

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

RENATA AMANDA DA C PEREIRA

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA EM FARINHA DE CEBOLA
ROXA (*Allium cepa*)**

Vitória de Santo Antão

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DA VITÓRIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO

RENATA AMANDA DA C PEREIRA

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA EM FARINHA DE CEBOLA
ROXA (*Allium cepa*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, em cumprimento ao requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição, sob orientação da Professora Dra. Christine Lamenha Luna Finkler.

Vitória de Santo Antão

2021

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecário Jaciane Freire Santana, CRB-4/2018

P436e Pereira, Renata Amanda da C.

Extração e quantificação de quercetina em farinha de cebola roxa (*Allium cepa*)/ Renata Amanda da C Pereira. - Vitória de Santo Antão, 2021.

41f.; il.: color.

Orientadora: Christine Lamenha Luna Finkler.

TCC (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Bacharelado em Nutrição, 2021.

Inclui referências.

1. Aproveitamento integral dos alimentos. 2. Quercetina. 3. Tecnologia dos alimentos. I. Finkler, Christine Lamenha Luna (Orientadora). II. Título.

664 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 162/2021

RENATA AMANDA DA C PEREIRA

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE QUERCETINA EM FARINHA DE CEBOLA
ROXA (*Allium cepa*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Graduação em Nutrição do Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco, em cumprimento ao requisito obrigatório para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição, sob orientação da Professora Dra. Christine Lamenha Luna Finkler.

Data de aprovação: 27/08/2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Luciana Gonçalves de Orange (Examinadora Interna)
Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Silvana Gonçalves Brito de Arruda (Examinadora Interna)
Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Andrei Felipe Loureiro do Monte Guedes (Examinador Interno)
Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco

Àqueles que devo tudo que sou: meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, sentido especial da minha existência, pelo seu olhar fraterno, cuidado e proteção ao longo dos anos;

Aos meus pais, Betânia e Sandoval, que ao longo desses tortuosos anos fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse chegar até aqui;

A minha avó Josefa, que me ensina todos os dias sobre paciência, amor e temor à Deus;

Aos meus queridos avós (*in memoriam*), Roselane, Salvino e Severino;

As minhas primas, Leandra, Rosy e Tiale, as quais considero irmãs, por todo apoio, lágrimas e sorrisos compartilhados;

Ao meu namorado, Joab, que é um dos meus maiores incentivadores e que jamais me negou apoio nos momentos em que mais precisei;

A todos meus amigos e amigas que me apoiaram nessa jornada;

A minha incrível orientadora, Prof. Dra Christine, por ter abraçado a ideia desde o início e ter desempenhado tal função com maestria. Sem ela, que tem um olhar humano para tudo que a rodeia, eu não teria conseguido;

Aos técnicos, Silvio e Gabriel, que foram indispensáveis na realização desta pesquisa;

A banca, pelo interesse e disponibilidade;

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na minha formação, minha eterna gratidão.

" [...] Quão precioso é o tempo e quão doloroso é vê-lo voar sendo tão pouco gasto em bons propósitos!

Preciso da tua ajuda: Que minha alma possa claramente depender de ti para toda santificação, e toda realização dos teus bons propósitos para mim, para o mundo e para o teu Reino."

- O vale da Visão: uma coletânea de orações puritanas (2020) | Bernnett, Arthur

RESUMO

A cebola roxa (*Allium cepa*) é uma hortaliça que apresenta um alto teor de quercetina, um flavonoide que apresenta atividade antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral e antiviral, trazendo benefícios para a redução do risco do desenvolvimento de doenças crônicas, distúrbios metabólicos e doenças neurodegenerativas. Este trabalho teve como objetivo obter as farinhas da polpa e da casca da cebola roxa e quantificar o teor de quercetina dos seus extratos. A farinha da polpa da cebola roxa apresentou teores de cinzas, proteína, lipídios e carboidratos de $4,15 \pm 0,06$, $8,20 \pm 0,46$, $1,90 \pm 0,00$ e $62,45$, respectivamente. Foi observado um alto teor de umidade ($23,30 \pm 0,53$ %), que ultrapassou a quantidade preconizada pela ANVISA para produtos vegetais secos ou desidratados, o que pode ser explicado pelas condições brandas de secagem (50 °C) utilizadas no presente trabalho. Foi realizada a análise espectrofotométrica do teor de quercetina nos extratos das farinhas da polpa e da casca, sendo obtida uma concentração de quercetina no extrato da casca 3,1 vezes maior do que a observada no extrato da polpa.

Palavras-chave: quercetina; farinha de cebola roxa; aproveitamento integral de alimentos; secagem.

ABSTRACT

Red onion (*Allium cepa*) is a vegetable that has a high content of quercetin, a flavonoid that has antioxidant, anti-inflammatory, antitumor and antiviral activities, bringing benefits to reduce the risk of developing chronic diseases, metabolic disorders and diseases neurodegenerative. This work aimed to obtain the red onion pulp and skin flours and quantify the quercetin content of its extracts. Red onion pulp flour had ash, protein, lipids and carbohydrates contents of 4.15 ± 0.06 , 8.20 ± 0.46 , 1.90 ± 0.00 and 62.45, respectively. A high moisture content (23.30 ± 0.53 %) was observed, which exceeded the amount recommended by ANVISA for dried or dehydrated vegetable products, which can be explained by the mild drying conditions (50 °C) used in this work. A spectrophotometric analysis of the quercetin content in the pulp and peel flour extracts was performed, with a concentration of quercetin in the peel extract 3.1 times greater than that observed in the pulp extract.

Keywords: quercetin; red onion flour; full use of food; drying.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3 JUSTIFICATIVA	14
4 REVISÃO DE LITERATURA	15
4.1 Alimentos funcionais e compostos bioativos	15
4.2 Compostos fenólicos	16
4.2.1 <i>Flavonoides</i>	17
4.2.1.1 <i>Quercetina</i>	19
4.3 Cebola	20
4.3.1 <i>Produção e Consumo</i>	20
4.3.2 <i>Características físico-químicas</i>	21
4.4 Conservação e secagem de alimentos	22
5 MATERIAL E MÉTODOS	23
5.1 Obtenção da farinha de cebola roxa	23
5.2 Análises físico-químicas da farinha da polpa de cebola roxa	24
5.2.1 <i>Determinação de umidade</i>	24
5.2.2 <i>Determinação de cinzas</i>	25
5.2.3 <i>Determinação de lipídios</i>	25
5.2.4 <i>Determinação de proteína</i>	25
5.2.5 <i>Determinação de carboidratos</i>	26
5.2.6 <i>Determinação da atividade de água</i>	26
5.2.7 <i>Extração de quercetina das amostras de farinha</i>	26
5.2.8 <i>Determinação do teor de quercetina</i>	28
5.2.9 <i>Valor Calórico Total</i>	28
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Caracterizados como substâncias bioativas, os flavonoides são metabólitos secundários sintetizados naturalmente pelas plantas. Estes pertencem ao grupo dos compostos fenólicos e dividem-se em seis classes que diferem entre si pela sua estrutura química e características particulares: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas (MATSUBARA; RODRIGUEZ-AMAYA, 2006). Embora não sejam considerados nutrientes, os flavonoides são componentes importantes da dieta humana. São consumidos diariamente, porém torna-se difícil uma quantificação exata do teor destes compostos ingeridos devido à falta de dados tabelados acerca de sua distribuição nos alimentos (BEHLING et al., 2004).

Nos últimos anos, o conhecimento a respeito das propriedades farmacológicas dessas substâncias bioativas vem aumentando, isto porque diversos estudos vêm mostrando que uma dieta rica desses compostos pode minimizar os riscos de doenças cardiovasculares (FUSI et al., 2020), além de apresentarem atividade antiviral (BADSHAH et al., 2021), antineoplásica (VAZHAPPILLY et al., 2021) e antioxidante (NURCHOLIS et al., 2021). Em estudo recente, foi avaliada a dieta de 2.801 pessoas ao longo de quase 20 anos, sendo analisada a ingestão de seis tipos de flavonoides, sendo demonstrado que o consumo regular de alimentos ricos nestes compostos reduz em até quatro vezes o risco de desenvolver Alzheimer e outras demências relacionadas à doença (SHISHTAR et al., 2020).

A quercetina (3,5,7,3'-4'-pentahidroxi flavona) é o principal flavonoide presente nos vegetais, podendo ser encontrada majoritariamente em maçãs, cebolas, vinho tinto, chás e brócolis. São atribuídos à quercetina efeitos benéficos contra alguns tipos de câncer devido à sua propriedade antioxidante, pois atua como sequestrador de radicais livres e como agente quelante de íons metálicos, protegendo o organismo contra a peroxidação lipídica (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; BEHLING et al., 2004; SANTOS; RODRIGUES, 2017; MATEUS, 2018). Também apresenta propriedades anti-inflamatória, imunomoduladora e anti-patogênica (AUCOIN et al., 2020).

Dados sobre a composição dos flavonoides em alimentos ainda são insuficientes, especialmente no Brasil. Hertog et al. (1992) quantificaram o teor de flavonoides nos principais vegetais e hortaliças consumidos na Holanda e encontraram altas concentrações de quercetina em cebola (284-486 mg/kg). Essa variação na concentração de quercetina diz

respeito a vários fatores, como tipo de solo e cultivo, período de colheita e o estado de maturação do vegetal, visto que com o processo natural de senescência do vegetal a presença desses metabólitos é consideravelmente diminuída (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008; OLIVEIRA, 2016).

