



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
FACULDADE DE NUTRIÇÃO**

Danilo Furtado da Costa

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO EXTRATO DA SEMENTE
DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) LIOFILIZADA**

BELÉM

2021

Danilo Furtado da Costa

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO EXTRATO DA SEMENTE
DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) LIOFILIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para
obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela
Universidade Federal do Pará.

ORIENTADOR:

Profa. Dra. Orquídea Vasconcelos dos Santos.

BELÉM

2021

Danilo Furtado da Costa

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS DO EXTRATO DA SEMENTE
DE MARACUJÁ (*Passiflora edulis*) LIOFILIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de Bacharel em Nutrição pela Universidade Federal do Pará.

BANCA EXAMINADORA:

Profª Drª Orquídea Vasconcelos dos Santos
(Universidade Federal do Pará – Orientador)

Profº Dr. Francisco das Chagas Alves do Nascimento
(Universidade Federal do Pará – Membro interno)

Mestranda Stephanie Dias Soares
(Universidade Federal do Pará – Membro externo)

Profª Drª. Carolina Vieira Bezerra Moreira
(Universidade Federal do Pará – Membro suplente)

“Ser feliz é sentir o sabor da água, a brisa no rosto, o cheiro da terra molhada. É extrair das pequenas coisas grandes emoções”.

Augusto Cury

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus por me dar a oportunidade de viver, por cuidar de mim e da minha família, assim como ajuda a me reerguer nos momentos mais difíceis pelos quais passei até o momento. Sem fé em Deus, nada do que estou realizando seria possível, Ele é a fonte inspiradora e motivadora para a conquista de meus objetivos.

Agradeço a minha mãe por ter dedicado sua vida para cuidar de mim e dos meus irmãos. Ela que suportou o “mundo caindo em sua cabeça” para cuidar de três crianças sozinha, buscando garantir o melhor para seus filhos.

Gratidão à minha namorada, Glória, que é minha companheira e conselheira, quem me ajuda a refletir sobre minhas incoerências e conflitos internos.

Agradeço aos meus amigos da nutrição, a saber: Jeiel, Rogério, Natália, Vanessa, Letícia, Natália e Luana. São pessoas da melhor qualidade, ajudam-me a conduzir os afazeres e momentos de estresse durante a graduação de forma mais tranquila e divertida.

Agradeço aos funcionários da FANUT/UFPA, aos professores que se esforçam para compartilhar o conhecimento que têm e para ajudar os discentes a serem profissionais excepcionais.

Em relação aos professores, tenho uma imensa e profunda gratidão à professora Orquídea, a qual abriu as portas do laboratório para mim, além de proporcionar o suporte técnico-científico e emocional para a equipe do laboratório de ciência dos alimentos (LCA). Muito mais que uma excelente profissional, é um ser humano excepcional, o que é possível observar no modo como ela se importa com os quais estão ao seu redor e a forma como cuida da sua família, incluindo a família LCA.

Gratidão profunda à Rosely, Yasmin, Luana, Giovanna, Ana Beatriz, Stephanie e Natália, minhas colegas e amigas do LCA, companheiras e auxiliares nas análises. São a atual equipe padrão ouro do laboratório e excelente pessoas e profissionais. Agradeço também à equipe anterior, a qual me ajudou a entender o ambiente do laboratório. Essa equipe, composta pelo Adriano, Douglas, Stephanie (que está até hoje), Lais e Evelyn, está marcada na minha vida, eles foram o exemplo que tive para seguir, muito obrigado por todo aprendizado, conversas, risos e histórias.

Agradeço ao professor Francisco que sempre esteve presente no laboratório nos ajudando e repassando um pouco da sua vasta experiência. Agradeço também à professora Carolina por todo suporte dado e dedicação aos seus alunos.

Por fim, agradeço à minha avó Iracema, a qual faleceu neste ano, vítima das complicações da COVID-19. Agradeço a Deus por ter tido muitas experiências vividas com a minha avó. Foram ótimos momentos de alegria, risos, passeios, aniversários e troca de afeto. A saudade fica, o vazio no peito também, mas as boas recordações devem prevalecer.

RESUMO

As doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) apresentam grande impacto epidemiológico e econômico no mundo todo. As principais e que promovem mais de 80% das mortes prematuras anualmente por DCNTs são as doenças cardiovasculares (DCVs), diabetes *mellitus*, câncer e doença respiratória crônica. Para redução dessa prevalência, a adoção de hábitos de vida saudáveis é necessária, dentre os quais está inclusa a alimentação adequada. Nesse contexto, o consumo de alimentos funcionais habitualmente proporciona importantes benefícios à saúde, como prevenção a DCNTs. Como potenciais ingredientes de alimentos funcionais estão os resíduos da indústria de polpa de frutas, despejados no meio ambiente de forma inadequada na maioria das vezes. A exemplo desses resíduos, há as sementes de maracujá, as quais são referidas como fonte de compostos bioativos. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi determinar o teor de compostos fenólicos no extrato da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) *in vitro*. As amostras de semente de maracujá foram obtidas a partir dos frutos de maracujá adquiridos no mercado do Ver-o-Peso, no Município de Belém, Estado do Pará. Posteriormente, as sementes foram separadas do fruto, liofilizadas e caracterizadas quanto à morfologia, aspectos físico-químicos e teores de compostos bioativos. Os resultados obtidos reforçaram a presença de compostos bioativos indicados em outros estudos com a semente de maracujá. Neste estudo, foram encontrados $83,63 \pm 16$ mcg/100g de β -caroteno; $614,82 \pm 69$ mg AGE/100g de compostos fenólicos totais; $55,53 \pm 0,76$ mg/100g de flavonoides; $0,006 \pm 0,0004$ mg/100g de antocianinas; $98,72 \pm 18,80$ mg/100g de clorofila *a*; $181,30 \pm 34,20$ mg/100g de clorofila *b*; $53,11 \pm 8,40$ mg/100g de licopeno. Conclui-se que a semente de maracujá é uma fonte importante de compostos bioativos benéficos à saúde, agregando valor ao subproduto para possível utilização como ingrediente funcional, estimulando seu aproveitamento pela indústria alimentícia, com impacto na redução do descarte no meio ambiente.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*; semente de maracujá; compostos bioativos.

