resultados deste estudo poderão contribuir para ampliar o conhecimento científico sobre os benefícios associados à quercetina presente no extrato de alface. Além disso, poderão promover informações relevantes e que impulsionem pesquisas subsequentes na área de extratos nutracêuticos, de forma a contribuir para o desenvolvimento de alimentos mais nutritivos e benéficos à saúde.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil, assim como muitos outros países tipicamente agrícolas, está buscando diferenciar seus produtos no mercado, oferecendo alimentos de melhor qualidade aos consumidores (EMBRAPA, 2018). Por esses motivos, o estudo das características nutraceuticas dos alimentos, nos últimos anos, vem ganhando grande importância no cenário agrícola nacional e internacional.

2.1 Alimentos Saudáveis

De acordo com o Ministério da Saúde (2022), a Política Nacional de Alimentação e Nutrição reconhece a alimentação e a nutrição como direitos humanos fundamentais, tendo diretrizes com o propósito: “A melhoria das condições de alimentação, nutrição e saúde da população brasileira, mediante à promoção de práticas alimentares adequadas e saudáveis, a vigilância alimentar e nutricional, a prevenção e o cuidado integral dos agravos relacionados à alimentação e nutrição”.

De acordo com Vilarta *et al.* (2007), alimentos saudáveis são aqueles que fornecem nutrientes essenciais para o bom funcionamento do corpo, promovendo a saúde e prevenindo doenças. Eles são ricos em vitaminas, minerais, fibras e antioxidantes, e geralmente têm baixo teor de gorduras saturadas, açúcares adicionados e sódio.

Nesse sentido, Vilarta *et al.* (2007) definem nutrientes como

“são substâncias que formam e compõem os alimentos. Desempenham no organismo funções como produção de energia (glicídios, lipídeos e proteínas), construção de tecidos (proteínas), além disso, os minerais e a água, junto às vitaminas, têm ação reguladora de funções orgânicas.”

A nutrição refere-se à relação existente entre os alimentos, que são ingeridos, e a saúde e bem-estar do corpo humano (BITTENCOURT, 2018). A nutrição supre o nosso corpo com a energia bioquímica e os constituintes moleculares essenciais, necessários para sua manutenção saudável. Uma nutrição otimizada significa que todos os nutrientes necessários (como água, proteínas, gorduras, carboidratos, vitaminas, minerais e substâncias antioxidantes) são fornecidos pela alimentação em quantidades ótimas e utilizados para o funcionamento saudável dos processos do corpo.

Em 1978, a Organização Mundial de Saúde definiu saúde como sendo um estado de

total bem-estar físico, mental e social, e não meramente a ausência de doença ou enfermidade. Afirma, ainda, que usufruir o maior nível atingível de saúde é um dos direitos fundamentais de todos os seres humanos (OMS, 1978).

2.1.1 Nutracêuticos

Nutracêuticos possuem diversas definições, entre estas definições, é definido como um alimento ou parte dele que acrescenta benefícios à saúde e promove a prevenção ou o tratamento de doenças, administrados em uma forma farmacêutica de doses concentradas (BISSON, 2020).

De acordo com Moraes e Colla (2006), o termo nutracêutico define uma ampla variedade de alimentos e componentes alimentícios com apelos médico ou de saúde. Sua ação varia do suprimento de minerais e vitaminas essenciais até a proteção contra várias doenças infecciosas (HUNGENHOLTZ; SMID, 2002). Tais produtos podem abranger nutrientes isolados, suplementos dietéticos e dietas para alimentos geneticamente planejados, alimentos funcionais, produtos herbais e alimentos processados tais como cereais, sopas e bebidas (KWAK; JUKES, 2001).

Por sua vez, o nutracêutico é um alimento ou parte de um alimento que proporciona benefícios médicos e de saúde, incluindo a prevenção e/ou tratamento da doença. Vários nutracêuticos podem ser produzidos através de métodos fermentativos com o uso de microrganismos considerados como GRAS (Generally Recognized as Safe). Os nutracêuticos podem ser classificados como fibras dietéticas, ácidos graxos poliinsaturados, proteínas, peptídios, aminoácidos ou cetoácidos, minerais, vitaminas antioxidantes e outros antioxidantes (ANDLAUER; FÜRST, 2002). O Quadro 1 apresenta alguns nutracêuticos, seus principais benefícios e em qual alimento podem ser encontrados (COSTA; SILVA JUNIOR, 2019).

Quadro 1. Nutracêuticos, benefícios envolvidos no uso e alimentos que podem possuir.

(continua)

Nutracêutico	Benefício	Alimento que pode conter
<p>Ômega-3 (EPA,DHA) scorza</p>	<p>Ação antiinflamatória, antioxidante, protetor para doenças cardiovasculares (melhora dos níveis de triglicérides e pressão sanguínea). Importante para manutenção das membranas celulares e função do sistema nervoso. Manutenção da integridade da mucosa intestinal, prevenção da disbiose; anticarcinogênico; Diabetes; melhora da função hepática de pacientes em uso de nutrição parenteral.</p>	<p>Salmão, atum, sardinha, bacalhau, castanhas, óleos vegetais, espinafre, agrião, alface.</p>

Quadro 1. Nutracêuticos, benefícios envolvidos no uso e alimentos que podem possuir.**(continuação)**

Carotenoides Licopeno	Auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares (redução do colesterol) e da visão. Prevenção do câncer (próstata) e melhora das funções do sistema imunológico.	Tomate, goiaba, melancia, mamão, toranja.
Fitoesteróis	Redução do colesterol sanguíneo, aterosclerose; possível benefício na artrite reumatoide e esclerose múltipla.	Abacate, nozes, castanhas de caju, castanha do Pará, semente de girassol, soja, milho, feijões.
Quitosana	Auxilia na redução da absorção de gorduras/colesterol.	Camarão, caranguejo, lagosta.
Prebióticos Frutooligosacarídeo (FOS)	Atua como prebiótico, favorecendo o equilíbrio da microbiota intestinal.	Alcachofra, alho, aspargos, banana, beterraba, cebola, chicória, tomate, trigo.
Probióticos	Atua favorecendo o equilíbrio da microbiota intestinal; ameniza sintomas relacionados à intolerância à lactose, diarreia aguda, gastroenterites agudas; diabetes.	Leite fermentado, kombucha, azeitonas, queijo, kefir, iogurte, pickles, coalhada.
Vitamina A (retinol)	Importante para o crescimento, desenvolvimento, maturação de tecidos epiteliais, para o funcionamento do ciclo visual e de fotorreceptores.	Vísceras (principalmente fígado), gemas de ovos, leite integral e seus derivados (manteiga e queijo).
Vitamina B9 (ácido fólico)	Fundamental para o desenvolvimento do sistema nervoso central.	Feijões, vegetais verde escuros, laranja, ovos, fígado, carnes, frutos do mar.
Vitamina B12 (cianocobalamina)	Manutenção das células sanguíneas, manutenção da bainha de mielina.	Fígado de boi, fígado de frango, mariscos, atum, coração de frango, sardinha, ostras, caranguejo.
Vitamina C (ácido ascórbico)	Antioxidante e cofator de reações enzimáticas. Importante para síntese de colágeno e catecolaminas; reduz o risco de aterosclerose, doenças cardiovasculares e câncer.	Laranja, kiwi, goiaba, caju, abacaxi, morango, mamão.
Vitamina E (tocoferol)	Antioxidante, diminui o risco de doenças cardíacas, câncer, Alzheimer, Parkinson e degeneração da mácula; melhora função imunológica.	Óleos, legumes, frutas e oleaginosas.
Cálcio associado à vitamina D3 (colecalciferol)	Fundamental para a composição e manutenção da rigidez óssea. Traz benefícios na osteoporose, fratura óssea; colabora para a contração muscular. Pode auxiliar na prevenção da distonia cervical, artrite reumatoide, doenças autoimunes e doenças cardíacas.	Atum, salmão.
Zinco	Cofator de enzimas; auxilia na transcrição gênica e também na neurogênese.	Carne vermelha, carne de frango, amendoim, gema de ovo, peixe, leite e derivados, frutos do mar.
Selênio	Regulação dos hormônios da tireoide; pode ser benéfico no câncer de próstata e colo retal.	Castanha-do-Pará, peixes, ovo, farinha de trigo integral, carne bovina.
Quercetina	Regulação dos níveis do hormônio do crescimento; Normalização de lipídios séricos (colesterol, LDL e HDL); Auxilia em processos anti-inflamatórios e anti-apoptose.	Cebolas, vinho, maçã, uva, frutas vermelhas, aspargos, ginkgo, couve, rúcula, alface, couve-flor.

Fonte: Adaptado de Costa e Silva Junior (2019).