A cebola é descrita como uma planta herbácea, cuja parte comercial é o bulbo tunicado. Quando comparada a outras hortaliças, é rica em calorias, cálcio, vitaminas e diversos minerais. É amplamente conhecida por sua ação terapêutica antimicrobiana, assim como outras plantas do gênero *Allium*, porém, também é comprovadamente rica em flavonoides, como a quercetina. É uma das plantas de maior cultivo no mundo, apresentando-se no *ranking* de importância econômica como a segunda hortaliça mais consumida. Além disso, traz consigo uma carga cultural e valor social, sendo consumida por todos os povos (EMBRAPA, 2007; RECART, 2008).

Existem diversas variações da coloração e intensidade da cebola, típicas de cada cultivar: branca, verde, amarela, marrom/vermelha e roxa, as quais diferenciam-se pela presença dos flavonoides. Dois subgrupos dos flavonoides predominam na cebola, as antocianinas e os flavonóis. O teor de antocianinas pode ser de 0,11 a 0,22 % do peso seco. O principal flavonoide do subgrupo dos flavonóis encontrado em abundância nas cebolas é a quercetina. Quercetinas aparecem com quantidades de 350 mg/kg de peso fresco, caracterizando as cebolas como um dos alimentos mais ricos nesse composto (BERNO, 2013).

No Nordeste, as principais regiões de cultivo são o Vale do São Francisco (PE/BA) e Irecê (BA), com áreas plantadas em 2020 correspondendo a 4.600 e 3.800 ha, respectivamente (HF BRASIL, 2021). A cebola é consumida principalmente *in natura*, na forma de saladas e como condimento ou tempero. No entanto, trata-se de uma hortaliça sensível às perdas pós-colheita, relacionadas a um ineficiente sistema de armazenamento e falta de cuidados no manuseio, o que influencia a qualidade final do produto.

Uma das formas de promover a ingestão de flavonoides, tais como quercetina, é o oferecimento de preparações alimentares de forma diversificada, a exemplo do emprego de farinhas obtidas a partir de fontes alimentares variadas. De acordo com a RDC 265/2005, entende-se por farinha um “produto obtido de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outro processo tecnológico considerado seguro para produção de alimentos”. Atrelada à produção desse

produto alimentício, está o processo de secagem, que é uma operação por meio da qual se remove qualquer líquido da matéria-prima, propiciando um aumento da vida útil do produto; a garantia de um produto alimentício nutritivo e concentrado; a facilidade no transporte e comercialização; e a redução nas perdas pós-colheita (EMBRAPA, 2010; BRASIL, 2005).

Nesse sentido, surgem novos produtos alimentícios a partir do aproveitamento integral dos alimentos, que, além de minimizar o desperdício e contribuir para o enriquecimento da dieta, colabora para a conservação da quercetina presente naturalmente na cebola roxa (AIOLFI; BASSO, 2013).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Extrair e quantificar a quercetina em farinhas obtidas a partir da polpa e da casca de cebola roxa (*Allium cepa*).

2.2 Objetivos específicos

- Obter farinhas da polpa e da casca de cebola roxa (*Allium cepa*);
- Caracterizar a farinha da polpa quanto aos parâmetros físico-químicos;
- Mensurar e comparar o teor de quercetina presente nas farinhas.

3 JUSTIFICATIVA

Pesquisas recentes têm demonstrado um aumento no consumo de produtos ultraprocessados e uma menor aquisição de gêneros alimentícios como hortaliças e leguminosas pela população brasileira, o que tem levado a uma redução na ingestão de flavonoides, tais como a quercetina.

A cebola roxa (*Allium cepa*) é um vegetal que constitui uma das principais fontes de quercetina na dieta humana. Apesar da recomendação de que deve ser preferencialmente consumida *in natura*, como por exemplo em saladas e pratos frios, a obtenção de farinhas a partir deste vegetal, além de permitir o seu aproveitamento integral, possibilita a sua utilização em diversos tipos de preparações que fazem com que o consumidor possa dispor de alimentos variados, com o valor nutritivo preservado e que contribuem para a sua saúde e bem-estar. Além disso, pode ser uma estratégia interessante para minimizar as perdas pós-colheita deste produto.

O teor de flavonoides nos vegetais é muito variável, pois depende do tipo do cultivar, das condições ambientais, de cultivo e de pós-colheita, além de ser influenciado pelos métodos de preparação culinária. Dessa forma, essa pesquisa justifica-se através da necessidade de quantificação da quercetina presente nas farinhas obtidas a partir da casca e da polpa de cebola roxa, visando a obtenção de um produto rico em quercetina e que pode ser utilizado na dieta em preparações variadas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Alimentos funcionais e compostos bioativos

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define como propriedade funcional de um alimento “aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente e/ou não nutrientes tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. Esta definição é segundo a Resolução n. 19, de 30 de abril de 1999, que estabelece os procedimentos para registro de alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem (BRASIL, 1999).

Ao longo dos anos, a ANVISA tem feito uma revisão dos diversos regulamentos sobre categorias de alimentos, e essa necessidade é resultado da atualização da legislação sanitária e do aprimoramento da análise técnica, assim como do surgimento de novas evidências e requisitos necessários para avaliar a segurança e comprovação entre o consumo de alimentos e benefícios à saúde. Em 2002, foi aprovado o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e ou de Saúde, de acordo com a Resolução RDC nº 2, de 07 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002) para os produtos funcionais do tipo carotenóides, fitoesteróis, flavonoides, fosfolipídios, organosulfurados, polifenóis e probióticos.

Em 2016, foi atualizada a lista das alegações de propriedade funcional ou de saúde e os requisitos específicos para utilização dos textos padronizados, estando citados os ácidos graxos, carotenóides, fibras alimentares, polióis, probióticos e proteína de soja (BRASIL, 2016). Alguns alimentos naturalmente ricos em vitaminas e minerais e que são importantíssimos à saúde, podem ou não serem considerados como alimentos funcionais; porém, para se enquadrarem nessa classificação deverá ser comprovado algum efeito adicional sobre a saúde (VIDAL, et al. 2012).

Visando a adoção de hábitos mais saudáveis pela população em geral, o consumo de alimentos funcionais tem sido consideravelmente maior a partir da última década pelo fato de os consumidores certificarem-se da relação saúde e nutrição, tendo em vista não só a promoção de saúde, como a prevenção de doenças. Os alimentos funcionais foram assim definidos, pois além de fornecer ao organismo os nutrientes básicos, apresentam benefícios para o funcionamento metabólico e fisiológico a partir de alguns compostos bioativos,

contribuindo para um melhor desempenho do organismo do indivíduo que os ingere (VIDAL, et al. 2012, FERRARI; TORRES, 2002).

Tais alimentos apresentam em sua composição, além de macro e micronutrientes, compostos bioativos que possuem ação metabólica e fisiológica específica. Seus efeitos benéficos podem atingir múltiplos alvos celulares de forma simultânea, tais como ação antioxidante, ativação de enzimas, bloqueio de atividades virais ou bacterianas, inibição da absorção do colesterol, atividade anti-inflamatória e diminuição da agregação plaquetária. Vale salientar que os estudos demonstram efeitos positivos desses alimentos apenas quando em conjunto com uma ingestão alimentar adequada e balanceada.

Entre os diversos compostos bioativos existentes que caracterizam funcionalidade aos alimentos estão os carboidratos não digeríveis (fibras solúvel e insolúvel), esteroides vegetais, fitoestrógenos e antioxidantes (polifenóis, carotenoides, tocoferóis, tocotrienóis, fitoesteróis, isoflavonas e compostos organossulfurados) (CHAVES, 2015).

4.2 Compostos fenólicos

Amplamente difundidos em alimentos de origem vegetal, os compostos fenólicos são produtos do metabolismo secundário das plantas. São sintetizados durante o processo de fotossíntese, e apesar de não estarem diretamente ligados aos processos de crescimento, desenvolvimento e reprodução, como os metabólitos primários, são importantes para a sobrevivência das plantas, pois sua função nos vegetais é configurar proteção contra herbívoros, microrganismos e plantas recorrentes (NASCIMENTO, 2016). Exercem ainda proteção a situações de estresse, como injúrias, ataques de insetos, radiação ultravioleta, e contribuem para o crescimento e reprodução dos vegetais, estimulando a polinização por insetos e ação anti-patogênica (GIUNTINI, 2018).

Os compostos fenólicos em alimentos estão relacionados com a adstringência, aroma e pigmentação vermelha, roxa e azul a frutas e verduras, além de sua atividade antioxidante, auxiliando na conservação da qualidade do alimento (BAENA, 2015). As principais fontes de compostos fenólicos são frutas (maçã, laranja, limão, pêssego, damasco, ameixa, pêra, uva, cereja, mirtilo, morango e framboesa) (ZOU et al., 2016), cereais e leguminosas (soja, ervilha, feijão, centeio, aveia, cevada e milho) (HUNG, 2016), legumes (repolho roxo, espinafre, brócolis, batata, cebola) (JIMÉNEZ-AGUILAR; GRUSAK, 2017), além de algumas bebidas

(café, leite de soja, vinho tinto, chá preto e verde) (RODRÍGUEZ-ROQUE et al., 2013) e especiarias (salsa, anis estrelado, orégano, alecrim e pimenta-do-reino) (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015).

Estes compostos começaram a despertar atenção quando começou a se associar a baixa incidência de doenças coronarianas com os hábitos alimentares da região sudeste da França, que incluem o consumo regular de vinho tinto – o chamado Paradoxo Francês (BEER et al, 2002). São compostos biologicamente ativos, capazes de influenciar o organismo a nível molecular. Por esse motivo, nos últimos anos têm-se observado uma atenção crescente à ação dessas substâncias na manutenção da saúde humana (NASCIMENTO, 2016).