ABSTRACT

Chronic non-communicable diseases (NCDs) have a major epidemiological and economic impact worldwide. The main ones that promote more than 80% of premature deaths annually from CNCDs are cardiovascular diseases (CVDs), diabetes mellitus, cancer and chronic respiratory disease. To reduce this prevalence, the adoption of healthy lifestyle habits is necessary, including proper nutrition. In this context, the consumption of functional foods usually provides important health benefits, such as prevention of CNCDs. As potential ingredients of functional foods are the residues from the fruit pulp industry, which are inappropriately dumped into the environment in most cases. As an example of these residues, there are the passion fruit seeds, which are referred to as a source of bioactive compounds. Thus, the aim of this study was to determine the content of phenolic compounds in passion fruit seed extract (*Passiflora edulis*) in vitro. The passion fruit seed samples were obtained from passion fruit acquired in the Ver-o-Peso market, in Belém, Pará State. Subsequently, the seeds were separated from the fruit, freeze-dried and characterized in terms of morphology, aspects physicochemical and bioactive compounds contents. The results obtained reinforced the presence of bioactive compounds indicated in other studies with the passion fruit seed. In this study, 83.63 ± 16 mcg/100g of β -carotene were found; 614.82 ± 69 mg AGE/100g of total phenolic compounds; 55.53 ± 0.76 mg/100g of flavonoids; 0.006 ± 0.0004 mg/100g of anthocyanins; 98.72 ± 18.80 mg/100g of chlorophyll a; 181.30 ± 34.20 mg/100g of chlorophyll b; 53.11 ± 8.40 mg/100g of lycopene. It is concluded that passion fruit seed is an important source of bioactive compounds beneficial to health, adding value to the by-product for possible use as a functional ingredient, stimulating its use by the food industry, with an impact on reducing disposal into the environment.

Key words: *Passiflora edulis*; passion fruit seed; bioactive compounds.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Constituição nutricional de 100g da polpa fresca de maracujá	39
TABELA 2 – Características físico-químicas da semente de maracujá liofilizada	49
TABELA 3 – Determinação de carotenoides totais, expressos em β -caroteno, convertidos em Equivalente de Retinol e a DRI para população brasileira	50
TABELA 4 – Determinação de polifenóis na semente de maracujá liofilizada	51
TABELA 5 – Determinação de clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> e licopeno na semente de maracujá liofilizada	53

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Alimentos, seus nutrientes e benefícios à saúde

26

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Gráfico de evolução do número de óbitos por DCNTs, DTs, neonatal e nutricional nos anos de 1990 a 2016	19
FIGURA 2 – Gráfico de comparação entre óbitos por doenças do aparelho circulatório, neoplasias e diabetes <i>mellitus</i> na linha temporal de 1996 a 2019	21
FIGURA 3 – Transporte de lipídios	22
FIGURA 4 – Origem dos radicais livres e progressão até o surgimento de doenças	23
FIGURA 5 – Processo aterosclerótico originado por hiperlipidemia e lipoperoxidação	24
FIGURA 6 – Metabolismo das plantas e a produção de compostos bioativos	31
FIGURA 7 – Classes de compostos fenólicos e os principais flavonoides	33
FIGURA 8 – Estrutura química básica dos carotenoides	34
FIGURA 9 – Estruturas químicas das principais xantofilas e dos carotenoides	35
FIGURA 10 – As principais clorofilas	36
FIGURA 11 – Imagem de um maracujazeiro	37
FIGURA 12 – Maracujá e seus subprodutos	38
FIGURA 13 – Gráfico da produção de maracujá de 2009 a 2018	40
FIGURA 14 – Processo para obtenção da semente de maracujá liofilizada	45
FIGURA 15 – Presença de grânulos de amido e feixe de fibras na semente de maracujá	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 JUSTIFICATIVA	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E SUA RELAÇÃO COM A ALIMENTAÇÃO	19
3.1.1 Doenças cardiovasculares e sua relação com a alimentação	20
3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS RADICAIS LIVRES	22
3.2.1 Ação de compostos alimentares na preventiva de agravos etiológicos	25
3.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS	29
3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	30
3.4.1 Compostos fenólicos	31
3.4.2 Carotenoides	33
3.4.3 Licopeno	35
3.4.4 Clorofilas	36
3.5 MARACUJÁ	37
3.5.1 Aproveitamento de resíduos do maracujá na indústria alimentícia	40
3.5.2 Substâncias bioativas nos coprodutos do Maracujá	42
4 OBJETIVOS	44
4.1 OBJETIVO GERAL	44
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	44
5 MATERIAIS E MÉTODOS	45
5.1 PREPARO DA AMOSTRA	45
5.2 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA	45
5.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO	45
5.4 ANÁLISE DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH).....	46
5.5 ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL	46
5.6 ANÁLISE DE SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST).....	46
5.7.1 Análise de Carotenoides e clorofilas	46
5.7.2 Análise de compostos fenólicos totais	47
5.7.3 Análise de flavonóides e antocianinas	47
5.8 ANÁLISE MORFOLÓGICA.....	47
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	48
6.2 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS	49

6.3 MORFOLOGIA DA SEMENTE DE MARACUJÁ.....	53
7 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

As Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNTs) apresentam alta incidência no mundo todo, com grande impacto epidemiológico e econômico. As doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus*, câncer e doença respiratória crônica são consideradas as principais DCNTs e são responsáveis por mais de 80% das mortes prematuras por DCNTs em todo o mundo anualmente (WHO, 2018).