Desde a última década, fontes naturais de compostos com atividades antioxidantes são mais procuradas devido aos benefícios proporcionados à saúde, eles têm propriedades capazes de proteger o organismo e células contra o dano causado por estresse oxidativo (SILVA, 2016). Este autor afirmou que há vários estudos comprovando que a maioria das hortaliças é rica em substâncias que apresentam propriedades funcionais, ou seja, tem ação benéfica para a saúde na prevenção e controle de várias doenças, a exemplo de obesidade, diabetes, câncer de cólon, úlceras e doenças coronarianas.

2.2 Hortaliças

Segundo Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2012), hortaliças são plantas de ciclo curto, que geram grande volume de produção por unidade de área, mas, como todas as hortaliças, exigem muito recursos para as práticas de irrigação, adubação, preparo do solo, transporte, embalagens, entre outros. Cada espécie de planta e, às vezes, cada cultivar necessitam de certas condições de clima, solo e cuidados para que sejam produtivas.

Dias (2021) afirmou que a palavra hortaliça refere-se ao grupo das plantas que apresenta características como:

“...consistência tenra ou macia, não lenhosa, ciclo biológico de cultivo curto, tratos culturais intensivos, cultivo em áreas menores (comparado às culturas do agronegócio ou grandes culturas), utilização na alimentação humana (sem exigir preparo industrial), entre outras.”

No Brasil, os tipos de hortaliças folhosas são uma verdadeira riqueza de cor e sabor, algumas mais conhecidas em diferentes regiões e outras de consumo mais regional. As principais hortaliças folhosas são a alface, o repolho, a couve, a rúcula, o espinafre, o almeirão, o agrião, a acelga, a chicória e outras de folhas comestíveis (VILELA; LUENGO, 2021).

2.2.1 Produção de hortaliça no Brasil e região oeste do Paraná

Entre os diversos países do mundo que são produtores de alimentos, o Brasil se destaca como grande produtor e fornecedor de grãos, hortaliças e frutas (DIAS, 2021).

O agronegócio é importante para a economia brasileira, gerando renda e empregos. Devido à posição geográfica e ao clima do país, o ramo é responsável por parte do PIB do Brasil. A partir do PIB e do saldo da balança comercial pode-se inferir que o agronegócio é uma

das principais atividades econômicas do país, o que favorece o avanço da economia brasileira em nível mundial. Isso faz com que o Brasil fosse considerado um dos maiores produtores e exportadores de alimentos no mundo (SUCHLA, 2018). De acordo com Vilela e Luengo (2021), as hortaliças folhosas foram produzidas em todas as regiões brasileiras, sendo sul e sudeste as que concentraram a maior parte da produção (84%).

No grupo das folhosas, a hortaliça mais importante é alface, que, no mercado, pode ser encontrada em diferentes variedades: crespa, lisa, americana, mimosa e romana. A área de produção foi estimada, em 2021, em 86.799 hectares cultivados com alface crespa (62,1%), americana (25%), lisa (10,2%), roxa/vermelha (2,7%) (VILELA; LUENGO, 2021).

Vilela e Luengo (2021) confirmam que hortaliças folhosas tem de grande importância socioeconômica. Além de substancialmente nutritivas, geram emprego e renda em todos os elos de sua cadeia produtiva. São plantas exigentes em mão de obra desde o preparo do solo até a comercialização, e possuem ciclo curto, o que permite vários cultivos durante o ano.

Dias (2021) afirmou que, conforme a Pesquisa de Orçamentos Familiares do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), o consumo alimentar anual de hortaliças per capita foi de 27,075 kg. Neste estudo estimou-se que o cultivo de hortaliças reproduzidas por sementes no Brasil gere cerca de dois milhões de empregos diretos em toda cadeia produtiva, aproximadamente 2,4 empregos por hectare.

2.2.2 Formas de cultivos de hortaliças

No Brasil, existem três principais formas de cultivos de hortaliças, são eles o sistema de cultivo convencional, sistema de cultivo orgânico e sistema de cultivo hidropônico.

No sistema de cultivo convencional é permitido o uso de agrotóxicos e fertilizantes químicos altamente solúveis, sendo praticado também o monocultivo e intenso revolvimento do solo, entre outros (RODRIGUES *et al*, 2017). Porém, o mesmo autor afirmou que o emprego dos agrotóxicos cumpre o papel de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas invasoras, contudo oferece riscos à saúde humana e ao ambiente, pois o uso frequente de agrotóxicos provocam diversos impactos, alguns deles são: erosão, perda de fertilidade dos solos, riscos de contaminação dos solos agrícolas, águas superficiais, águas subterrâneas, alimentos, animais domésticos e intoxicação de trabalhadores rurais (RODRIGUES *et al*, 2017).

O sistema de cultivo orgânico surgiu em função dos problemas decorrentes do sistema convencional de cultivo agrícola. Os chamados movimentos de reforma surgiram em diversos

países na tentativa de apresentar propostas que viabilizassem o retorno do equilíbrio necessário entre o cultivo e a preservação do meio ambiente abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável (STERTZ, 2004).

Neste aspecto, a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura de nº. 007, de 17 de maio de 1999 (BRASIL, 1999), dispõe sobre normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Nela foram estabelecidos os padrões para a produção, processamento, envase e rotulação de produtos orgânicos, o que significa que este termo está atualmente vinculado a essa qualidade de produtos, não podendo ser utilizado em qualquer produto considerado “não-orgânico”.

Já o sistema de cultivo hidropônico difere-se dos dois sistemas anteriores descritos. A hidroponia pode ser definida como a ciência capaz de desenvolver plantas na ausência do solo ou, simplesmente, cultivar sem solo (STERTZ, 2004). Nesse sistema, os nutrientes, que a planta precisa para seu desenvolvimento e produção, são fornecidos somente por água. Este significado opõe-se à agricultura convencional, que poderia ser denominada de geoponia (geo = terra), ou agroponia, que significa “trabalho da terra”, ou simplesmente agricultura. Neste sistema, as plantas são colocadas em canais ou recipientes por onde circula uma solução nutritiva, que é composta de água pura e de nutrientes dissolvidos de forma balanceada, de acordo com a necessidade de cada espécie vegetal. A solução nutritiva tem um controle rigoroso para manter suas características, e, periodicamente, é realizado um monitoramento do pH e da concentração de nutrientes, assim as plantas crescem sob as melhores condições possíveis (STERTZ, 2004).

Por ter predominância no Brasil, o cultivo convencional foi selecionado dentre os três sistemas para realização deste estudo. É um sistema que cresceu muito com a modernização da agricultura proporcionando, além de novas técnicas e equipamentos, uma diversidade de insumos, como agrotóxicos e fertilizantes. Este cultivo utiliza as terras e a tecnologia, envolvendo mecanização e elevado uso de insumos como fertilizantes, herbicidas e inseticidas, ocasionando, em curto prazo, resultados econômicos expressivos (KORNDÖRFER *et al.*, 2015).

Conforme a Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, os agrotóxicos têm como finalidade alterar a composição da flora e da fauna, a fim de preservá-la da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores do crescimento (BRASIL, 1989). De acordo com Santos (2018), os fertilizantes são substâncias aplicadas ao solo, para prover nutrientes essenciais ao crescimento das plantas. E o controle químico é um método utilizado para controlar pragas e

doenças, e consiste no uso de produtos químicos como inseticidas, fungicidas, bactericidas e herbicidas. Entretanto, este tipo de cultivo é questionado, pois os agrotóxicos fazem mal à saúde do consumidor, além de contaminarem o meio ambiente (KORNDÖRFER *et al*, 2015).

2.2.3 Importância da hortaliça para saúde

Na Revista “Hortaliças” da EMBRAPA, Rodrigues (2005) afirmou que as hortaliças são alimentos altamente benéficos para a saúde humana. Elas são ricas em nutrientes essenciais, vitaminas, minerais, antioxidantes e fibras alimentares, que desempenham um papel importante na manutenção da saúde e na prevenção de doenças.

O consumo diário de hortaliças traz uma série de benefícios para o organismo e pode protelar ou evitar as doenças degenerativas (ou crônicas não transmissíveis), que aparecem com o envelhecimento do organismo (RODRIGUES, 2005). Na mesma revista, a pesquisadora Carvalho (2005), da Embrapa Hortaliças especialista na área de Ciência dos Alimentos, afirma que

“Nossas células têm uma vida útil dentro de um ciclo e, com o tempo, envelhecem e sofrem alterações, que podem ser catalisadas por poluentes, radiação, substâncias químicas, etc. Esses fatores que aceleram os processos de envelhecimento celular podem ser combatidos e minimizados pelas substâncias presentes nas hortaliças”.

Dentre as hortaliças, é importante diversificar o consumo, incluindo diferentes tipos e cores, como folhas verdes escuras (espinafre, couve), vegetais crucíferos (brócolis, couve-flor), legumes (cenoura, abobrinha), entre outros. Optar por hortaliças frescas, orgânicas e cultivadas localmente pode potencializar os benefícios à saúde (CARVALHO, 2005).