Diversas propriedades são atribuídas a estas substâncias, tais como atividade antioxidante (MAYA-CANO et al., 2021), atividade antimicrobiana (SILVA et al., 2018), agentes de uso potencial contra doenças relacionadas ao envelhecimento (ARRUDA et al., 2020), redução do risco de doenças crônicas e atividade anticarcinogênica (ANGELO; JORGE, 2007; BAENA, 2015). Recentemente, existem evidências da atuação dos compostos fenólicos como inibidores do acoplamento do SARS-CoV-2 por se ligarem à proteína *spike S*, embora estudos pré-clínicos e clínicos sejam necessários para confirmar essas evidências (PARAISO et al., 2020). Dentre os diversos compostos fenólicos existentes na natureza, o maior grupo corresponde aos flavonoides (SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

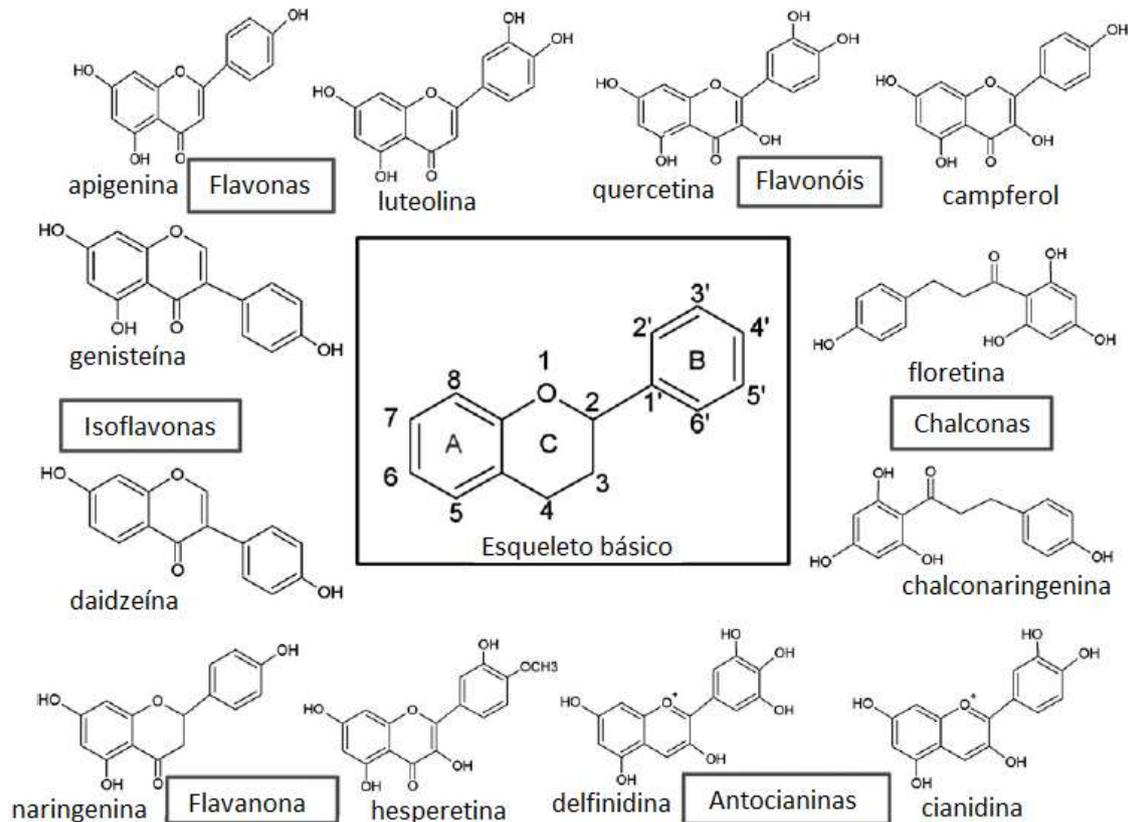
4.2.1 Flavonoides

Em 1930 uma nova molécula de laranja teria sido isolada e acreditava-se tratar de mais um novo membro da família das vitaminas, sendo então denominada como vitamina P; contudo, verificou-se mais tarde tratar-se de um flavonoide (MACHADO, et al 2008).

Os flavonoides representam um dos grupos mais importantes e diversificados de origem vegetal que se encontram geralmente em folhas, flores, raízes e frutos das plantas, podendo ainda, o mesmo composto, apresentar diferentes concentrações dependendo do órgão vegetal em que se encontra. Além disso, fatores abióticos naturais como a radiação solar, raios UV, períodos de seca ou chuva, nutrientes e estações do ano influenciam no metabolismo e na produção destes compostos (FLAMBÓ, 2013).

Até a atualidade cerca de 6.000 diferentes flavonoides foram descritos, e estes compostos podem ser subdivididos em diferentes subgrupos dependendo do carbono do anel C no qual o anel B está ligado e o grau de insaturação e oxidação do anel C (Fig. 1).

Fig. 1 – Estrutura básica dos flavonoides e suas classes



Fonte: Adaptado de PANCHE et al., 2016.

Flavonoides em que o anel B está ligado na posição 3 do anel C são chamados de isoflavonas. Aqueles em que o anel B está ligado na posição 2 podem ser subdivididos em vários subgrupos com base nas características estruturais do anel C. Exemplos desses subgrupos são: flavonas, flavanonas, flavonóis, chalconas e antocianinas (Fig. 1) (PANCHE et al., 2016).

A manipulação dos alimentos pode por vezes resultar na perda destes compostos, em maior ou menor grau, variando de acordo com o tipo de alimento e o tipo de preparação. Contudo, os flavonoides são compostos relativamente estáveis, podendo resistir à oxidação, temperaturas elevadas e variações de acidez (MACHADO, et al 2008). Dentre o grande grupo

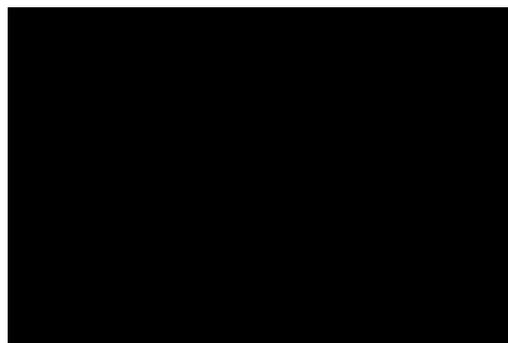
dos flavonoides, os flavonóis são os mais encontrados entre os vegetais, e a quercetina é o mais abundante flavonoide desse grupo.

4.2.1.1 Quercetina

A quercetina (3,5,7,3'-4'- pentahidroxi flavona) é o principal flavonoide presente nos vegetais. Caracterizada como um poderoso antioxidante, diversos estudos mostram os benefícios e a eficiência desta substância em diversas áreas (OLIVEIRA, 2016), tais como efeito neuroprotetor (GREWAL et al., 2021), tratamento da síndrome metabólica (SHATYLO et al., 2021), melhora do metabolismo da glicose (FANG et al., 2021), além de propriedades anti-inflamatória, anticarcinogênica, antiviral, hepatoprotetora, gastroprotetora e de melhora do sistema imunológico (COSTA, 2010).

Sua forma molecular é $C_{15}H_{10}O_7$ e apresenta um peso molecular de 302,24 g/mol (Fig. 2). É encontrada na sua forma glicosilada, e assim como compostos do mesmo grupo, apresenta-se sensível à luz. É praticamente insolúvel em água, sendo solúvel em metanol e etanol. Sua molécula apresenta três componentes estruturais que se relacionam com sua atividade antioxidante, sendo eles: presença do grupo catecol; dupla ligação entre carbonos e a presença do grupamento 3-OH combinado com dupla ligação entre carbonos. Estes são responsáveis pela formação de radicais estáveis de fenoxil; saída de um elétron do radical fenoxil e aumento na estabilização, respectivamente (SIQUEIRA, 2013; OLIVEIRA, 2016).

Fig. 2 – Estrutura química da quercetina



O teor de quercetina nos alimentos pode variar devido às condições de solo, colheita e armazenagem (NABAVI et al., 2015). De acordo com LARSON et al. (2012), a quercetina é absorvida no cólon e no intestino delgado, e sua biodisponibilidade depende da forma em que é ingerida, da matriz alimentar e das diferenças individuais da microbiota.

A quercetina está contida em abundância em maçãs, mel, framboesas, cebolas, uvas vermelhas, cerejas, frutas cítricas e vegetais de folhas verdes. Dentre os vegetais e frutas, o conteúdo de quercetina é mais alto nas cebolas (HOLLMAN; KATAN, 1999).

Embora resistentes ao calor, oxigênio e graus moderados de acidez, o armazenamento dos alimentos e os tipos de preparações causam perdas de flavonoides. Aherne e Brien (2002) relatam que as cebolas perdem o conteúdo de quercetina em até 33 % nos primeiros 12 dias de armazenamento. De acordo com Price e Rhodes (1997), o cozimento de cebolas reduz o nível de quercetina, especialmente devido à lixiviação da água de cozimento e à influência da temperatura, assim como o tempo de fritura. Por outro lado, Costa et al. (2002), ao estudarem o comportamento térmico da quercetina, verificaram que durante o aquecimento da substância ocorre uma perda de massa de 10 % num intervalo de temperatura de 103 a 342 °C. Os autores observaram que a perda de água ocorre a 116 °C, e que a decomposição da substância acontece a 344 °C, o que demonstra uma considerável estabilidade térmica deste composto.