No Brasil, o número de mortes prematuras, 30 a 69 anos, por DCNTs foi de 303.791 em 2018, representando 42,18% do total de óbitos por ocorrência. A região Norte apresentou 17.383 mortes prematuras e o estado do Pará 8.053, sendo o estado com maior número de mortes na região durante esse período. Em 2019, o número de mortes prematuras foi de 305.679 no território nacional, representando 41,85% do total de óbitos por ocorrência. Na região Norte, foram 39.911 óbitos e no estado do Pará 18.658, caracterizando-o com o estado com maior número de mortes na região durante esse período (BRASIL, 2020).

Com relação às doenças cardiovasculares (DCVs), a mortalidade prematura no Brasil por doenças do aparelho circulatório foi de 137.661 mortes em 2018, representando 45,30% das mortes prematuras por DCNTs. Na região Norte, foram 7.469 óbitos, dos quais 3.701 óbitos ocorreram no estado do Pará. Os dados referentes ao ano de 2019, indicam 137.161 mortes em todo território nacional (45% das mortes prematuras por DCNTs), 7.732 na região Norte e 3.786 no estado do Pará (BRASIL, 2020).

Ademais, essas doenças apresentam como fatores de risco modificáveis, principalmente, o uso de tabaco, consumo de álcool, inatividade física e hábito alimentar inadequado (ADJAYE-GBEWONYO; VAUGHAN, 2019). Com relação ao hábito alimentar, dietas ricas em carboidratos simples, gorduras saturadas e *trans*, com pouca quantidade de micronutrientes e fibras estão diretamente relacionadas com DCVs, diabetes mellitus tipo 2, câncer e hipertensão; o que é preocupante, pois este padrão alimentar está muito presente na população brasileira (KHAKPOURI *et al.*, 2019; FERREIRA; BARBOSA; VASCONCELOS, 2019).

Desse modo, a adoção de um hábito alimentar saudável, caracterizado pelo consumo regular de frutas, verduras, legumes, leite e derivados desnatados, peixes, aves e carnes magras, com baixa ingestão de doces e bebidas ricas em açúcar, reduz a incidência de DCNTs, agindo na redução de fatores de risco metabólicos e antropométricos (FERREIRA; BARBOSA; VASCONCELOS, 2019; AIRES *et al.*, 2019). Em consonância, há os alimentos funcionais, os quais se apresentam *in natura* ou

processados pela indústria, e que produzem efeitos benéficos para a saúde, além de suas funções nutricionais básicas. Agem de forma positiva nas funções fisiológicas do organismo, favorecendo a saúde, melhorando a qualidade de vida e auxiliando na redução do risco de doenças. Por esse motivo se tornaram uma nova tendência do mercado. Na composição desses alimentos, encontram-se ácidos graxos mono e poli-insaturados, prebióticos, probióticos, carotenoides, compostos fenólicos, proteínas de soja, etc. (SILVA A. C. C. *et al.*, 2016; XIE; LIANG; CHEN, 2019).

Com relação a esses componentes, destacam-se os compostos bioativos, como carotenoides e compostos fenólicos ou polifenóis, os quais atuam na modulação da inflamação e do estresse oxidativo, contribuindo para a prevenção e a modulação das vias metabólicas associadas ao desenvolvimento das DCNTs. Para isso, é importante que a ingestão seja diária, para atender às necessidades e ter ação multifatorial¹ (GIANAZZA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Outrossim, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de reaproveitar resíduos agroindustriais na formulação de alimentos funcionais, pois há comprovações de que apresentam princípios ativos (prebióticos, carotenoides, compostos fenólicos, etc.). Além disso, a reutilização reduz o seu descarte na natureza, diminuindo a poluição ambiental (LIMA *et al.*, 2018; MIRANDA *et al.*, 2017; JUNG *et al.*, 2019; MOLINA-HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ-CORREA; ANDRADE-MAHECHA, 2019; GARCÍA; VARGAS; MOLINA, 2015).

Dentre essas fontes de recursos agroindustriais, está o maracujá. Este termo é uma denominação geral dada ao fruto e à planta de várias espécies do gênero *Passiflora* e família *Passifloraceae*, o qual é o mais representativo no Brasil, com 142 espécies. Dentre elas, destaca-se a espécie *Passiflora edulis f. flavicarpa*, popularmente conhecida como maracujá amarelo ou azedo, apresenta alto conteúdo de vitaminas, sais minerais, compostos fenólicos, carotenoides, potencial antioxidante e compostos bioativos, destacando-a no campo dos alimentos potencialmente funcionais (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016; BERNACCI, 2015; PERTUZATTI, 2015).