Incluir uma variedade de hortaliças na dieta diária é uma estratégia importante para promover a saúde e o bem-estar geral, fornecendo ao corpo nutrientes essenciais para um funcionamento adequado e auxiliando na prevenção de doenças (RODRIGUES, 2005).

2.3 Alface

A alface, *Lactuca sativa*, é considerada a folhosa de maior importância no consumo dos brasileiros. A grande procura desta hortaliça aumenta a necessidade de produção o ano inteiro, trazendo desta forma práticas alternativas, como o cultivo por meio hidropônico

(PINTO, 2016).

Santos (2018) afirmou que a alface é uma planta de cultivo anual, originária de clima temperado, pertence à família *Asteraceae*, e considerada como boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro.

A produção de alface é praticada em diferentes sistemas de cultivo, como o orgânico, convencional e hidropônico, os quais apresentam diferentes características na produção, podendo influenciar nas características químicas da hortaliça (SANTOS, 2018).

Trata-se de um alimento de baixo valor calórico, que, quando cultivada pelo método hidroponia, tende a manter ou até mesmo melhorar sua composição química, aumentando os teores de proteína, extrato etéreo, fibra alimentar e resíduo mineral, devido o controle de nutrientes ser maior (PINTO, 2016).

A cultura da alface geralmente é cultivada por agricultores familiares com diferentes modalidades de cultivo. Os métodos mais utilizados no Brasil são definidas a partir do produtor rural e a tomada de decisão para determinar a que melhor se adapta à sua realidade.

Uma boa escolha de metodologia de cultivo deve levar em consideração os fatores de produção: clima; solo; água; infraestrutura e outros. Deve-se também observar os fatores de mercado: proximidade do mercado consumidor; tamanho da área; canais de comercialização e outros. O produtor precisa definir a forma de cultivo e a espécie para obter melhores resultados de produtividade e renda (SEBRAE, 2011). Conforme a Quadro 2, pode observar-se os tipos de alfaces cultivadas no Brasil, bem como suas principais características (Henz; Suinaga, 2009).

Quadro 2. Tipos de alfaces cultivadas no Brasil e suas características

Tipo	Característica
Repolhuda Lisa	Folhas lisas, delicadas e macias, com nervuras pouco salientes, com aspecto oleoso (“manteiga”), formando uma cabeça típica e compacta.
Repolhuda Crespa ou Americana	Folhas crespas, consistentes e crocantes, cabeça grande e bem compacta.
Solta Lisa	Folhas lisas e soltas, relativamente delicadas, sem formação de cabeça compacta.
Solta Crespa	Folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça; pode ter coloração verde
Solta Crespa Roxa	Folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça; pode ter coloração roxa.
Tipo Romana	Folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras, com uma cabeça fofa e alongada, na forma de cone.

Fonte: Henz; Suinaga (2009).

2.4 Extratos Vegetais

De acordo com a revista “Food Ingredients Brasil” (2010), extratos são preparações concentradas de diversas consistências possíveis obtidas a partir de matérias-primas vegetais secas, que passaram ou não por tratamento prévio (inativação enzimática, moagem, etc.) e preparadas por processos envolvendo um solvente. É um processo dividido em duas etapas: a primeira consiste na separação dos metabólitos secundários (compostos fenólicos sintetizados pelas plantas através das vias pentose-fosfato, chiquimato e fenilpropanóide) da planta por um solvente (NEVES, 2015), enquanto a segunda é a concentração por meio da eliminação do solvente (RODRIGUES, 2016).

De acordo com Tomasi (2021), os métodos extrativos incluem maceração, infusão, percolação, decocção, extração contínua quente (Soxhlet), extração em contra-corrente, extração assistida por microondas, ultra-som, fluido supercrítico e turbólise. Porém não é necessário em toda extração a utilização de cada um desses métodos extrativos, pois cada extrato vegetal tem uma necessidade diferente de extração, de acordo com sua finalidade. Além dos métodos extrativos, são diversos os fatores que influenciam na extração, como a parte do material vegetal utilizada, a origem deste, o grau de processamento, o tamanho da partícula, o solvente utilizado, o tempo de extração, temperatura, polaridade e concentração do solvente (TOMASI, 2021).

2.4.1 Extrato de alface

Em relação à classificação do extrato da alface, DuPont *et al.* (2000) qualificaram o extrato de alface (*Lactuca sativum*) na classe dos flavonoides e identificaram em sua composição a presença de quantidades elevadas de quercetina.

Wiczkowski *et al.* (2003) descreveram que a quercetina encontrada no extrato de alface é um composto natural classificado dentro do grupo dos flavonoides, mais especificamente pertence ao grupo de compostos polifenólicos. Nesse sentido, o extrato da alface se atribuem inúmeros benefícios à saúde, dentre eles a ação anti-inflamatória (MOREIRA; SCATOLIN, 2018).

Apesar de o extrato de alface atualmente ser muito utilizado em produtos cosméticos profissionais, pouco estudo a seu respeito foi de fato realizado para compreender plenamente seus benefícios potenciais e suas propriedades específicas. (MOREIRA; SCATOLIN, 2018).

2.4.2 Obtenção e Análise de Fitoquímicos dos Extratos Vegetais

De acordo com Rodrigues (2016), para a obtenção dos benefícios dos fitoquímicos vegetais, se faz necessário executar métodos extrativos adequados, rentáveis e com baixo índice de toxicidade.

Na análise química de materiais, substâncias puras ou em formulações, as principais técnicas utilizadas são as técnicas espectroscópicas, nas quais os dados físico-químicos são levantados através da transmissão, absorção ou reflexão da energia de radiação incidente em uma amostra. Fazem parte das técnicas espectroscópicas a espectroscopia de ressonância magnética nuclear, infravermelho, UV/Visível e de fluorescência, bem como a rotação óptica específica, $[\alpha]_D^T$, dicroísmo circular e cristalografia de raios X, entre outras (QUINTELLA, 2016).

A absorção da região visível e ultravioleta depende, em primeiro lugar, do número e do arranjo dos elétrons nas moléculas ou íons absorventes. Como consequência, o pico de absorção pode ser correlacionado com o tipo de ligação que existe na espécie que está sendo estudada, os cromóforos, que são grupos funcionais orgânicos e inorgânicos insaturados que absorvem na região do infravermelho, ultravioleta ou visível.

Para a determinação espectrofotométrica na região ultravioleta é necessário empregar células de adsorção (cuvettes) de quartzo, que não absorvem nessa zona do espectro. É um método de análise baseado na propriedade de que as espécies químicas iônicas ou moleculares absorvem radiações na região do ultravioleta e visível. As radiações nessas regiões envolvem fótons com energia suficiente para provocar transições de elétrons de valência, sendo um processo específico relacionado com a estrutura molecular da espécie absorvente. A quantidade dos fótons absorvidos será sempre proporcional ao número de centros absorventes, que a radiação encontra ao longo do seu percurso através da solução (QUINTELLA, 2016).

Soares (2016) afirmou que a grande maioria dos constituintes de interesse para a análise fitoquímica apresenta algum grau de solubilidade em misturas etanólicas ou metanólicas a 80%, de modo que estas são frequentemente empregadas. Na escolha de um solvente, além dos fatores relativos à eficiência do processo extrativo, também devem ser considerados fatores tais como a toxicidade e os riscos inerentes à manipulação do solvente, a estabilidade das substâncias extraídas, além do custo e disponibilidade do solvente em questão.

De acordo Silveira (2012), para a grande maioria das plantas, a extração a frio com etanol-água (50:50 ou 70:30) por maceração prolongada, possibilita uma extração bastante exaustiva, capaz de extrair diferentes classes de compostos ativos, incluindo 46 substâncias de

diferentes graus de polaridade, o que possibilita a confirmação das propriedades de uma planta durante os testes iniciais.

2.4.2.1 Compostos Fenólicos

De acordo com Neves (2015), os compostos fenólicos formam um dos mais vastos e ubíquos grupos de metabólitos das plantas. Apesar da sua ubiquidade, estes podem funcionar como biomarcadores para a determinação botânica e geográfica da origem das plantas, alimentos e bebidas. Não obstante, dentro de cada espécie, a natureza, quantidade e distribuição destes compostos depende essencialmente de dois tipos de fatores: os fatores biológicos e os fatores abióticos. Segundo o autor, os fatores biológicos incluem a espécie botânica, o genótipo, as diferentes partes morfológicas da planta, bem como o seu estágio de desenvolvimento, enquanto os fatores abióticos incluem o estado dos nutrientes do solo, incidência solar, temperatura, pH do solo, disponibilidade da água, entre outros.