4.3 Cebola

Cultivada desde os tempos remotos, tendo seus primeiros relatos na Ásia Central, na região do Afeganistão, a cebola, que é uma das plantas cultivadas mais difundidas no mundo, pertence à família Alliaceae e, juntamente com outros tipos de condimentos, é classificada botanicamente como *Allium cepa*. Morfologicamente, a cebola é descrita como uma planta herbácea, cuja parte comercial é o bulbo tunicado, que apresenta variação em formato, cor, pungência, tamanho e conservação pós-colheita (OLIVEIRA, 2016; EMBRAPA, 2007).

No desenvolvimento da planta, as folhas, que podem ou não ser cerosas, apresentam disposição alternada, gerando duas fileiras ao longo do caule. As folhas estão inseridas nas bainhas foliares, as quais projetam-se acima da superfície do solo e formam uma estrutura firme, comumente chamada de caule, mas que, na realidade, é um pseudocaule. O caule verdadeiro está localizado abaixo da superfície do solo e é composto por um disco achatado (prato), situado na extremidade inferior do bulbo que emite raízes fasciculadas e pouco ramificadas (EMBRAPA, 2007).

4.3.1 Produção e Consumo

O mercado de hortaliças no Brasil, sobretudo o da cebola, sofreu significativa interferência em decorrência da globalização econômica mundial e formação do Mercosul. Ocupando o terceiro lugar em importância econômica no Brasil, tem seus maiores produtores na região Sul e Nordeste. O maior produtor mundial da cebola é a China, sendo o país que apresenta maior superfície cultivada. Outros países também se destacam entre os maiores produtores, como a Índia, Rússia e Paquistão, com áreas acima de 100 mil hectares (EMBRAPA, 2007; OLIVEIRA, 2016).

Em 2019, o Brasil apresentou uma área cultivada de 48.146 ha, com uma produção de 1.556.885 ton, sendo o Estado de Santa Catarina o principal produtor, com 457.221 ton (IBGE, 2019). No Nordeste brasileiro, a cebola é predominantemente produzida no Vale do São Francisco nos Estados de Pernambuco e da Bahia, onde é cultivada durante todo o ano. Esses dois estados respondem pela totalidade da área plantada no Nordeste brasileiro (EMBRAPA, 2007).

O cultivo da cebola no Brasil é praticado principalmente por pequenos produtores e sua importância socioeconômica ultrapassa os vieses da rentabilidade, favorecendo uma grande demanda de mão-de-obra e contribuindo para a viabilização de pequenas propriedades e a fixação de produtores na zona rural (EMBRAPA, 2007; OLIVEIRA, 2016).

4.3.2 Características físico-químicas

Pelo fato de a cebola ser comumente utilizada como condimento, seu consumo diário *per capita* é relativamente pequeno, fazendo com que sua contribuição nutricional seja limitada. Porém, além de ser utilizada como condimento, servindo como base na preparação de diversos alimentos, a cebola possui princípios químicos que vêm sendo bastante estudados pela indústria farmacêutica. Além disso, é comumente encontrada em sua forma processada nas formas cozida, pickles congelados, desidratada, essência, creme de cebola, bulbos enlatados e liofilizada (EMBRAPA, 2007).

Em função das quantidades relativamente baixas de proteína, lipídios e carboidratos, a cebola não pode ser considerada fonte nutricional, tendo seu valor como condimentar e medicinal e sendo constituída de cerca de 90 % de água. Mas, em comparação a outras hortaliças frescas, é consideravelmente rica em caloria, cálcio e em riboflavinas. Apresenta diferentes minerais como cálcio, ferro, fósforo, magnésio, potássio, sódio e selênio, assim como vitamina C, B1 e B2. (EMBRAPA, 2007; OLIVEIRA, 2016).

Há muito tempo estuda-se a ação terapêutica das plantas do gênero *Allium*, principalmente o alho e a cebola. Atribui-se esta ação aos compostos orgânicos sulfurados, como por exemplo a ação inibidora sobre alguns microrganismos e diminuição dos níveis de glicose em ratos. Apresenta em sua composição dois grupos de compostos benéficos à saúde humana: flavonoides e sulfóxidos de cisteína. Dois subgrupos que são de grande interesse pelas suas propriedades anticarcinogênicas predominam nas cebolas: as antocianinas e as quercetinas (EMBRAPA, 2007).

4.4 Conservação e secagem de alimentos

A secagem de alimentos é um processo de conservação que permite a obtenção de produtos de baixo teor de umidade. Essa tecnologia permite prolongar a vida útil do produto, e a secagem artificial utiliza equipamentos em que o processo de desidratação ocorre por um dado período de tempo (EMBRAPA, 2010).

Uma série de mudanças físicas e químicas ocorre durante o processo de secagem, o que altera a qualidade do produto desidratado em termos de valor nutricional, cor, *flavor* e textura. Determinadas propriedades nutritivas podem ser perdidas no processo, principalmente as vitaminas; apesar disso, diversas vantagens são atribuídas a esse processamento térmico, como: Aumento de vida útil do produto; o valor alimentício do produto concentra-se em decorrência da perda de água; facilidade no transporte e comercialização; processamento de relativo baixo custo e redução nas perdas pós-colheita (EMBRAPA, 2010).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos do presente trabalho foram realizados nos laboratórios de Bromatologia; Tecnologia de alimentos e Multifuncional II da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória (UFPE-CAV).

5.1 Obtenção da farinha de cebola roxa

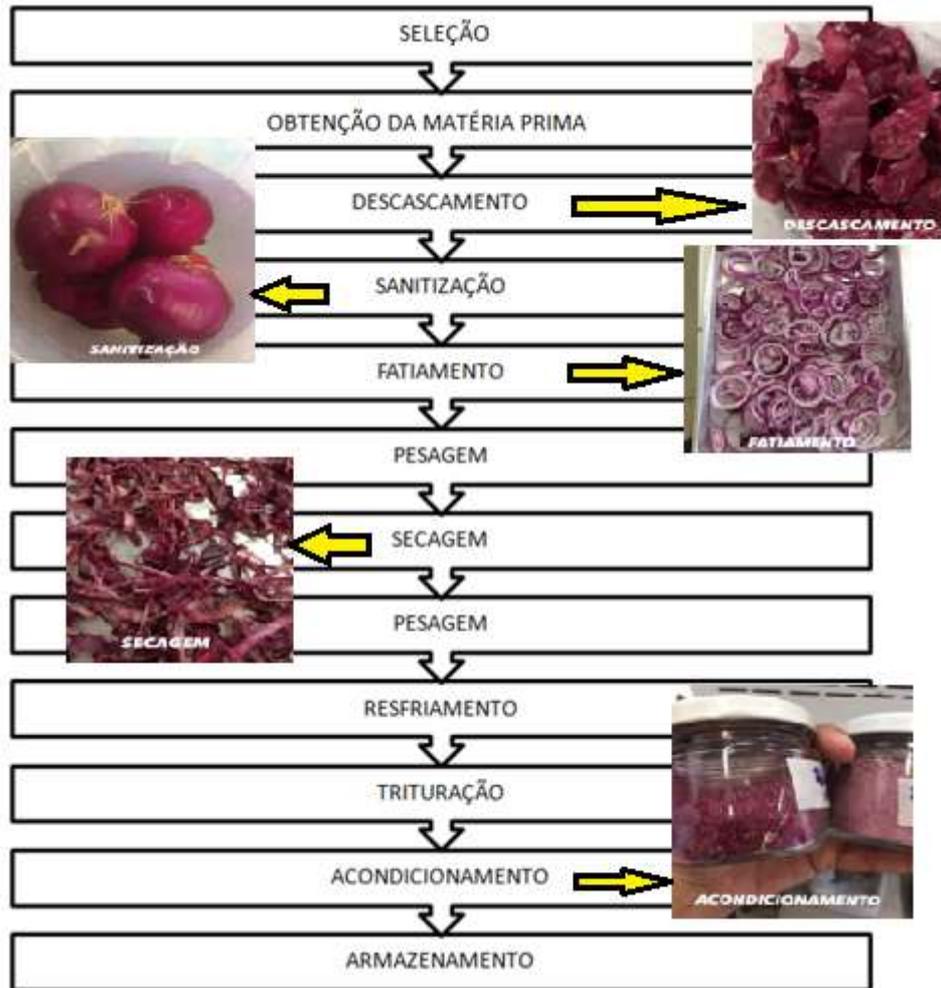
As cebolas foram obtidas numa feira livre da cidade de Vitória de Santo Antão, PE, Brasil, sendo selecionadas de acordo com sua fase de maturação. Foram escolhidas aquelas que se apresentaram já desenvolvidas, a partir de critérios físicos como firmeza e atributos sensoriais como a cor e o odor característico.

Após o recebimento da matéria-prima, a cebola foi destinada ao processo de descascamento, onde houve a exclusão da casca fina que recobre as túnicas. Em seguida, foi realizada a etapa de sanitização, as quais ficaram submersas em uma solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, sendo posteriormente enxaguadas em água corrente.

Após retirado o excesso da solução, as cebolas foram descascadas e cortadas, sendo separadas as frações da casca e da polpa e descartando-se as raízes e os talos. Em seguida, as frações foram pesadas em balança semi-analítica. Posteriormente, as amostras foram dispostas em bandejas e o material foi colocado em estufa a uma temperatura de 50 °C para realização da secagem até a obtenção de peso constante. Nesta etapa, as amostras foram pesadas periodicamente para a obtenção da curva de secagem do produto (perda de umidade em função do tempo).

A cebola desidratada foi resfriada a temperatura ambiente para então ser destinada a etapa de trituração, a qual foi realizada em moinho de facas previamente higienizado. Em seguida, as farinhas foram acondicionadas em recipientes de vidro hermeticamente fechados, armazenadas sob refrigeração e protegidas da luz até o início das análises físico-químicas. A Figura 3 ilustra o fluxograma para obtenção das farinhas de cebola roxa e as imagens do processamento.