Além disso, a espécie supracitada é a de maior produção mundial no Brasil, em relação às demais espécies de maracujá; sendo 554.598 toneladas, em uma área cultivada de 41.216 hectares, onde cerca de 60% do cultivo destinado ao consumo *in natura*. Também, pelo seu fácil cultivo, rápido retorno econômico, sabor e aroma agradáveis e pela sua grande capacidade de aproveitamento industrial, viabiliza a produção de vários

¹Ação no metabolismo celular, com consequente impacto nos órgãos e sistemas do organismo humano.

produtos, o restante do cultivo é destinado às indústrias de processamento, das quais a polpa e o suco são os principais produtos (BRASIL, 2018a; BARRALES, 2015; MAIA, 2018; COELHO; AZÊVEDO; UMSZAGUEZ, 2016).

Em consequência, o descarte dos resíduos do maracujá (casca, albedo e sementes), tanto industrial quanto doméstico, é uma problemática que vem sendo trabalhada nos últimos anos por meio de pesquisas que envolvem o reaproveitamento desses materiais, os quais apresentam grande capacidade para a elaboração de vários produtos alimentícios com alto potencial de mercado, agregando maior valor nutricional e reduzindo o impacto ambiental do descarte (MAIA, 2018; SANTOS, 2015; CHÓEZ-GUARANDA *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2017; MATIAS, 2018; COELHO; AZÊVEDO; UMSZAGUEZ, 2016; SANTOS *et al.*, 2019).

Dentre esses resíduos, as sementes se destacam por apresentarem alto valor funcional, sendo ricas em ácidos graxos poli-insaturados, fibras, vitaminas, sais minerais e compostos fenólicos com atividade antioxidante, o que resulta em diversos benefícios à saúde quando presentes de forma regular na alimentação (SANTOS, 2015; PEREIRA, 2017; BARRALES, 2015; DE PAULA, 2015; FERRARI, 2017; SANTOS *et al.*, 2019).

Diante do exposto, esta pesquisa tem por objetivo determinar o teor de compostos bioativos no extrato da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) *in vitro*. Com vistas a agregar valor ao resíduo, estimular pesquisas que envolvam a elaboração de produtos com essa matéria-prima e em paralelo reduzir o seu descarte desse resíduo industrial ao meio ambiente.

2 JUSTIFICATIVA

As DCNTs são responsáveis por mais de 70% de todas as mortes em no mundo. De 41 milhões de mortes por essas doenças, 15 milhões são mortes prematuras, das quais mais de 85% ocorrem em países de baixa e média renda. No Brasil, em 2017, aproximadamente 56% das mortes por DCNTs ocorreram prematuramente (WHO, 2019; GOUVEA *et al.*, 2019).

Nesse contexto, as DCVs são as que mais matam dentre as doenças crônicas, afetando 17,9 milhões de pessoas por ano, e têm impacto elevado na perda de produtividade e na redução da renda familiar, o que resultou em um déficit de US\$ 4,18 bilhões na economia brasileira entre 2006 e 2015. No período de 2013 a 2018, a população adulta brasileira, de 20 anos até em média 59 anos, teve altos índices de mortalidade para doenças cardiovasculares (WHO, 2018; MALTA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Ademais, essas doenças têm como principais causas fatores de risco modificáveis, como uso de tabaco, inatividade física, uso nocivo de álcool, alimentação inadequada, obesidade, dislipidemias e hipertensão arterial (WHO, 2019; GOUVEA *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019). Por outro lado, o consumo habitual de carboidratos complexos (grãos e leguminosas), hortaliças, legumes, frutas e oleaginosas atua como fator um fator protetivo contra DCNTs, pois reduzem o risco de desenvolver hipertensão, dislipidemia, obesidade, diabetes mellitus tipo 2, câncer e DCVs. Esses alimentos têm função protetiva por serem excelentes fontes de fibras, vitaminas, minerais, ácidos graxos essenciais, fitonutrientes e compostos bioativos, atuando como alimentos funcionais (PALLAZOLA *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019; SANCHES-SILVA *et al.*, 2020; XIE; LIANG; CHEN, 2019; PAZZINATO; CARDOSO, 2019).

Nesse sentido, vários estudos têm demonstrado que os resíduos da agroindústria, apresentam grande potencial nutricional e tecnológico, despertando grande interesse do meio científico e da indústria alimentícia. Esses resíduos são ricos em todos os nutrientes supracitados, destacando-se o conteúdo de fibras, ácidos graxos insaturados e compostos bioativos. Logo servem de ingredientes para novas formulações de alimentos funcionais, impulsionando o mercado. Somando-se a isso, são uma ótima alternativa para enriquecer a alimentação de populações em risco nutricional, além da sua utilização ser ambientalmente sustentável (AUGUSTIN *et al.*, 2020; JUNG *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2019; MOLINA-HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ-CORREA; ANDRADE-MAHECHA, 2019). Desse modo, o presente trabalho tem como foco agregar valor à semente do

maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) por meio da determinação do teor de compostos bioativos presentes nesse resíduo.