Segundo Santos (2006), os compostos fenólicos são formados por um ou mais anéis aromáticos carregando grupos hidroxilas, sendo capazes de quelar metais e eliminar radicais livres. A presença dos elétrons- π , que auxiliam na estabilização do radical formado pela oxidação do fenol ao perder um átomo de hidrogênio, ajuda a explicar a grande atividade antioxidante destes compostos.

Ainda, segundo Santos (2006), a ação antioxidante dos compostos fenólicos pode se dar de duas formas: pelo mecanismo de transferência de hidrogênio (1) ou pelo mecanismo de transferência de próton combinado com transferência eletrônica (2). As reações 1 e 2 representam os dois mecanismos, sendo que F indica o composto fenólico e L indica um lipídeo, composto que é alvo comum da ação dos radicais livres e que após ser oxidado leva a uma reação em cadeia com diversas outras oxidações semelhantes.

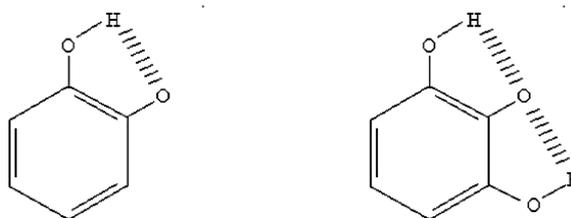


Santos (2006) explica que o primeiro mecanismo é o mais estudado, sendo que cálculos teóricos do valor da energia de dissociação da ligação do hidrogênio (EDL) são feitos, juntamente com estudos que tentam prever a modificação que substituintes, ligados ao anel aromático, podem produzir (ΔEDL).

Outro mecanismo que auxilia a ação antioxidante dos compostos fenólicos é a

estabilização adquirida pela formação de ligação intramolecular de hidrogênio (FIGURA 1), quando ocorre a sua oxidação.

Figura 1. Estabilização do radical por ligação de hidrogênio



Fonte: Santos (2006).

Observando a Figura 1, pode-se verificar que a estrutura do lado esquerdo indica a estabilização do radical pela ligação com o hidrogênio intramolecular e a do lado direito mostra uma maior estabilização, pois ocorrem duas ligações com hidrogênio. O valor de EDL é menor quando se forma a estrutura do lado direito.

Caso exista mais de uma hidroxila no composto, este fator aumenta a estabilidade do radical formado e diminui o valor de EDL, sendo que vários trabalhos citam o número de hidroxilas como um fator importante no aumento da atividade antioxidante (SANTOS, 2006).

De acordo com Neves (2015), os compostos fenólicos estão presentes na maioria das frutas e a sua identificação e quantificação revela informações importantes a respeito da qualidade dos alimentos e dos potenciais benefícios que os mesmos podem exercer na saúde.

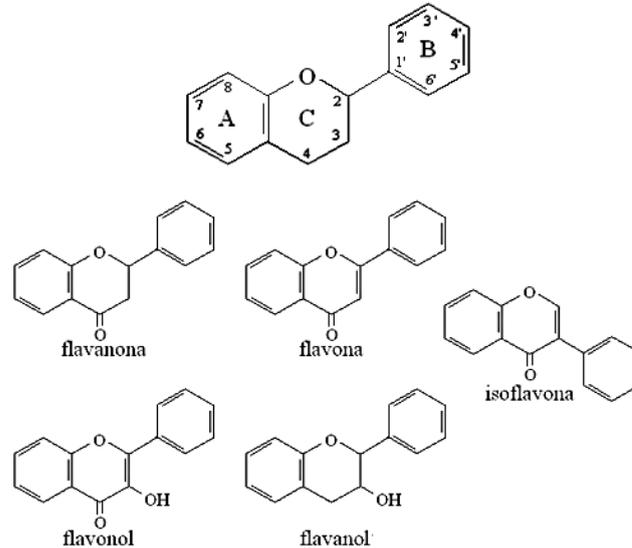
Os compostos fenólicos de origens vegetais podem ser divididos em dois grupos: os flavonóides e os não flavonóides. Dentre os compostos não flavonóides, pode-se destacar os derivados da estrutura química C₆-C₃, específicas dos ácidos 17 cafêico e p-cumárico e os derivados da estrutura química C₆-C₂-C₆, pertencentes ao grupo do resveratrol, presente em uvas e vinhos (SANTOS, 2006).

Barcelos (2010) explicou que, dentre os grupos fenólicos, os flavonóides são os mais representativos e são subdivididos em seis grupos: flavanóis, flavonóis, flavonas, antocianinas, isoflavonóides e flavononas. De acordo com Santos (2006), já os flavonóides, que constituem um numeroso e poderoso grupo de antioxidantes, estão presentes nos vegetais, principalmente em frutas, verduras, temperos e chás.

A estrutura básica comum de flavonóide, descrita como C₆-C₃-C₆, está baseada em um núcleo que consiste de dois anéis fenólicos, A e B, ligados por uma cadeia de 3 átomos de carbono. Esta cadeia, por sua vez, fecha-se em um terceiro anel, C, heterocíclico do tipo pirano,

com um átomo de oxigênio (FIGURA 2) (SANTOS, 2006).

Figura 2. Estrutura básica e derivados dos flavonóides



Fonte: Santos (2006).

Santos (2006) explicou que variações estruturais nos anéis subdividem os flavonóides (FIGURA 2): caso haja uma carbonila no carbono 4, tem-se as flavanonas; se a carbonila vir junto com uma dupla ligação entre os carbonos 2 e 3, tem-se as flavonas; caso exista, além da carbonila e da dupla ligação, uma hidroxila no carbono 3 tem-se os flavonóis. Ainda pode-se ter os flavanóis (flavan-3-ol) onde não há carbonila e nem dupla ligação, somente a hidroxila no carbono 3; e as isoflavonas com o anel B ligado no carbono 3 (FIGURA 2) (SANTOS, 2006).

Os flavonoides são compostos bioativos encontrados em alimentos como frutas, verduras, hortaliças, sementes e flores, conhecidos por seus potenciais efeitos benéficos à saúde, incluindo propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e protetoras contra doenças crônicas, tornando-se importantes componentes da dieta humana (MIDDLETON; KANDASWAMI, 1994).

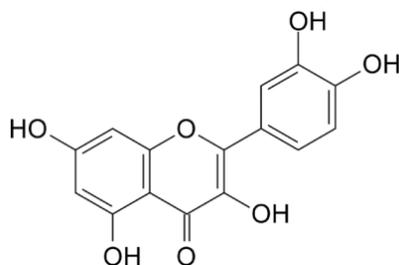
A ação antioxidante dos flavonóides surge devido ao extenso sistema de conjugação dos elétrons- π e das hidroxilas que se ligam a estrutura básica. Estas hidroxilas presentes em diferentes posições dos compostos são responsáveis por suas distintas atividades antioxidantes, conferindo-lhes características únicas (SANTOS, 2006). A quercetina, um dos flavonóides mais abundante nos alimentos, é um flavonol com quatro hidroxilas ligadas aos carbonos 5, 7, 3' e 4' (FIGURA 2).

2.4.2.2 Quercetina

A quercetina é amplamente reconhecida como o composto polifenólico mais abundante na subclasse dos flavonóis, encontrado em frutas, vegetais, plantas ou produtos relacionados a estes alimentos. Apresenta a propriedade de formar quelatos sendo um potente agente antioxidante, combatendo espécies reativas de oxigênio. Este composto tem sido objeto de extensas pesquisas devido aos seus efeitos farmacológicos, tais como propriedades hepatoprotetoras, anti-inflamatórias, antioxidantes, antiasmáticas e potencial no combate a doenças cardíacas (COMALADA *et al.*, 2005).

Barcelos (2010) afirmou que, de todos os fitoquímicos os quais compõe a dieta humana, o flavonol quercetina ($C_{15}H_{10}O_7$, FIGURA 3) é o mais abundante, encontrado principalmente na cebola, maçã verde e vermelha, vinho tinto, frutas cítricas em geral e vegetais verde escuros (tais como brócolis, couve) e sua ingestão diária podia variar de 25 a 50 mg. Entretanto, estes dados foram baseados no hábito alimentar da população dos Estados Unidos e um estudo realizado de acordo com a dieta brasileira sugeriu que estas concentrações podem estar subestimadas e o real consumo de quercetina por dia pode ser muito maior (BARCELOS, 2010).

Figura 3. Estrutura química do flavonóide quercetina ($C_{15}H_{10}O_7$)



Fonte: Barcelos (2010).

No estudo de Barcelos (2010), foi afirmado que quercetina, dentre todos os flavonóides existentes, é o que apresenta maior propriedade antioxidante, os quais oferecem uma ótima configuração para funcionar como sequestrador de radicais e/ou doador de hidrogênios. Por esta razão, é notável que vários estudos que visassem avaliar os seus reais efeitos, sejam eles benéficos ou tóxicos.