Fig. 3 - Fluxograma da obtenção das farinhas de cebola roxa (*Allium cepa*).



Fonte: A autora, 2021.

5.2 Análises físico-químicas da farinha da polpa de cebola roxa

5.2.1 Determinação de umidade

As análises foram feitas em triplicata, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Uma massa de 3 g das amostras foi pesada em cápsulas de porcelana previamente taradas e posteriormente foram aquecidas em estufa a 105 °C até obtenção de peso constante. Após esse processo, as amostras foram colocadas em dessecador para seu resfriamento, sendo posteriormente pesadas em balança analítica.

O teor de umidade das amostras foi determinado de acordo com a Equação 1:

$$\text{Umidade (\%)} = \left(\frac{N_1}{P_1} \right) \times 100 \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

N_1 = massa (em g) de umidade (perda de massa em g)

P_1 = massa (em g) da amostra

5.2.2 Determinação de cinzas

As análises foram feitas em triplicata, conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). O teor de cinzas foi determinado por calcinação em mufla a 550 °C até obtenção de cinzas branco-acinzentadas. Em seguida, as amostras foram colocadas em dessecador até atingir a temperatura ambiente. O teor de cinzas foi determinado de acordo com a Equação 2:

$$\text{Cinzas (\%)} = \frac{N_2}{P_2} \times 100 \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

N_2 = massa (em g) de cinzas

P_2 = massa (em g) da amostra

5.2.3 Determinação de lipídios

Os experimentos foram realizados em triplicata, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), utilizando a metodologia de extração direta em Soxhlet com o emprego de éter de petróleo como solvente. O teor de lipídios foi determinado de acordo com a Equação 3:

$$\text{Lipídios (\%)} = \frac{N}{P} \times 100 \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

N = massa (em g) de lipídios

P = massa (em g) da amostra

5.2.4 Determinação de proteína

A determinação de proteína foi realizada pelo método Kjeldahl, conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), na qual preconiza a avaliação das concentrações de nitrogênio da amostra, havendo o recolhimento da amônia liberada em ácido bórico. Os

valores obtidos foram multiplicados pelo fator de conversão da proteína vegetal (5,75), disponível na resolução RDC nº 360/2003 (BRASIL, 2003). Os resultados foram determinados em triplicata. O teor de proteína foi determinado de acordo com a Equação 4:

$$\text{Proteína (\%)} = \frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (\text{Equação 4})$$

V = diferença entre o nº de mL de ácido sulfúrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 M gastos na titulação;

P = massa (em g) da amostra;

f = fator de conversão (5,75)

5.2.5 Determinação de carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado pela diferença entre as somas das porcentagens de umidade, proteína, lipídios e cinzas.

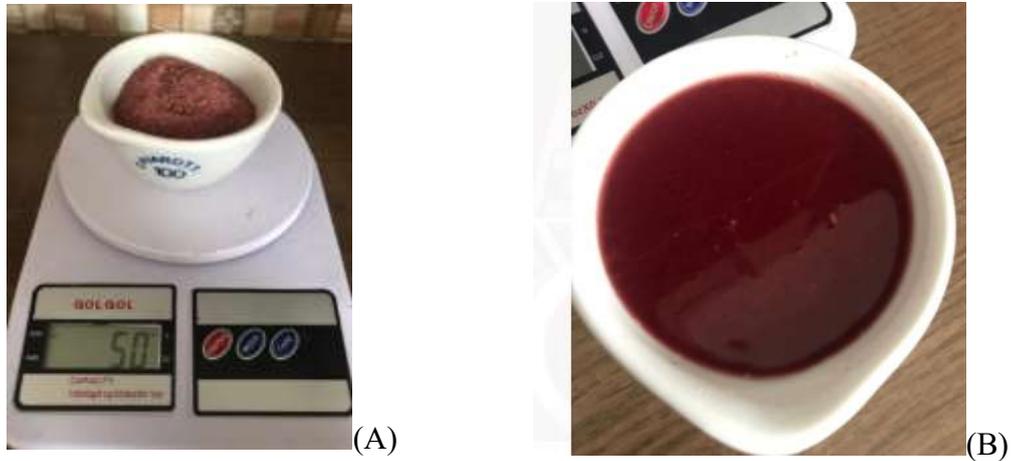
5.2.6 Determinação da atividade de água

A atividade de água foi realizada em triplicata, utilizando-se o equipamento Pawkit® previamente calibrado, e os resultados foram obtidos por leitura direta no equipamento.

5.2.7 Extração de quercetina das amostras de farinha

Para a extração da quercetina da farinha da polpa de cebola roxa, uma massa de 50 gramas da farinha foi macerada em 50 mL de etanol 80 % (v/v) (Fig. 4). Após 24 horas, a amostra foi filtrada em papel de filtro com tamanho de poro de 28 µm.

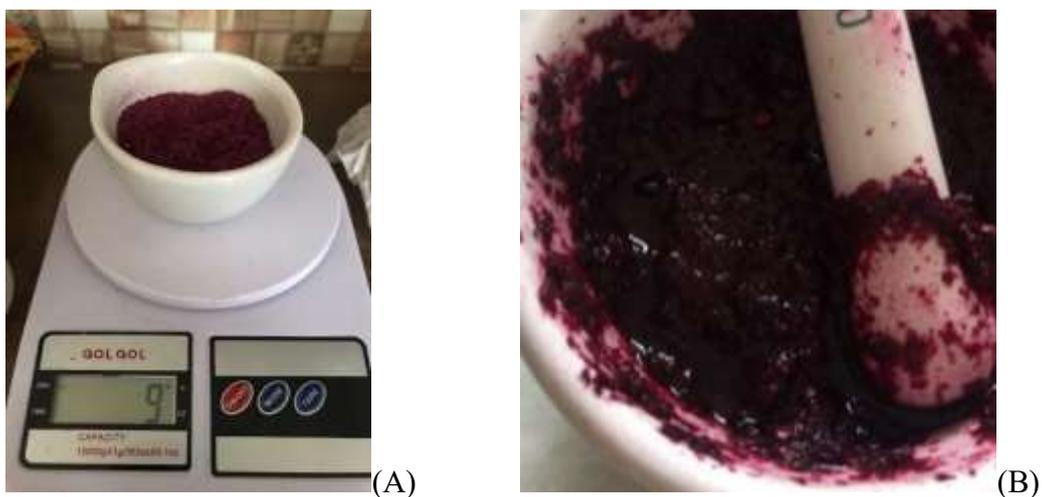
Fig. 4 – Aspecto visual da farinha da polpa de cebola roxa (*Allium cepa*) (A) e após a adição de etanol 80 % (v/v) (B) durante a etapa de extração da quercetina.



Fonte: A autora, 2021.

Para a extração da quercetina da farinha da casca, foi realizado o mesmo procedimento descrito acima, com exceção da proporção de massa de farinha e volume de etanol 80 % (v/v), sendo utilizada uma massa de 9 g de farinha para um volume de 50 mL de etanol (Fig. 5).

Fig. 5 – Aspecto visual da farinha da casca de cebola roxa (*Allium cepa*) (A) e após adição de etanol 80% (v/v) (B) durante a etapa de extração da quercetina.



Fonte: A autora, 2021.

Esta modificação foi realizada em virtude das características da farinha da casca, que se apresentou com um aspecto flocado e com uma alta capacidade de absorção do solvente. Dessa forma, optou-se por modificar a proporção de massa de farinha e volume de solvente,

de forma a ser obtido um volume de extrato suficiente e que pudesse ser recuperado após o processo de extração da quercetina

5.2.8 Determinação do teor de quercetina

O teor de quercetina nas farinhas foi determinado de acordo com a metodologia descrita por Leite, Santos, Bertussi (2008). Inicialmente, foi construída uma curva de calibração (0 a 35 $\mu\text{g/mL}$) utilizando-se um padrão de quercetina (Sigma®). Para a realização das leituras preparou-se inicialmente uma solução estoque de 0,025 g de quercetina em 250 mL de etanol 80 % (v/v), sendo feitas diluições a partir desta solução de forma a serem realizadas as leituras de absorbância em espectrofotômetro a um comprimento de onda de 362 nm. As análises foram feitas em triplicata.

A determinação do teor de quercetina nos extratos obtidos a partir das amostras das farinhas da casca e da polpa de cebola roxa foi realizada de acordo com o mesmo procedimento, após diluição em etanol 80 % (v/v) e análise espectrofotométrica a 362 nm.

5.2.9 Valor Calórico Total

A partir de dados da conversão entre carboidratos, lipídios e proteínas, foram obtidos os valores para o Valor Calórico Total dos produtos (Equação 5).