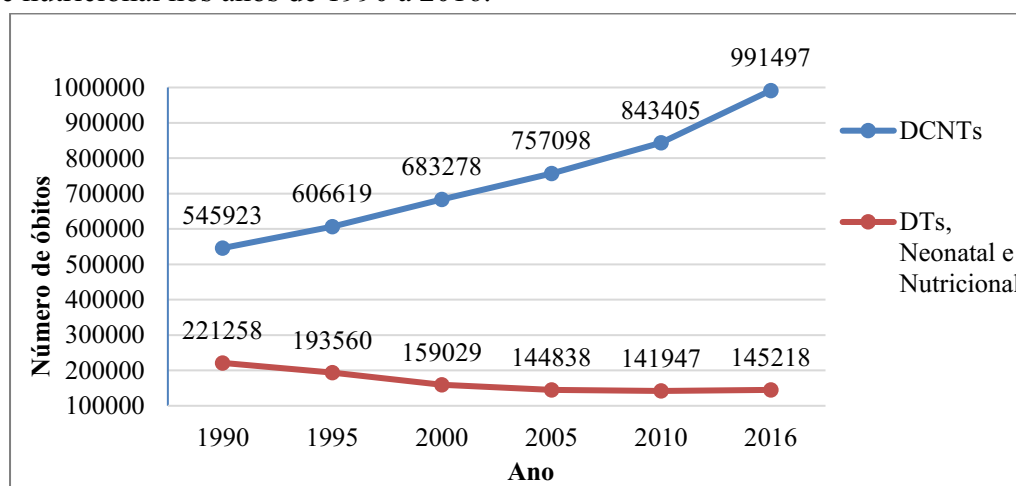
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS E SUA RELAÇÃO COM A ALIMENTAÇÃO

A prevalência das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) no Brasil está correlacionada ao processo de transição nutricional, o qual decorre do crescimento da economia, urbanização e globalização, além das iniciativas pública e privada voltadas para erradicação da desnutrição energético-proteica (CONFORTIN *et al.*, 2019; FERREIRA; BARBOSA; VASCONCELOS, 2019; MELLO; BARROS; MORAIS, 2016; SANTOS *et al.*, 2015).

A Figura 1 apresenta o gráfico de evolução do número de óbitos por doenças crônicas não transmissíveis, doenças transmissíveis, morte neonatal e nutricional ao longo dos anos, correlacionando-se com a melhora no combate a doenças transmissíveis e na acessibilidade ao atendimento médico durante o pré-natal, e com a transição nutricional.

Figura 1 – Gráfico de evolução do número de óbitos por DCNTs, DTs, neonatal e nutricional nos anos de 1990 a 2016.



DCNTs: doenças crônicas não transmissíveis; DTs: doenças transmissíveis.

Fonte: Adaptado de Brasil (2016).

Conseqüentemente, aumentou-se a oferta de alimentos com alta carga energética, nutricionalmente pobres, incrementados de aditivos alimentares, de rápido consumo e preparo, conhecidos como alimentos ultraprocessados. A união do maior acesso a esses alimentos e do barateamento dos mesmos, juntamente com as necessidades decorrentes do padrão de vida urbano-ocidental, levou ao consumo exagerado desses ultraprocessados, principalmente, nas áreas urbanas (CANUTO; FANTON; LIRA, 2019; FERREIRA; BARBOSA; VASCONCELOS, 2019; MALTA *et al.*, 2017; MELLO; BARROS; MORAIS, 2016).

Desse modo, considera-se como comportamento alimentar de risco para as DCNTs aquele em que há consumo excessivo de sódio, gorduras saturadas e trans, carboidratos simples (ou refinados) e aditivos alimentares, muito presentes em alimentos ultraprocessados; além da ingestão insuficiente de carboidratos complexos, gorduras insaturadas, vitaminas, minerais e fitonutrientes, nutrientes encontrados em alimentos *in natura* e minimamente processados (BRASIL, 2015; HAINES *et al.*, 2019; FERREIRA; BARBOSA; VASCONSELOS, 2019; PALLAZOLA *et al.*, 2019; RODRIGUES; FERNANDES; SOUZA, 2015).

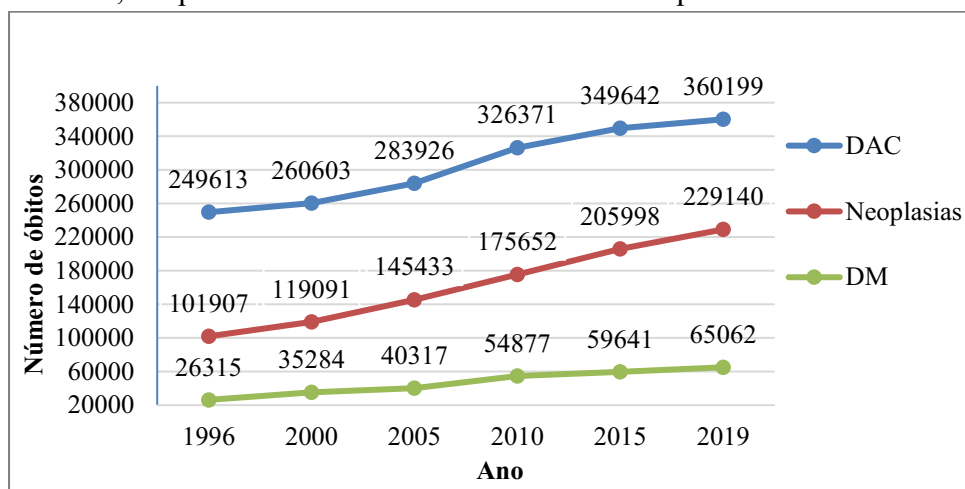
Nesse sentido, estudos revelam que a população brasileira, em sua maioria, apresenta comportamentos alimentares de risco, em que há elevado consumo de sódio, gordura saturada e açúcares simples, e ingestão insuficiente de frutas, legumes e verduras (MALTA *et al.*, 2015; MELLO; BARROS; MORAIS, 2016). Esse comportamento, quando iniciado na infância, resulta na tendência de se desenvolver alguma DCNT precocemente, aumentando a mortalidade por essas doenças na faixa etária de 30 a 69 anos (CONFORTIN *et al.*, 2019; MALTA *et al.*, 2017).