Barcelos (2010) relatou diversos trabalhos a respeito do efeito antioxidante que a quercetina apresenta *in vitro* e *in vivo*. Por exemplo, uma pronunciada redução dos danos no DNA causados pelo *t*-butil-hidroxi-peróxido foi observada em experimentos conduzidos em culturas de células HepG2 por Ramos e Muthukumaran (2008), os quais demonstraram uma

significativa redução na formação de cometa e micronúcleos e ainda, diminuição das alterações do estado redox celular, induzidos pela exposição à nicotina em cultura de linfócitos de ratos. Barcelos (2010) afirmou que Gupta (2010) observou que o flavonóide foi capaz de reduzir a extensão do dano no DNA, avaliada pelo teste do cometa, em hepatócitos de ratos tratados com dietilnitrosanina; paralelamente a isso, as concentrações de GSH e MDA, as quais foram alterados pela exposição ao composto, foram revertidos aos níveis do controle negativo após a suplementação com o flavonóide.

Segundo Tenório (2014), entre as atuações da quercetina nas condições supracitadas, destaca-se o seu potencial antioxidante, que remove radicais livres, exercendo um papel citoprotetor em situações de risco de dano celular. A quercetina pode impedir o processo de formação de radicais livres em três etapas: na iniciação (pela interação com íons superóxido), na formação de radicais hidroxil (por quelar íons de ferro) e na peroxidação lipídica (por reagir com radicais peroxi de lipídeos).

Assim, Barcelos (2010) defendeu que o flavonóide quercetina mostra-se um eficiente e promissor agente com propriedades protetoras para ser utilizado de maneira efetiva na prevenção e até mesmo tratamento de diversas patologias. Estudos, que visam avaliar o impacto deste flavonóide em concentrações relevantes àquelas em que seres humanos estão expostos, via dieta, são de grande importância, para que se possam estabelecer os principais mecanismos envolvidos na proteção exercida pela quercetina. Dessa forma, a quercetina é um flavonóide com potente ação medicinal oferecendo proteção contra diversas doenças e funcionando como um nutracêutico (XU *et al.*, 2019).

Em um estudo realizado por Carvalho (2013), a quercetina (10 mg mL⁻¹) exibiu atividade antiviral *in vitro* contra o parvovírus canino, que pode estar relacionada à inativação direta do vírus por meio da ligação a estruturas virais essenciais para a infecção, sugerindo o uso desse flavonoide como candidato a agente terapêutico no controle da parvovirose canina.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no laboratório do grupo de pesquisa GPTEQ, localizado no BIOPARK, Toledo/PR, no qual o objeto de estudo foi a alface crespa. A pesquisa decorreu-se nos períodos de setembro/2022 a junho/2023.

O material foi comprado em supermercado local da cidade de Toledo/PR de um único produtor, uma quantidade suficiente para a realização de todos os experimentos. O sistema de produção do alface escolhida foi a do tipo convencional.

Inicialmente, as alfaces foram devidamente lavadas sob água corrente e posteriormente com água destilada, para reduzir as impurezas. Em seguida, foram cortadas manualmente *in natura*, pesadas, separadas e adequadamente identificadas conforme iria proceder-se as extrações.

De acordo com Lutz (2008), é recomendado que o processamento do extrato, desde a compra até a extração, seja realizado o mais rapidamente possível. Seguindo essa orientação, os experimentos foram conduzidos.

3.1 Extrato alcoólico do alface

Para a preparação do extrato alcoólico, foi utilizada uma adaptação da metodologia de Lutz (2008). Antes de cada extração, o material teve o teor de umidade medido, utilizando o equipamento balança de infravermelho (Bel I-Thermo 163L).

Inicialmente foram pesados, em balança semi-analítica (Urano, modelo UA 420/0,001), 250 g da amostra de alface preparada anteriormente (limpa e triturada), em um Erlenmeyer. Em seguida, foram adicionados 250 mL de um solvente preparado com as concentrações descritas na Tabela 1, medidos em proveta graduada.

Os solventes utilizados foram preparados a partir de uma mistura de água destilada (H₂O) e etanol PA, em diferentes concentrações de 100:0, 75:25, 50:50 e 0:100, conforme é apresentado na Tabela 1. Toda amostra de alface foi totalmente submersa em solução.

Em seguida, as amostras foram mantidas em agitação por 4, 6, 24, 48, 72 e 96 horas em uma Incubadora Shaker (Lucadema, modelo LUCA-222), em temperatura controlada de 40°C e 60°C com agitação de 200 rpm. O planejamento de variação de tempo de extração, temperatura do processo e concentração da solução seguiu conforme Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento dos testes com a folha da alface para a obtenção dos extratos de alface por Shaker

Amostra	H₂O destilada (%)	Etanol (%)	Tempo (h)	Temperatura (°C)	Agitação (rpm)
1	100	0	4	60	200
2	75	25	4	60	200
3	50	50	4	60	200
4	0	100	4	60	200
5	100	0	6	60	200
6	75	25	6	60	200
7	50	50	6	60	200
8	0	100	6	60	200
9	100	0	24	60	200
10	75	25	24	60	200
11	50	50	24	60	200
12	0	100	24	60	200
13	100	0	48	60	200
14	75	25	48	60	200
15	50	50	48	60	200
16	0	100	48	60	200
17	100	0	72	60	200
18	75	25	72	60	200
19	50	50	72	60	200
20	0	100	72	60	200
21	100	0	96	60	200
22	75	25	96	60	200
23	100	0	6	40	200
24	75	25	6	40	200
25	50	50	6	40	200
26	100	0	24	40	200
27	75	25	24	40	200
28	50	50	24	40	200
29	100	0	96	40	200
30	75	25	96	40	200
31	50	50	96	40	200
32	50	50	96	40	200
33	50	50	96	40	200
34	50	50	96	40	200

Fonte: Autor, 2023.

Para a concentração de todos os extratos obtidos, após término das condições de

extração, filtrou-se as amostras por meio de sistema de filtração a vácuo, utilizando papel de filtro qualitativo.

Em seguida, as amostras foram armazenadas em frasco âmbar de capacidade de 250 mL e acondicionados em geladeira até os próximos ensaios.

3.2 Quantificação de quercetina nos extratos de alface

Para a quantificação de quercetina total foi utilizada a metodologia descrita no trabalho de Granato e Nunes (2016), seguindo com algumas adaptações. O processo de quantificação foi realizado utilizando 1,2 mL de extratos em um tubo de ensaio, acrescentado 1,2 mL de uma solução aquosa de cloreto de alumínio hexaidratado 2% e 1,8 mL de uma solução aquosa de acetato de sódio (50 g L^{-1}), medidos com pipeta graduada de 2 mL, realizado em triplicata.

Após 15 min, foi realizada a leitura de absorção da solução em 440 nm de comprimento de onda em espectrofotômetro UV-Vis faixa 190-900 (SP-22). Para o branco foram utilizados todos os solventes, exceto o extrato, no mesmo procedimento.

Para a preparação da solução estoque padrão foi diluído 0,0021 g de padrão de quercetina (marca Sigma) em 5 mL de etanol absoluto PA em um balão volumétrico com capacidade de 25 mL, volume completado com água destilada/deionizada, obtendo uma solução com concentração de 80 mg L^{-1} . A partir dessa solução foram realizadas diluições seriadas para então obter 8 concentrações diferentes. Para a obtenção da curva padrão de quercetina foi empregado o protocolo descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Preparo da Curva Padrão de Quercetina

H ₂ O destilada (mL)	Quercetina solução mae (mL)	Concentração de quercetina (mg L^{-1})
8	0	0
7	1	10
6	2	20
5	3	30
4	4	40
3	5	50
2	6	60
1	7	70
0	8	80

Fonte: Autor, 2023.

A partir da curva analítica obtêve-se a equação de regressão e R^2 , que empregou para quantificar a concentração de quercetina nas amostras extraídas da alface.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hortaliça foi adquirida em mercado local do município de ToledoPR, considerando apenas o cultivo do tipo tradicional, obtendo-se uma quantidade suficiente para a realização de toda a pesquisa.

Inicialmente, com as amostras de alface já preparadas, determinou-se a umidade do vegetal pela balança de infravermelho, apresentando valor em torno de 95%, cada amostra.

Em seguida, foram preparados os extratos de alface, conforme a Tabela 1, variando-se concentração da solução água:etanol (100:0, 75:25, 50:50 e 0:100), temperatura (40°C e 60°C) e tempo de extração (4, 6, 24, 48, 72 e 96 horas), mantendo a agitação constante (200 rpm). Ao final da extração, foram obtidos 34 extratos de alface. A temperatura de 40°C foi utilizada após a obtenção de alguns resultados com 60°C, sendo utilizadas algumas concentrações de solução água:etanol e alguns tempos de agitação.