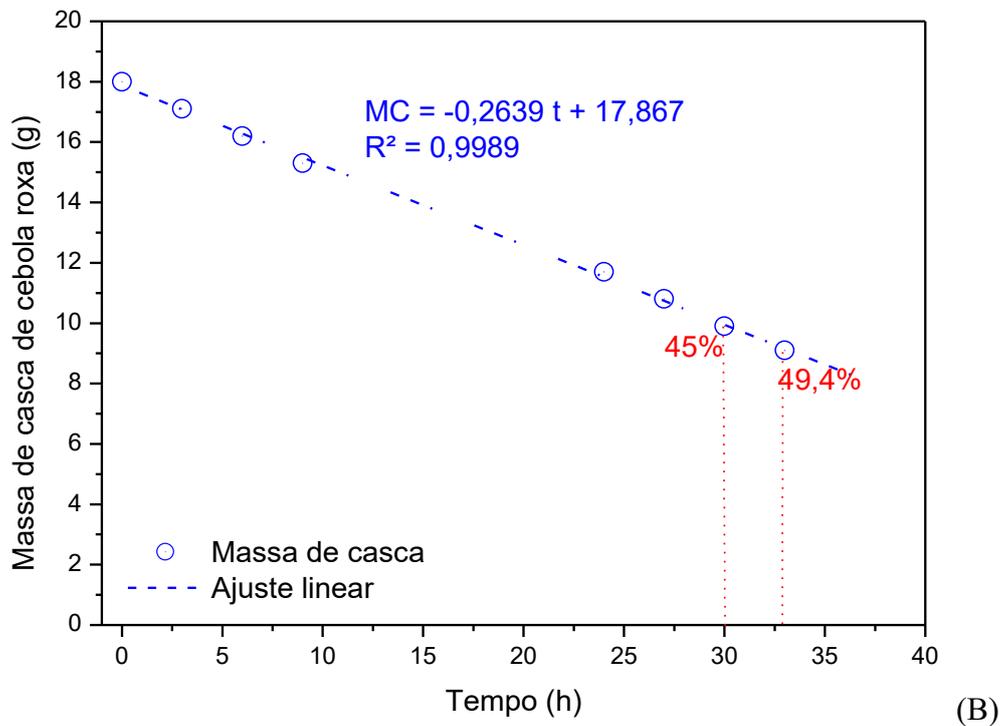
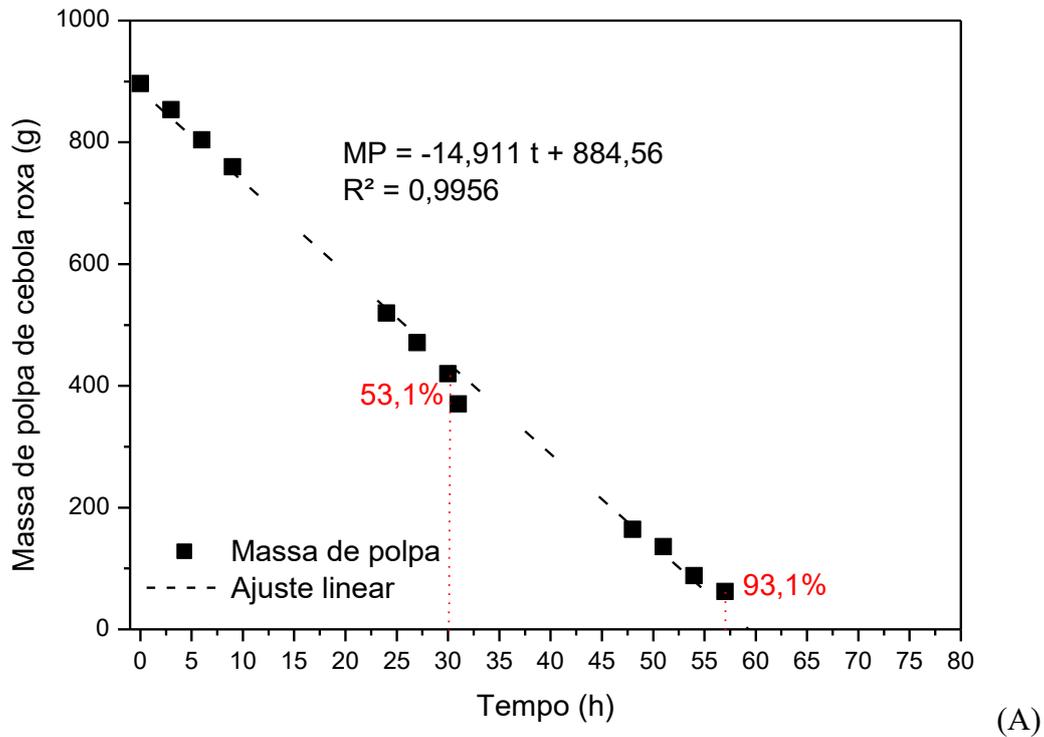
$$\text{Valor calórico total} = (P \times 4) + (C \times 4) + (L \times 9) \text{ (Equação 5)}$$

Onde: P , C e L correspondem às concentrações de proteína, carboidratos e lipídios, respectivamente. Os valores 4 e 9 dizem respeito às calorias presentes em cada grama do produto.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 6 apresenta os dados de secagem da polpa e da casca de cebola roxa.

Fig. 6 - Curvas de secagem das amostras de polpa (A) e de casca (B) de cebola roxa (*Allium cepa*) a 50 °C (MP: massa de polpa; MC: massa de casca).



Fonte: A autora, 2021.

Observa-se que desde as primeiras horas do processo, a perda de massa de água é constante para ambas as amostras. Após 30 h de secagem, foi observada uma perda de massa de 53,1 % para a amostra de polpa e de 45,0 % para a amostra de casca em relação às massas iniciais. Após 57 h de secagem, a perda de massa da amostra de polpa foi de 93,1 %. Para a amostra da casca de cebola roxa, a secagem foi observada por um período de 33 h, havendo uma perda de massa final de 49,4 %.

Os dados correspondentes à etapa de secagem à taxa constante foram ajustados por um modelo de regressão linear, sendo obtidos coeficientes de correlação de 0,99 para ambas as amostras.

Sabe-se que o processo de secagem pode ser dividido em três etapas (PAREDA, 2005). A primeira fase da secagem é chamada de estabilização, onde ocorre o equilíbrio da superfície do sólido com o ar de secagem, até que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa. Em geral, é um período de curta duração em relação ao período total de secagem. A segunda fase corresponde à evaporação da água superficial e da água livre do alimento, sendo caracterizada pela taxa constante de secagem, sendo esta a etapa ajustada pelo modelo linear no presente trabalho para ambas as amostras. Após este período, o teor de água que se encontra no centro do alimento terá que se deslocar até a superfície para que ocorra a evaporação, não sendo mais observada uma variação significativa na massa da amostra, atingindo-se dessa forma a umidade de equilíbrio. Esta etapa final da secagem não foi observada para as amostras em estudo.

O aspecto visual da amostra desidratada obtida a partir da polpa de cebola roxa pode ser observado na Figura 7.

Fig. 7 – Aspecto visual da amostra desidratada obtida a partir da polpa de cebola roxa (*Allium cepa*).

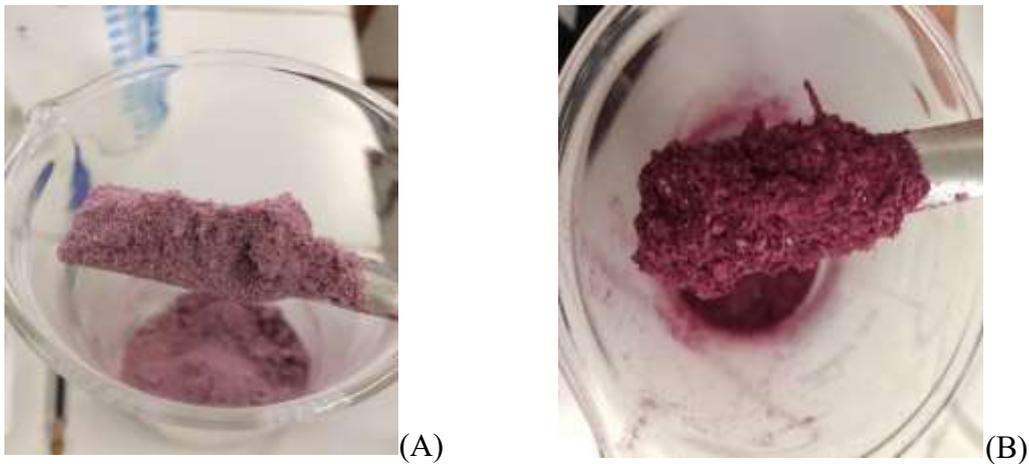


Fonte: A autora, 2021.

Barbosa et al. (2018) avaliaram o processo de secagem da cebola em corte transversal utilizando um secador solar. O processo de exposição ao sol teve duração de 9 h, sendo observada uma perda de massa de água de cerca de 85,3 % numa faixa de temperatura de 24 a 74 °C, ou seja, numa condição de secagem sem controle de temperatura. Os autores salientam que diversos fatores influenciam a taxa de secagem, tais como a temperatura, a velocidade e umidade relativa do ar, o teor de umidade e a temperatura da superfície do alimento e a proporção superfície/volume. Vale salientar que a temperatura de secagem utilizada neste trabalho foi de 50 °C, de forma a garantir as propriedades bioativas da quercetina.

A Figura 8 mostra o aspecto visual das farinhas obtidas a partir da polpa e da casca de cebola roxa após a moagem das amostras desidratadas, sendo possível observar na farinha da casca da cebola um aspecto flocado, onde os grãos são consideravelmente maiores que os da farinha da polpa da cebola. Além disso, outro aspecto visual importante é a tonalidade das farinhas, visto que a cor da farinha da casca da cebola apresenta-se mais intensa em comparação a cor da farinha da polpa.

Fig. 8 – Aspecto visual das amostras após o processo de moagem. (A) Farinha da polpa da cebola roxa; (B) Farinha da casca da cebola roxa.



Fonte: A autora, 2021.

A atividade de água obtida para a farinha da polpa de cebola roxa (*Allium cepa*) foi de $0,42 \pm 0,01$, e o teor de umidade percentual (base úmida) foi $23,30 \pm 0,53$, estando acima do valor máximo preconizado pela ANVISA para produtos vegetais secos ou desidratados, que é de 12 % (BRASIL, 2005b). Este resultado confirma que, nas condições de secagem utilizadas no presente trabalho, o produto deve ser submetido a um tempo de secagem superior a 57 h de forma a ser atingida uma umidade que atenda à legislação para produtos vegetais secos ou desidratados.