3.1.1 Doenças cardiovasculares e sua relação com a alimentação

As doenças cardiovasculares (DCVs), dentre as DCNTs, são as que mais causam morbimortalidade, além de serem as principais responsáveis por mortes prematuras (CATAPANO *et al.*, 2019; MALTA *et al.*, 2017; MASSA; DUARTE; CHIAVEGATTO FILHO, 2019; NASCIMENTO *et al.*, 2018). Dados de 2010 a 2015, apresentados no estudo de revisão de Siqueira, Siqueira-Filho e Land (2017), constam que a mortalidade por DCVs, nesse período, foi responsável por 28% do total de óbitos ocorridos no Brasil e atingiu 38% das mortes na faixa etária de 18 a 65 anos. Em 2017, segundo Roth *et al.* (2018), as cardiopatias promoveram aproximadamente 17.8 milhões de mortes em todo mundo, sendo responsáveis por mais de três quartos dos óbitos em países de média e baixa renda.

A Figura 2 compara os dados referentes a óbitos por doenças do aparelho circulatório e duas das principais DCNTs durante o período de 1996 e 2019, demonstrando o impacto das doenças que envolvem o aparelho circulatório sobre o número de óbitos por doenças crônicas.

Figura 2 – Gráfico de comparação entre os óbitos por doenças do aparelho circulatório, neoplasias e diabetes *mellitus* na linha temporal de 1996 a 2019.



DAC: doenças do aparelho circulatório; DM: diabetes *mellitus*.

Fonte: Brasil (2020).

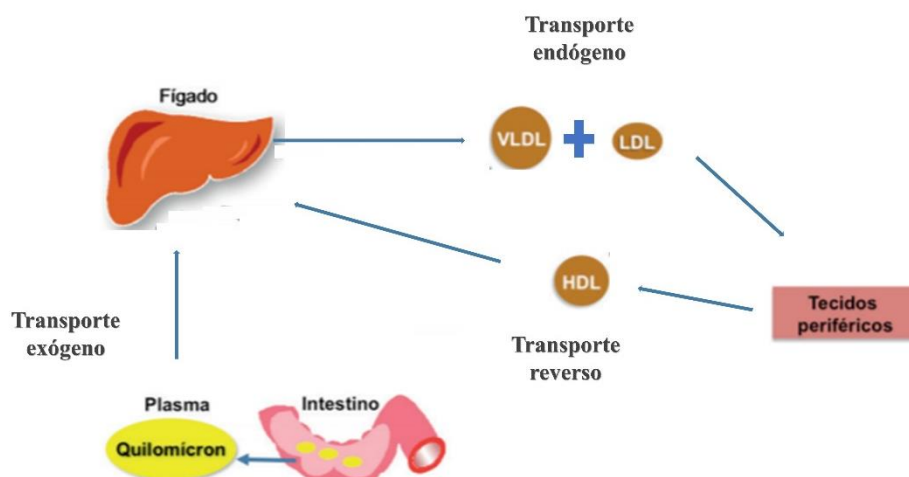
Isso se deve, em grande parte, à persistência de fatores de risco, muitos destes modificáveis, na vida da população. Dentre esses fatores de risco, dietas ricas em gorduras saturada e trans, elevado consumo de açúcar, baixa ingestão de fibras dietéticas e antioxidantes, fumo, consumo excessivo de bebida alcoólica, obesidade, diabetes, dislipidemia e hipertensão são fatores de risco muito impactantes no desenvolvimento de DCVs, principalmente no que tange à aterogênese (BARROSO *et al.*, 2017; ECHEVERRIA *et al.*, 2020; GIANAZZA *et al.*, 2019; ROCHA *et al.*, 2017; SANCHES-SILVA *et al.*, 2020).

Nesse sentido, o processo aterosclerótico tem como umas das causas a lipoperoxidação. Esta é uma cadeia endógena de reações que consiste na degradação oxidativa de lipídios por radicais livres e espécies não-radicaais, resultando em produtos lipídicos instáveis, podendo gerar danos moleculares e celulares (GUIANAZZA *et al.*, 2019; JOVÉ *et al.*, 2019; MARTÍN-SIERRA *et al.*, 2019; SASSON, 2017; ZORRILLA *et al.*, 2019). No contexto cardiovascular, essa oxidação ocorre, principalmente, com as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), pois são centrais no processo de transporte de colesterol do fígado para as células, sendo, desse modo, mais susceptíveis à migrarem para o espaço subendotelial e sofrerem lipoperoxidação (AFONSO, SPICKETT, 2019; BUSH, BINDER, 2017; GIANAZZA *et al.*, 2019). Dessarte, o estilo de vida do indivíduo pode agir como fator promotor ou preventivo de DCVs.

A Figura 3 ilustra os transportes exógeno, endógeno e reversos dos lipídios de forma simplificada, onde podemos observar que os lipídios dietéticos são absorvidos pelo intestino (delgado) e a partir deste são transportados pela circulação sanguínea até o

figado (tecido central) por meio dos quilomícrons, caracterizando o transporte exógeno. No transporte endógeno, os lipídios metabolizados pelo figado são direcionados aos demais tecidos (tecidos periféricos) por meio das lipoproteínas de muito baixa e baixa densidade (VLDL e LDL). De maneira reversa a esse transporte, as lipoproteínas de alta densidade (HDL) transportam os lipídios excedentes dos tecidos para o figado.