A partir dos extratos obtidos, foi realizada a quantificação de quercetina existente em cada um pela metodologia de UV-Vis a partir dos valores de absorção no comprimento de onda 440 nm, utilizando como base uma curva padrão de calibração com quercetina padrão, variando-se a concentração (TABELA 2).

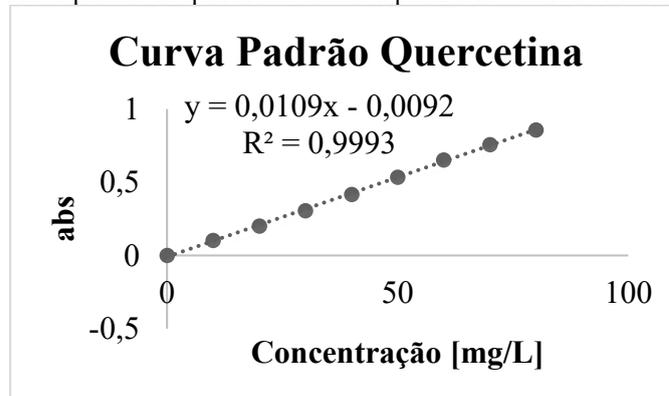
4.1 Curva padrão para a quantificação de quercetina

A curva padrão de determinação de flavonóides tipo quercetina foi determinada utilizando os valores de absorbância obtidos na análise espectrofotométrica das soluções com o padrão quercetina como pode observar na Tabela 3 e na Figura 4.

Tabela 3. Absorbância das soluções padrão de quercetina a 440 nm

Concentração de quercetina (mg L ⁻¹)	Absorbância a 440 nm
0	0,000
10	0,104
20	0,201
30	0,306
40	0,417
50	0,535
60	0,652
70	0,758
80	0,857

Fonte: autor.

Figura 4. Curva padrão de quercetina obtida a partir dos valores de absorção UV-Vis

Fonte: autor.

A equação 3 foi obtida a partir da curva padrão de quercetina, determinada utilizando os valores de absorbância obtidos na análise espectrofotométrica UV-Vis das soluções diluídas com o padrão quercetina, obtendo-se o $R^2 = 0,9993$, indicando uma equação de reta com baixa dispersão dos pontos.

$$y = 0,0109x - 0,0092 \quad (3)$$

4.2 Determinação de Concentração de quercetina no extrato de alface *in natura* pela metodologia UV-Vis

A partir da Equação 3, foi possível quantificar a concentração de quercetina em cada amostra de extrato de alface *in natura*, de cultivo tradicional na região oeste do Paraná.

As amostras de extratos foram preparados para a leitura no equipamento UV-Vis,

utilizando 1,2 mL de extratos em um tubo de ensaio, acrescentado com 1,2 mL de cloreto de alumínio hexaidratado 2% e 1,8 mL de acetato de sódio (50 g L^{-1}). Após 15 min, foi realizada a leitura do máximo de absorção da solução em 440 nm de comprimento de onda, e o branco utilizado foi a mistura todos os solventes, exceto o extrato, no procedimento anterior.

As Tabelas 4 a 13 apresentam os resultados médios de leitura de absorbância a 440 nm para cada extrato, considerando concentração da solução extratora, temperatura e tempo de extração, bem como concentrações em mg L^{-1} calculadas utilizando a Equação 3, além do desvio padrão da média das absorbâncias. Para a comparação dos resultados, mantêve-se as condições de temperaturas e tempos iguais, avaliando-se os resultados obtidos das diferentes concentrações de água:etanol.

Tabela 4. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 4 horas a 60°C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L^{-1})	Desvio Padrão
1	100:0	0,368	34,606	0,0064
2	75:25	0,343	32,312	0,0040
3	50:50	0,532	49,651	0,0039
4	0:100	2,967	273,046	0,0049

Fonte: autor.

Tabela 5. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 6 horas a 60°C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L^{-1})	Desvio Padrão
5	100:0	0,498	46,532	0,0215
6	75:25	0,405	38,000	0,0293
7	50:50	0,545	50,844	0,0045
8	0:100	1,922	177,174	0,0024

Fonte: autor.

Tabela 6. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 24 horas a 60°C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L^{-1})	Desvio Padrão
9	100:0	0,381	35,798	0,0127
10	75:25	0,461	43,138	0,0005
11	50:50	0,655	60,936	0,0024
12	0:100	1,878	173,138	0,0017

Fonte: autor.

Tabela 7. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 48 horas a 60°C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L^{-1})	Desvio Padrão
13	100:0	0,389	36,532	0,0150
14	75:25	0,425	39,835	0,0024
15	50:50	0,739	68,642	0,0056
16	0:100	3,316	305,064	0,0031

Fonte: autor.

Tabela 8. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 72 horas a 60 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
17	100:0	0,351	33,046	0,0025
18	75:25	0,548	51,119	0,0045
19	50:50	0,722	67,083	0,0036
20	0:100	2,868	263,963	0,0017

Fonte: autor.

Tabela 9. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 96 horas a 60 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
21	100:0	0,318	30,018	0,0031
22	75:25	0,506	47,266	0,0016

Fonte: autor.

As Tabelas 4 a 9 apresentam as médias dos resultados da concentração de quercetina nos extratos obtidos a 60 °C e seu desvio padrão, que indica não ter uma grande variação entre os resultados médios.

Comparando-se a concentração de quercetina em cada extrato (TABELAS 4 a 9), mantendo-se a mesma temperatura, observa-se que há uma tendência de aumento da concentração com o aumento da concentração de etanol na solução extratora. Isso pode ser explicado pela polaridade do álcool, sendo um pouco menor do que a polaridade da água, e pelo possível aumento na formação de ligação de hidrogênio com a quercetina (FIGURA 3). Dessa forma, pode indicar uma melhor solubilidade do substrato no solvente, aumentando significativamente a concentração na solução quando comparado 100 % de água e 100% de etanol como substância extratora.

Quando se compara os resultados mantendo a temperatura e a concentração da solução água:etanol constantes (TABELAS 4 a 8), observa-se que não há variação significativa quando se tem maior concentração de água na solução com o aumento do tempo de extração. Entretanto, não é possível afirmar um aumento quando se compara os resultados obtidos em maior quantidade de etanol ao aumentar o tempo de extração, pois há uma grande variação da concentração de quercetina nos diferentes resultados.

Dessa forma, pode-se afirmar que há uma maior quantidade de quercetina em solução quando se usa maior quantidade de etanol como solvente extrato da alface (TABELAS 4 a 9). Porém se for considerar os resultados diretos, pode-se indicar que a condição mais propícia a ter maior quantidade de quercetina em solução, quando se obtém o extrato a 60 °C por 48 h em 100 % de etanol (amostra 16, TABELA 1).

As Tabelas 10 a 13 são referentes aos resultados de cocentração de quercetina obtidos dos extratos preparados a 40 °C.

Tabela 10. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 6 horas a 40 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
23	100:0	0,511	47,725	0,0025
24	75:25	0,394	36,991	0,0017
25	50:50	0,234	22,312	0,0017

Fonte: autor.

Tabela 11. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 24 horas a 40 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
26	100:0	1,784	164,514	0,0139
27	75:25	0,445	41,670	0,0074
28	50:50	0,491	45,890	0,0124

Fonte: autor.

Tabela 12. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 96 horas a 40 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
29	100:0	0,549	51,211	0,0025
30	75:25	0,466	43,596	0,0153
31	50:50	0,585	54,514	0,0383

Fonte: autor.

Ao se observar os resultados obtidos da concentração de quercetina nos extratos obtidos a 40 °C nas Tabelas 10, 11 e 12, não é possível fazer uma comparação nem em relação à variação de tempo de extração e à variação da concentração do solvente água:etanol. Os valores médios obtidos de quercetina não indicam uma relação direta, por terem uma variação muito grande, não sendo possível ser conclusivo na condição mais adequada a 40 °C para obter mais quercetina. Apenas sendo possível observar uma tendência de se obter maior concentração de quercetina no extrato obtido com maior tempo na mesma solução água:etanol.

Como se obteve uma quantidade limitada de matéria-prima (alface) no início da pesquisa, não foi possível realizar todas as extrações em triplicata. Entretanto, ao se observar os resultados encontrados para a concentração de quercetina nos extratos obtidos a 40 °C, se fez necessário realizar um teste em triplicata, sendo escolhido o que usava a maior quantidade de etanol testado nessa temperatura (50:50) por 96 h (TABELA 13).

Tabela 13. Absorbância e concentração dos extratos de alface *in natura* obtida em 96 horas a 40 °C

Amostra	H ₂ O:Etanol	Absorbância a 440 nm	Concentração (mg L ⁻¹)	Desvio Padrão
32	50:50	0,653	60,752	0,0073
33	50:50	0,571	53,229	0,0061
34	50:50	0,715	66,440	0,0070

Fonte: autor.