De acordo com a Tabela de Composição de Alimentos, a cebola crua apresenta, por 100 g de parte comestível 39,4 kcal, 1,7 g de proteínas, 0,1 g de lipídios, 8,9 g de carboidratos, 0,4 g de cinzas e um percentual de umidade de 88,9 % (TACO, 2011). Neste estudo, os resultados da composição físico-química da farinha da polpa de cebola roxa estão mostrados na Tabela 1, sendo o resultado do valor calórico total correspondente a 299,7 kcal. O sabor adocicado da farinha da polpa de cebola roxa pode ser atribuído ao alto teor de carboidratos presente na amostra.

Tabela 1. Composição físico-química da farinha da polpa de cebola roxa (*Allium cepa*)

Parâmetros	Resultados
Atividade de água	$0,42 \pm 0,01$
Umidade (%)	$23,30 \pm 0,53$
Proteína (%)	$8,20 \pm 0,46$

Lipídio (%)	1,90 ± 0,00
Carboidrato (%)	62,45
Cinzas (%)	4,15 ± 0,06

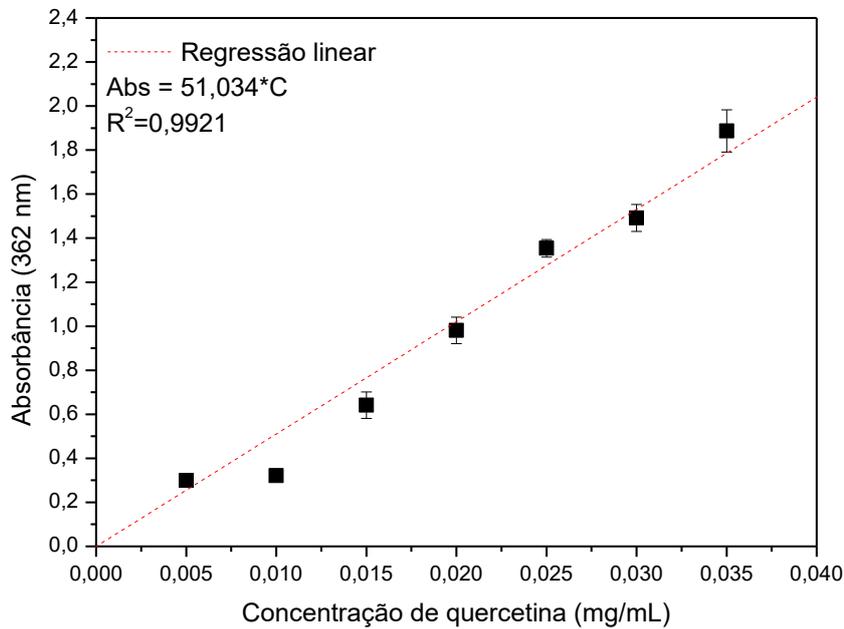
Fonte: A autora, 2021.

Não foram encontrados estudos de composição centesimal para este tipo de amostra. Em contrapartida, alguns trabalhos relatam a composição centesimal de resíduos secos da casca da cebola roxa. Albuquerque (2017) observou teores de cinzas e de proteínas de 8,7 e 3,0 %, respectivamente, para cascas desidratadas de cebola roxa, enquanto Santana (2015), em estudo com pó da casca de cebola roxa, observou uma concentração de 6,55 % de cinzas, 0,24 % de proteínas e 0,16 % de lipídios. Comparando-se os resultados, pode-se observar que foram obtidos maiores valores para proteínas e lipídios e um menor valor de cinzas para a amostra da farinha da polpa de cebola roxa que foi analisada neste estudo.

Destaca-se o alto valor proteico observado para a farinha da polpa de cebola roxa obtido no presente trabalho, o que é interessante do ponto de vista nutricional, visto que este produto pode constituir uma fonte rica em proteína vegetal, podendo atender ao público vegetariano e/ou vegano.

A Figura 9 mostra a curva padrão de quercetina obtida por análise espectrofotométrica a 362 nm, sendo observada uma forte correlação linear entre os parâmetros Absorbância *versus* Concentração de quercetina na faixa experimental investigada. Utilizando-se a curva padrão, foi possível determinar a concentração deste flavonoide nos extratos das farinhas da polpa e da casca do vegetal, sendo obtidos valores correspondentes a 2,73 e 8,47 mg de quercetina por *ml* dos extratos, respectivamente. Mesmo considerando que foi utilizada uma massa de farinha de casca (9 g) inferior à massa de farinha de polpa (50 g) para um mesmo volume de etanol (50 mL) durante a etapa de extração, a concentração de quercetina no extrato da casca foi 3,1 vezes maior do que a observada no extrato da polpa.

Fig. 9 – Curva padrão de quercetina obtida por análise espectrofotométrica a 362 nm (Abs: absorvância; C: concentração de quercetina; R^2 : coeficiente de regressão linear)



Fonte: A autora, 2021.

Galo et al. (2018) verificaram que, para qualquer temperatura de secagem da cebola roxa (60, 70, 80 e 105 °C) e também na condição *in natura*, a casca apresenta um maior teor de quercetina quando comparada com a polpa e com a fração inteira do vegetal. O maior teor de quercetina para a casca foi observado a uma temperatura de secagem de 80 °C, atingindo 47 mg/g de amostra. Para a polpa, o resultado mais satisfatório de extração de quercetina foi obtido a 105 °C, sendo observada uma concentração de quercetina de 30 mg/g de amostra. Variáveis como o tipo de solvente, temperatura, massa de matéria-prima por volume de solvente e o tempo de extração influenciam a eficiência do processo de extração e, consequentemente, a concentração de quercetina nos extratos.

O alto teor de quercetina observado na farinha da casca da cebola roxa constitui uma alternativa para o uso deste resíduo, que pode ser utilizado como condimento, sendo uma fonte importante de quercetina na dieta. Além disso, demonstra a importância do aproveitamento integral de alimentos, que, além de diminuir o desperdício, contribui para um mundo mais sustentável e para a obtenção de ingredientes com elevado potencial nutricional.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do processo de secagem, foi possível obter as farinhas da casca e da polpa da cebola roxa. Os resultados físico-químicos da farinha da polpa da cebola roxa demonstraram um alto teor de cinzas, carboidratos, e um elevado teor proteico; contudo, vale salientar a escassez de trabalhos semelhantes de produção da farinha de cebola a partir da polpa e que pudessem ser utilizados para fins de comparação dos resultados. Além disso, a farinha da polpa da cebola apresentou um alto teor de umidade, sendo superior ao valor preconizado pela ANVISA para produtos vegetais secos ou desidratados. Este fato pode ser explicado pelas condições brandas de secagem utilizadas no presente trabalho, devendo então o produto ser submetido a um tempo superior de secagem para o atendimento à legislação brasileira vigente.

O extrato obtido a partir da farinha da casca da cebola apresentou uma concentração de quercetina cerca de três vezes maior do que a observada no extrato da farinha da polpa. Dessa forma, as farinhas produzidas apresentam potencial para serem empregadas em preparações culinárias, principalmente na forma de condimentos como fonte de nutrientes e quercetina, além de serem uma alternativa para substituição, em algumas preparações, do vegetal *in natura*.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T. et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 2, 2007
- AHERNE, S.A., BRIEN, N.M., Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism, **Nutrition**, Tarrytown-NY, v. 18, p. 75–81, 2002.
- AIOLFI, A. H; BASSO, C. Preparações elaboradas com aproveitamento integral de alimentos. **Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 109-114, 2013.
- ALBUQUERQUE, A.P. **Caracterização de compostos bioativos obtidos por extração hidroalcoólica da casca de cebola roxa**. 2017. 69 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos: uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, SP, v. 66, n. 1, p. 1-9, jul., 2006.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde**. Brasília: ANVISA, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em 02 de ago. 2021.
- ANUÁRIO 2020 | 2021 - Retrospectiva 2020 e Perspectiva 2021. **HF BRASIL**, 2021. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/retrospectiva-2020-perspectivas-2021.aspx> Acesso em: 18 ago. 2021.
- ARRUDA, H.S. et al. Recent advances and possibilities for the use of plant phenolic compounds to manage ageing-related diseases, **Journal of Functional Foods**, Amsterdã, v. 75, 104203, 2020.
- AUCOIN, M.; COOLEY, K.; SAUNDERS, P.R.; CARDOZO, V.; REMY, D.; CRAMER, H.; ABAD, C.N.; HANNAN, N. The effect of quercetin on the prevention or treatment of COVID-19 and other respiratory tract infections in humans: A rapid review. **Advances in Integrative Medicine**, Amsterdam, v. 7, p. 247-251, 2020.
- BADSHAH, S.L., FAISAL, S., MUHAMMAD, A., POULSON, B.G., EMWAS, A.H., JAREMKO, M., Antiviral activities of flavonoids, **Biomedicine & Pharmacotherapy**, New York, v. 140, 111596, 2021.
- BAENA, R. C. Muito além dos nutrientes: o papel dos fitoquímicos nos alimentos integrais. **Diagnóstico e Tratamento**. São Paulo, v. 20, n.1, p. 17-21, 2015.
- BARBOSA, E.G., BELÉM, G.L., DANUSA, G.C., NUNES, B.R.P., Avaliação do processo de secagem da cebola (*Allium cepa* L.) em corte transversal utilizando um secador solar de baixo custo. **Revista Saúde & Ciência Online**, Campina Grande, v. 7, n. 2, 2018.