Figura 3 – Transporte de lipídios.



VLDL: lipoproteínas de muito baixa densidade; LDL: lipoproteínas de baixa densidade; HDL: lipoproteínas de alta densidade.

Fonte: Autor (2021).

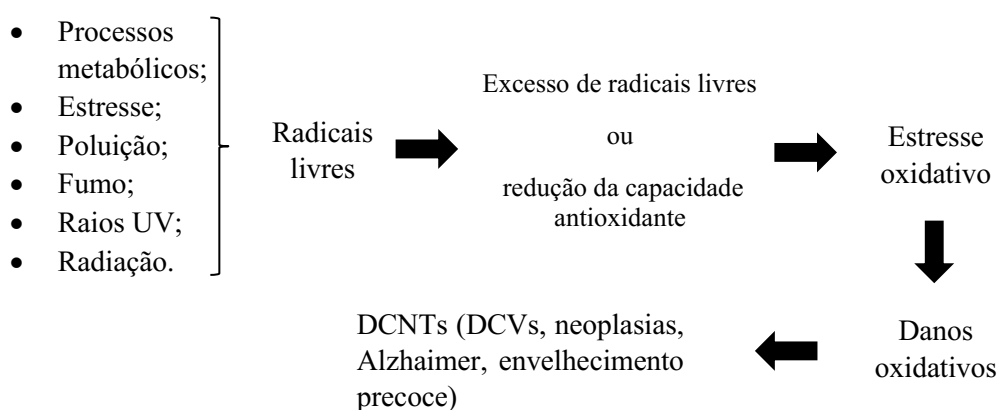
Assim, recomenda-se, com a finalidade de proteção cardiovascular, que o hábito alimentar seja baseado no consumo de vegetais, frutas, grãos integrais, laticínios semidesnatados e desnatados, peixes, frutos do mar e aves sem a pele, nozes e óleos vegetais não tropicais; além da redução da ingestão de doces, bebidas adoçadas com açúcar e carne vermelha (BRASIL, 2018b; OLIVEIRA *et al.*, 2020; PALLAZOLA *et al.*, 2019).

3.2 MECANISMO DE AÇÃO DOS RADICAIS LIVRES

Os radicais livres (RLs) são espécies químicas instáveis que, para se estabilizarem, roubam elétrons de moléculas e células. Têm origem endógena, como respiração celular e outros processos metabólicos, e exógena, como alimentação baseada em ultraprocessados, estresse, poluição, medicamentos, radiação e fumo. Apresentam função importante no sistema imunológico e em várias funções celulares, porém podem causar diversos danos ao organismo humano, sendo base ou consequência de diversas doenças (AHMAD *et al.*, 2018; PISOSCHI; POP, 2015; PORSH; SIMAS; GRANZOTI, 2019; SITI; YUSOF; KAMSI AH, 2015; VIEIRA; SOUZA, 2019).

Nesse contexto, os danos oxidativos envolvidos nas doenças (Figura 4) estão mais relacionados ao estresse oxidativo, o qual se caracteriza pelo desbalanço entre radicais livres e sistema antioxidante do organismo, decorrente de uma elevada produção de RLs ou redução da capacidade do sistema antioxidante, o que leva a uma contínua produção de espécies químicas instáveis, gerando acúmulo de danos oxidativos em lipídios (lipoperoxidação), proteínas e no ácido desoxirribonucleico - DNA (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; CUNHA *et al.*, 2016; PISOSCHI; POP, 2015; PORSH; SIMAS; GRANZOTI, 2019).

Figura 4 – Origem dos radicais livres e progressão até o surgimento de doenças.



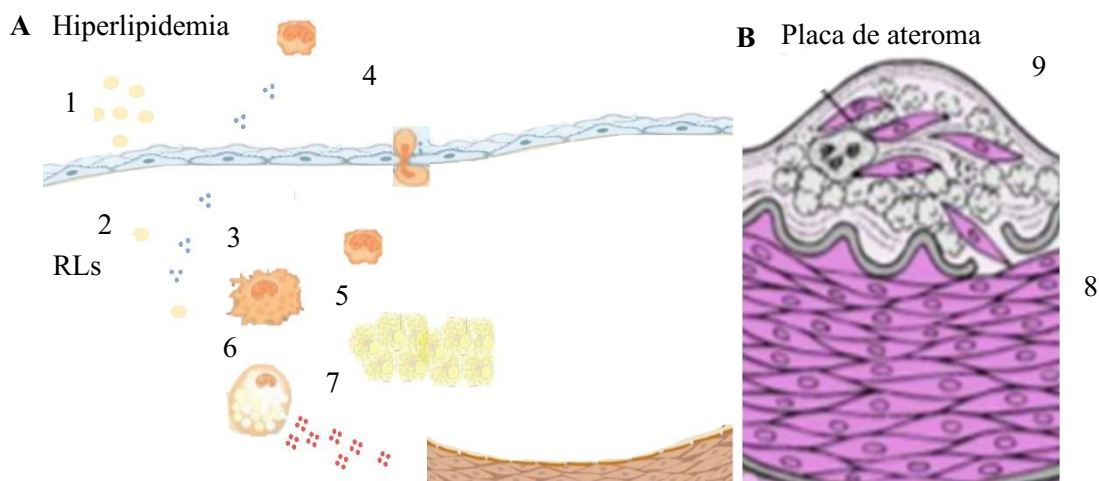
DCNTs: doenças crônicas não transmissíveis; DCVs: doenças cardiovasculares; UV: ultravioleta.