Os resultados da Tabela 13 indicam que não há grande variação na quantificação de quercetina nos 3 extratos, então o processo se mostra viável. Também pode-se observar uma tendência de se obter maior concentração de quercetina com o aumento do tempo de extração, quando comparado com os resultados das Tabelas 10 a 12 para a solução água:etanol 50:50.

Os resultados não são conclusivos quando se compara os valores obtidos variando-se a temperatura, nem relação ao tempo e nem relação à concentração da solução água:etanol (TABELAS 4 a 12).

Os valores, que não resultaram como o esperado, podem ser explicados devido ao fato de as amostras serem heterogêneas. Por serem amostras *in natura*, é importante considerar essa heterogeneidade natural das amostras que levaram a alguns resultados não serem conforme previsto, visto que há uma correlação entre a intensidade da cor da folha e a concentração de quercetina.

Após analisar alguns dados da literatura, encontrou-se estudos nos quais apresentam a quantidade de quercetina de extratos da alface. Arabbi (2003), por exemplo, realizou um estudo semelhante ao deste trabalho, no qual avaliou-se diversos parâmetros de extratos vegetais, incluindo a quercetina. Alguns destes extratos vegetais analisados eram de três espécies de alface. Os extratos foram obtidos por uma metodologia distinta e apresentaram as concentrações de quercetina conforme apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14. Concentração de quercetina no extrato de alface

Amostra	Concentração de Quercetina
Alface lisa	2,2
Alface crespa	20,6
Alface roxa	37,5

Fonte: Arabbi (2003)

Devido à diferença de metodologias, não é possível realizar uma comparação direta e precisa de qual a quantidade padrão de quercetina no extrato da alface, porém pode-se afirmar que a metodologia realizada neste estudo foi eficaz por obter concentrações significativamente maiores do que os da literatura encontrada. Justificando, desta forma que este trabalho tem o potencial de contribuição de estudos subsequentes na área de extratos nutracêuticos.

5 CONCLUSÃO

Considerando a relevância nutracêutica e os benefícios associados ao consumo da alface, este estudo concentrou-se primordialmente na quantificação dos flavonoides em específico a quercetina encontrados nessa planta, buscando contribuir para o conhecimento científico sobre a qualidade nutracêutica desse vegetal.

A partir dos resultados obtidos, foi possível quantificar a quercetina presente no extrato de alface das amostras analisadas via UV-Vis. Observando-se que a condição, que proporcionou o melhor resultado durante o processo de extração, foi com uma maior quantidade de etanol na proporção de água destilada:etanol, no tempo de extração de 48 horas, a 60 °C, obtendo-se, aproximadamente, 305 mg L⁻¹ de quercetina no extrato.

Considerando os resultados iniciais desta pesquisa verifica-se que têm o potencial de contribuição de estudos subsequentes na área de extratos nutracêuticos. Como sugestão para continuação do trabalho, seria análises em diferentes espécies de alface e comparando sistemas de cultivos, afim de analisar qual proporciona melhores resultados com relação a quantidade de quercetina no extrato.

REFERÊNCIAS

- ANDLAUER, W.; FÜRST, P. Nutraceuticals: a piece of history, present status and outlook. *Food Research International*. v. 35, p. 171-176. Germany, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399690100179X?via%3Dihub>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- ARABBI, P. R. Determinação de flavonoides em alimentos vegetais consumidos no Brasil. São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-22022022-114500/publico/PAOLA_RAFFAELLA_ARABBI_MESTRADO.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BARCELOS, G. R. M. Avaliação das propriedades antígenotóxicas e antioxidantes do flavonóide quercetina e dos carotenóides bixina e norbixina contra os danos no material genético e distúrbios do estado redox causados pelo cloreto de mercúrio e metilmercúrio, in vitro e in vivo. Ribeirão Preto – 2010. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60134/tde-26012011-092311/pt-br.php>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BISSON, M. P. Nutracêutica clínica, estética, esportiva e prescrição de fitoterápicos / Marcelo Polacow Bisson. - 1. ed. - Barueri [SP]: Manole, 2020. Disponível em: <https://www.ufpb.br/petfarmacia/contents/documentos/bips/bip-2013-nutraceuticos-e-suplementos-alimentares_oficial.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BITTENCOURT, J. A. Nutrição e saúde: como fazer escolhas sensatas em dieta e nutrição. São José dos Campos, 2018. Disponível em: <<http://mtc-m21c.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21c/2018/08.14.16.04/doc/NutricaoeSaude2018color.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BRASIL. LEI FEDERAL Nº 7.802 – Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. BRASIL, JUL/1989. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, SP/1988. Disponível em: <https://www.imprensaoficial.com.br/downloads/pdf/Constituicoes_declaracao.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. IN nº 007/MAPA de 17 de maio de 1999. Normas disciplinadoras para a produção, tipificação, processamento, envase, distribuição, identificação e certificação da qualidade de produtos orgânicos, sejam de origem animal ou vegetal. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção I de 19/05/99, p. 11-14, 1999. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm> Acesso em: 28 jun. 2023.
- CARVALHO, P. A importância nutricional das hortaliças. Revista Hortaliças – EMBRAPA,

Gama/DF. 2005. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/1355126/2250572/revista_ed2.pdf/74bbe524-a730-428f-9ab0-ad80dc1cd412> Acesso em: 28 jun. 2023.

CARVALHO, O. *et al.* Potencial antiviral da quercetina sobre o parvovirus canino. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2013. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/q9wdXM4m9mTPzngrmBtMLzC/?lang=pt>> Acesso em: 28 jun. 2023.

COMALADA, M. *et al.* In vivo quercetrin anti-inflammatory effect involves release of quercetrin, which inhibits inflammation through down-regulation of the NF-kappaB pathway. *European Journal of Immunology*, v., 35, n. 2, p. 584-592. Espanha, fev., 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15668926/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

COSTA, G. M. & SILVA JUNIOR, G. G. The use of nutritional supplements: a brief review. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR.* Brasil/2019. Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20191110_131027.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

DIAS, J. P. T. Perspectivas na Horticultura, CAP I - Tendências na produção e consumo de hortaliças: mundo e Brasil. 2021. Disponível em: <https://editora.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2021/Perspectivas/2021_perspectivas_na_horticultura_cap1.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

DUPONT, S. M. *et al.* Effect of variety, processing, and storage on the flavonoid glycoside content and composition of lettuce and endive. *American Chemical Society*, v. 48, n. 9, p. 3957-3964. Reino Unido, ago. 2000. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10995297/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

EMBRAPA. Visão 2030 : o futuro da agricultura brasileira. – Brasília, DF : Embrapa, SP/2018. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>> Acesso em: 28 jun. 2023.

FILHO, J. A. A. Boletim Técnico Aspectos Fitossanitários da Cultura da Alface. Texto: A cultura da alface. Instituto Biológico. n. 29. julho/2017). Disponível em:

<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/pdf/Boletins/Alface_2017/boletim_alface.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

FORMICA, J. V.; REGELSON, W. Review of the biology of Quercetin and related bioflavonoids. *Food and Chemical Toxicology*, Oxford, v. 33, n. 12, p. 1061-1080. USA, December 1995. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0278691595000771?via%3Dihub>> Acesso em: 28 jun. 2023.

GRANATO, D. Análises Químicas, Propriedades Funcionais e Controle da Qualidade de Alimentos e Bebidas. Grupo GEN, Ponta Grossa, 2016.

GUPTA, C. *et al.* Antioxidant and antimutagenic effect of quercetin against DEN induced

- hepatotoxicity in rat. *Phytotherapy Research*, London, v. 24, n. 1, p. 119- 128. India, January 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19504466/>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- HENZ, G. P. & SUINAGA, F. Tipos de alface cultivadas no Brasil. Comunicado Técnico n. 75. EMBRAPA – Brasília, DF. 2009. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/783588/1/cot75.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- HUNGENHOLTZ, J.; SMID, E. J. Nutraceutical production with food-grade microorganisms. *Current Opinion in Biotechnology*. v. 13, p. 497-507. Holanda, 2002. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12459344/>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- LUTZ - Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.
- KORNDÖRFER, K. *et al.* Determination Of Minerals In Organic And Conventional Vegetables Grown In Vale Do Taquari, Rs. UTFPR Campus Ponta Grossa - Paraná – Brasil, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta/article/view/1448>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- KWAK, N.; JUKES, D. J. Functional foods. Part 1: the development of a regulatory concept. *Food Control*. v. 12, p. 99-107, 2001. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713500000281?via%3Dihub>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- MACHADO, H. *et al.* Flavonóides e seu potencial terapêutico. *Boletim do Centro de Biologia da Reprodução, Juiz de Fora*, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2. MG, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufjf.br/index.php/boletimcbr/article/view/17024/8541>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- MACHADO, Gabriela; PUTON, Bruno Furini; BERTOL, Charise Dallazem. Nutracêuticos: aspectos legais e científicos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, v. 16, n. E, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/REF/article/view/47950>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- MIDDLETON, Jr. E.; KANDASWAMI, C. The impact of plant flavonoids on mammalian biology: implications for immunity, inflammation and cancer. In: Harborne, J. B. *The flavonoids*. ed. London: Chapman and Hall. 1994. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11121513/>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- Ministério da Saúde. Diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/pnan/diretrizes-da-pnan-politica-nacional-de-alimentacao-e-nutricao-1>> Acesso em: 28 jun. 2023.
- MORAES, F. P. e COLLA, L. M. Functional foods and nutraceuticals: definition, legislation and health benefits. *Revista Eletrônica de Farmácia*, Vol 3(2), 109-122, Passo Fundo/RS, 2006. Disponível em:

<<https://www.saudedireta.com.br/docsupload/1356828224Nutreceuticos.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

MOREIRA, A. e SCATOLIN, D. A. B. Utilização do extrato de alface associado à luz intensa pulsada para o tratamento da rosácea: revisão de literatura. *Medicina e Saúde*, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 31-40, jul./dez. 2018. Disponível em: <<https://web-api-claretiano-edu-br.s3.amazonaws.com/cms/biblioteca/revistas/edicoes/6059fe9e4ea91f55e7624945/605b802f411a529388ea438c.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

MUTHUKUMARAN, S. et al. Protective effect of quercetin on nicotine-induced prooxidant and antioxidant imbalance and DNA damage in Wistar rats. *Toxicology*, Amsterdam, v. 243, n. 1-2, p. 207-215, January 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18045763/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

NEVES, P. D. O. Importancia dos compostos fenolicos dos frutos na promoção da saúde. Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade Fernando Pessoa. 2015. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5241/1/PPG_15639.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. B. C., et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. *Acta Scientiarum Agronomy*, 26:211-217, Maringá, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/download/1894/1297/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

OLIVEIRA, A. S., et al. Tecidos vegetais. In: NOGUEIRA, A. R. de A.; SOUZA, G. B. de. (Ed.). *Manual de laboratórios: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos*. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. p. 25-33. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/44394/1/ManualdeLaboratorios.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

OLIVEIRA, Sara Pinheiro e LIMA, Allison Ferreira, Consumo de alimentos: convencionais x hidropônicos x orgânicos. II Congresso Internacional das Ciências Agrárias. Recife, 2017. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/27978/R%20-%20T%20-%20SONIA%20CACHOEIRA%20STERTZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 jun. 2023.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Declaração de Alma-Ata: primeira conferência internacional sobre cuidados primários de saúde. Genebra, 1978. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/declaracao_alma_ata.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

PINTO, Suélen Faedo, Caracterização físico-química e microbiológica de alface em dois sistemas de cultivo, armazenada sob refrigeração. *Tecnologia em Alimentos*, Medianeira - 2016. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/13300/1/caracterizacaofisicoquimicadealface.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

QUINTELLA, Cristina M. et al. Identificação de substâncias puras ou em formulações por meio de análise espectral e quimiometria, capítulo 2. *Biotecnologia aplicada à agro&indústria: fundamentos e aplicações – volume 4 – São Paulo: Blucher, 2016. Disponível*

em: <<https://openaccess.blucher.com.br/download-pdf/326/20253>> Acesso em: 28 jun. 2023.

RAMOS, A. A. et al. Antigenotoxic effects of quercetin, rutin and ursolic acid on HepG2 cells: evaluation by the comet assay. *Toxicology Letters*, Amsterdam, v. 177, n. 1, p. 66-73, February 2008. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18276086/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

Revista Food Ingredients Brasil Nº 1.1 Extratos vegetais – 2010. Disponível em: <www.revista-fi.comhttps://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060872572001465324570.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

RODRIGUES, P. A importância nutricional das hortaliças. *Revista Hortaliças – EMBRAPA. Brasil/2005*. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/2250572/revista_ed2.pdf/74bbe524-a730-428f-9ab0-ad80dc1cd412> Acesso em: 28 jun. 2023.

RODRIGUES, A. L. M. *et al.* Análise Do Cultivo De Hortaliças Hidropônicas: Estratégia Competitiva Para Produtores Do Município De Redenção-Pará. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC'2017) Belém – PA/2017. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2017/educacao/5_adcdhhecppdmdrp.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

RODRIGUES, Fernanda Almeida, et al. Obtenção de extratos de plantas do Cerrado, Goiás – 2016. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/agrarias/obtencao%20de%20extatos.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

SANTOS, A. B. Atividade Antioxidante de Extratos Vegetais da Flora Brasileira: Estudo com Ressonância Paramagnética Eletrônica (RPE) e Teoria do Funcional da Densidade (TFD). Tese – Doutorado. São Paulo 2006. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59135/tde-09122006-175200/publico/tesefinal.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

SANTOS, Camila Regina, Sistema de produção de alface em cultivo convencional e cultivo hidropônico: alimento de qualidade? - PPGCA - Toledo, 2018. Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNIOESTE-1_e01228edf300eb251ac0c3b1fe05ff8a> Acesso em: 28 jun. 2023.

SEBRAE, Alface, saiba como cultivar hortaliças para colher bons negócios. Série Agricultura Familiar - Coleção Passo a Passo: Alface. Brasília, 2011. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Horticultura-Serie-Agricultura-Familiar-Alface.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Hortaliças, cultivo de hortaliças folhosas. Brasília: SENAR, 2012. Disponível em: <<https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/150-HORTALI%C3%87AS.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

SILVA, R. B. B. Análise de Compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de

extratos hidroalcoólicos de basidiomicetos. Química, Curitiba, 2016. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9125/1/CT_COQUI_2016_2_09.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

SILVEIRA, Sheila Mello da. Avaliação da atividade antimicrobiana e antioxidante de extratos vegetais e óleos essenciais e aplicação do óleo essencial de louro (*L. nobilis*) como agente conservador natural em embutido cárneo frescal. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/100520/305465.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 jun. 2023.

SIMÕES, V. N. Síntese, Caracterização E Estudo Das Propriedades De Um Novo Complexo Mononuclear Contendo Quercetina E Íon Ga(III). Quim. Nova, Vol. 36, No. 4, 495-501, 2013.

SOARES, N. P. *et al.* Técnicas De Prospecção Fitoquímica E Sua Importância Para O Estudo De Biomoléculas Derivadas De Plantas. Goiânia-Brasil. 12/2016. DOI: 10.18677/EnciBio_2016B_094. Disponível em: <<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2016b/agrarias/Tecnica%20de%20prospeccao.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2023.

STERTZ, S. C. Qualidade De Hortícolas Convencionais, Orgânicas e Hidropônicas na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. Curitiba, 2004. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/27978>> Acesso em: 07 jul. 2023.

SUCHLA, Evelin Gonçalves, Viabilidade financeira da produção de alface crespa no cultivo tradicional e no cultivo hidropônico: estudo multicascos. Gestão e Economia, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7514/1/CT_COADM_2018_1_03.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

TENORIO, P. K. C. O Efeito Antioxidante da Quercetina em Doenças Crônicas não Transmissíveis: Uma Revisão De Literatura. João Pessoa, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/871?mode=full>> Acesso em: 07 jul. 2023.

TOMASI, M. L. M. Aspectos relacionados ao desenvolvimento de um medicamento fitoterápico: preparação e avaliação biológica de extrato seco padronizado de erva mate. Departamento De Ciências Farmacêuticas Curso Farmácia. Florianópolis/2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/223713/TCC%20%20Maria%20Laura%20%2815103208%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 28 jun. 2023.

VILARTA, R. *et al.* Alimentação saudável e atividade física para a qualidade de vida / - Campinas, IPES Editorial, 2007. 229p.: il. Disponível em: <https://www.fef.unicamp.br/feff/sites/uploads/deafa/qvaf/alimen_saudavel_completo.pdf> Acesso em: 28 jun. 2023.

VILELA, N. J. e LUENGO, R. F. A. Produção de hortaliças folhosas no Brasil. Embrapa – Revista Virtual: Campo e Negócios/2021. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-hortalicas-folhosas-no-brasil/>> Acesso em: 28 jun. 2023.

WICZKOWSKI, W. et al. Bioavailability of quercetin from flesh scales and dry skin of onion in rats. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, Bratislava, v. 12, n. 53, supl. 1, p. 95-99, 2003. Disponível em: <<http://journal.pan.olsztyn.pl/BIOAVAILABILITY-OF-QUERCETIN-FROM-FLESH-SCALES-AND-DRY-SKIN-OF-ONION-IN-RATS,98567,0,2.html>> Acesso em: 28 jun. 2023.

Xu D, Hu MJ, Wang YQ, Cui YL. Antioxidant Activities of Quercetin and Its Complexes for Medicinal Application. Molecules. Mar/2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30901869/>> Acesso em: 28 jun. 2023.