BEER et al. Phenolic compounds: A review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. *South African Journal of Enology and Viticulture*, **Dennesig**, Middelburg, v. 23, n. 2, 2002.

BELHING et al., . Flavonoide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BERNO, Natalia. **Processamento mínimo de cebola roxa: aspectos bioquímicos, fisiológicos e microbiológicos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 2, de 7 de janeiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de propriedades Funcionais e/ou de Saúde. **Diário Oficial da União**. Brasília, 9 de jan. 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de diretoria colegiada – RDC Nº 360, 23 de dezembro de 2003**. Brasília, Ministério da Saúde, 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-360-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf> . Acesso em: 03 dez. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de diretoria colegiada – RDC Nº 263, 22 de setembro de 2005**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005a. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_263_2005_.pdf/2b494d48-0d39-4c8d-84d1-e20ec6e9190f. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução de diretoria colegiada – RDC Nº 272, 22 de setembro de 2005**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005b. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-272-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view> Acesso em: 03 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003**. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. Brasília: MAPA, 2003.

CHAVES, D. F. S. **Compostos bioativos dos alimentos**. São Paulo. Valéria Paschoal Editora Ltda., 2015. 340p.

COSTA, L. C. O. Via Farma Importadora. **Quercetina** – Ipiranga – S.P. 2010.

COSTA, E.M. et al. Thermal characterization of the quercetin and rutin flavonoids, **Thermochemica Acta**, Amsterdã, v. 392–393, p. 79-84, 2002.

EMBRAPA. Cultivo da cebola no nordeste. **Embrapa Semi-Árido**, [S. l.], n. 3, nov. 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/162405/1/Cultivodacebola.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.

- EMBRAPA, Princípios de secagem de alimentos. **Documentos**, Planaltina-DF, n. 276, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/77765/1/doc-276.pdf>. Acesso em: 17 out. 2019.
- FANG, G. et al. The glucuronide metabolites of kaempferol and quercetin, targeting to the AKT PH domain, activate AKT/GSK3 β signaling pathway and improve glucose metabolism, **Journal of Functional Foods**, Amsterdã, v. 82, 104501, 2021.
- FERRARI, C.K.B.; TORRES, E.A.F.S. Alimentos funcionais: melhorando a nossa saúde. **Espaço para a Saúde**, Londrina, v. 3, n. 2, p. 3-4. Disponível em: <http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v3n2/doc/nut>. Acesso em: 29 maio 2021.
- FLAMBÓ, Diana Filipa Afonso Lopes Peres. **Atividades Biológicas dos Flavonoides: Atividade Antimicrobiana**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2013.
- FIGUEIREDO, H. R.; CARVALHO, V. R. J. Alimentos Funcionais: Compostos bioativos e seus efeitos benéficos à saúde. In: CONGRESSO PÓS-GRADUAÇÃO UNIS, 9., 2015. **Anais [...]** Minas Gerais: Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2015.
- FUSI, F. et al. The beneficial health effects of flavonoids on the cardiovascular system: Focus on K⁺ channels. **Pharmacological Research**, London, v. 152, 104625, 2020.
- GALO, G.T. et al. Estudo da extração da quercetina a partir da cebola roxa (*Allium cepa* L.) e seu uso como conservante alimentar natural, **The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC**, Viçosa, v. 4, n. 1, 2018.
- GREWAL, A.K. et al. Mechanistic insights and perspectives involved in neuroprotective action of quercetin, **Biomedicine & Pharmacotherapy**, New York, v. 140, 111729, 2021.
- GIUNTINI, E.B., **Alimentos funcionais**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018, 216 p.
- HERTOG, M.G.L.; HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v.40, p.2379-2383, 1992.
- HOLLMAN, P.C.H., KATAN, M.B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food Chem. Toxicol.** Oxford, v. 37, p. 937–942, 1999.
- HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alim. Nutr.** Araraquara v.19, n.1, p. 97-108, 2008.
- HUNG, P.V. Phenolic compounds of cereals and their antioxidant capacity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Philadelphia, v. 56, n. 1, p. 25-35, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agropecuária**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cebola/br>. Acesso em: 03 ago. 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. v. 4. São Paulo: IAL, 2008.

JIMÉNEZ-AGUILAR, D.M., GRUSAK, M.A. Minerals, vitamin C, phenolics, flavonoids and antioxidant activity of Amaranthus leafy vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdã, v. 58, p. 33-39, 2017.

LARSON AJ, SYMONS JD, JALILI T. Therapeutic potential of quercetin to decrease blood pressure: review of efficacy and mechanisms. **Adv Nutr.**, Bethesda, v. 3, p. 39-46, 2012.

LEITE D.L; SANTOS A. C. A; BERTUSSI R. Concentração do flavonoide quercetina em quatro genótipos de cebola. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 26, n. 2, 2008.

MACHADO, H.; NAGEM, T. J.; PETERS, V. M.; FONSECA, C. S.; OLIVEIRA, T. T. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de Biologia da Reprodução**, Juiz de Fora, v. 27, n. 1/2, p. 33-39, 2008.

MATEUS, C. N. **A importância de uma dieta rica em polifenóis no controle de doenças cardiovasculares**. 2018. 16 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Nutrição) - Faculdade de ciências da educação e saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2018.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Conteúdo de miricetina, quercetina e kampferol em chás comercializados no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.26, n.2, p. 380-385, 2006.

MAYA-CANO, D.A., ARANGO-VARELA, S., SANTA-GONZALEZ, G.A., Phenolic compounds of blueberries (*Vaccinium* spp) as a protective strategy against skin cell damage induced by ROS: A review of antioxidant potential and antiproliferative capacity, **Heliyon**, London, v. 7, n. 2, e06297, 2021.

NABAVI, S. F. et al. Role of quercetin as an alternative for obesity treatment: you are what you eat! **Food Chem.**, Barking, v. 179, p. 305-10, 2015.

NASCIMENTO, Kelly Souza do. **Compostos fenólicos, atividade antioxidante e propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* do estado do Rio Grande de Sul**. 2016. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NURCHOLIS, W. Total flavonoid content and antioxidant activity of ethanol and ethyl acetate extracts from accessions of *Amomum compactum* fruits. **Annals of Agricultural Sciences**, Cairo, v. 66, n. 1, p. 58-62, 2021.

OLIVEIRA, J. C. T. **Extração e quantificação da quercetina em cebola roxa (*Allium cepa*)**. 2016. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química Industrial) - Fundação Educacional do Município de Assis, Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, Assis/SP, 2016.

PANCHE, A.N.; DIWAN, A.D.; CHANDRA, S. R. Flavonoids: an overview. **J Nutr Sci.**, Cambridge, v. 5, e47, 2016.

PARAISO, I.L.; REVEL, J.S.; STEVENS, J.F. Potential use of polyphenols in the battle against COVID-19, **Current Opinion in Food Science**, Amsterdã, v. 32, p. 149–155, 2020.

PAREDA, J.A.O. (org.). **Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre: Artmed; 2005.

PRICE, K.R.; RHODES, M. J. C. Analysis of the major flavonol glycosides present in four varieties of onion and changes in composition resulting from autolysis. **J Sci Food Agric**, Mysore, v. 74, p. 331, 1997.

RECART, V. M. **Caracterização de compostos bioativos em cebola e chlorella**. 2008. 136 f. Tese (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Departamento de Química, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande/RS, 2008.

RODRÍGUEZ-ROQUE, M. J.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; ELEZ-MARTÍNEZ, P.; MARTÍN-BELLOSO, O. Soymilk phenolic compounds, isoflavones and antioxidant activity as affected by in vitro gastrointestinal digestion, **Food Chemistry**, Barking, v. 136, n. 1, p. 206-212, 2013.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: estructura y clasificación: presencia en alimentos y consumo: biodisponibilidad y metabolismo. **Alimentaria**, Madrid, n. 329, p. 19-28, 2002.

SANTANA, A.T.M.C., **Resíduo de cebola (*Allium cepa* L.) como conservante natural em carne**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

SANTOS, D. S. dos; RODRIGUES, M. K. F. Atividade farmacológica dos flavonoides: um estudo de revisão. **Estação Científica**, Macapá, v. 7, n. 3, p. 29-35, 2017.

SIQUEIRA, W. N. **Estudo do efeito radioprotetor do flavonoide quercetina sobre linfócitos humanos**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em tecnologias energéticas e nucleares) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review. **Journal of Functional Foods**, Amsterdã, v. 18, Part B, p. 820-897, 2015.

SHATYLO, V. et al. Cardio-metabolic benefits of quercetin in elderly patients with metabolic syndrome, **PharmaNutrition**, Amsterdã, v. 15, 100250, 2021.

SHISHTAR, E. et al. Long-term dietary flavonoid intake and risk of Alzheimer disease and related dementias in the Framingham Offspring Cohort. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 112, n. 2, pp. 343-353, 2020.

SILVA, V. et al. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of phenolic compounds extracted from wine industry by-products, **Food Control**, Guildford, v. 92, p. 516-522, 2018.

TABELA Brasileira de Composição de Alimentos-TACO. 4.ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

VAZHAPPILLY, C. G. et al. Current methodologies to refine bioavailability, delivery, and therapeutic efficacy of plant flavonoids in cancer treatment, **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 94, 108623, 2021.

VIDAL, A. M. et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde**. Aracaju. n.15, v. 1, p. 43-52, out. 2012.

ZOU, Z.; XI, W.; HU, Y.; NIE, C.; ZHOU, Z., Antioxidant activity of Citrus fruits, **Food Chemistry**, Barking, v. 196, p. 885-896, 2016.