Fonte: Adaptado de Pisoschi e Pop (2015); Porsh, Simas e Granzoti (2019).

Esse processo está intimamente ligado à gênese da aterosclerose (Figura 5), pois a oxidação de LDL-colesterol, na túnica íntima (espaço subendotelial), promove modificações em sua estrutura. Desse modo, ocorrem respostas imunológicas e inflamatórias, promoção de apoptose e alteração nas funções da lipoproteína de alta densidade – HDL. Consequentemente, há infiltração de monócitos e sua maturação em macrófagos, levando à formação de células espumosas, progressão de células musculares lisas em direção à lesão, produção de componentes de matriz extracelular e formação de placa de ateroma. Tudo ocorre por meio de um *feedback* positivo, no qual as respostas induzidas pelos produtos da lipoperoxidação da LDL estimulam o estresse oxidativo e promovem um ambiente favorável para o avanço da placa de ateroma (AFONSO,

SPICKETT, 2019; GIANAZZA *et al.*, 2019; KAJAL *et al.*, 2016; KRÜGER *et al.*, 2015; PISOSCHI, POP, 2015; SITI, YUSOF, KAMSI AH, 2015).

Figura 5 – Processo aterosclerótico originado por hiperlipidemia e lipoperoxidação.



RLs: Radicais livres.
Fonte: Autor (2021).

A condição de hiperlipidemia (1) permite um ambiente favorável para adesão das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) às células endoteliais das artérias. Após a infiltração das LDL na Túnica íntima (2), o excedente de radicais livres promove a lipoperoxidação das LDL retidas, gerando as LDL-modificadas. As LDL-modificadas liberam substâncias pró-inflamatórias e quimiotáticas (3), estas chegam aos monócitos presentes na circulação sanguínea adjacente. Dessa forma, os monócitos se direcionam para as células endoteliais e aderem-se a elas (4), e migram para a Túnica íntima. Assim, ocorre a maturação dos monócitos em macrófagos (5). Os macrófagos se direcionam para as LDL-modificadas e as englobam (6), formando, assim, as células espumosas, que induzem inflamação do espaço subendotelial por meio da liberação de Interleucina-8 (IL-8). As LDL-modificadas no interior da célula espumosa promove a apoptose desta, a qual extravasa lipídios (7). Concomitantemente, as células musculares lisas do vaso, sinalizadas pela IL-8, avançam em direção à lesão (8), liberando macromoléculas de matriz extracelular, como elastina, colágeno, proteoglicanos, entre outros. As macromoléculas formam uma placa de ateroma (9), a qual isola os produtos de apoptose das células espumosas. Com a progressão da lesão, essa placa avança até romper ou provocar trombose.

3.2.1 Ação de compostos alimentares na preventiva de agravos etiológicos

Diversos componentes alimentares, como vitaminas, minerais, ácidos graxos mono e poli-insaturados, fitoquímicos e fibras dietéticas, apresentam função essencial na prevenção de DCNTs. Pois, influenciam na disfunção endotelial, perfil lipídico, hipertensão, controle de frequência cardíaca, inflamação sistêmica, estresse oxidativo, metabolismo glicídico, entre outros. Sendo encontrados, principalmente, em grãos integrais, leguminosas, nozes, hortaliças, legumes, frutas inteiras e peixes, conforme apresentado no Quadro 1 (CATAPANO *et al.*, 2019; FERREIRA; BARBOSA; VASCONCELOS, 2019; GIANAZZA *et al.*, 2019; OLIVEIRA *et al.*, 2020; PALLAZOLA *et al.*, 2019; RODRIGUES; FERNANDES; SOUZA, 2015; SITI; YUSOF; KAMSIAH, 2015).

Quadro 1 – Alimentos, seus nutrientes e benefícios à saúde. (continua)

ALIMENTO	SUBSTÂNCIA BIOATIVA	COMPOSTOS ATIVOS	FUNCIONALIDADE
Frutas	Fitoquímicos, prebióticos e vitaminas antioxidantes	Compostos fenólicos, carotenoides, fitoesteróis, fibras, oligossacarídeos, vitamina C	Atividade antioxidante e anti-inflamatória, contribuem para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal, auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol
Hortaliças	Fitoquímicos, prebióticos e vitaminas antioxidantes	Compostos fenólicos, alcaloides, carotenoides, fitoesteróis, fibras, oligossacarídeos, vitamina C	Atividade antioxidante e anti-inflamatória, contribuem para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal, auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol

Quadro 1 – Alimentos, seus nutrientes e benefícios à saúde. (continuação)

ALIMENTO	SUBSTÂNCIA BIOATIVA	COMPOSTOS ATIVOS	FUNCIONALIDADE
Legumes	Fitoquímicos	Compostos fenólicos, alcaloides, compostos organossulfurados e carotenoides	Atividade antioxidante e anti-inflamatória
Cereais	Prebióticos	Fibra e oligossacarídeos	Contribuem para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal, auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol
Leguminosas	Prebióticos	Fibra e oligossacarídeos	Contribuem para equilíbrio e adequação do funcionamento intestinal, auxilia na redução da absorção de gordura e colesterol
Oleaginosas	Fitoquímicos, ácidos graxos poli-insaturados, vitaminas antioxidantes	Compostos organossulfurados, fitoesteróis, vitamina E	Atividade antioxidante e anti-inflamatória, auxilia na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos

Quadro 1 – Alimentos, seus nutrientes e benefícios à saúde. (conclusão)

ALIMENTO	SUBSTÂNCIA BIOATIVA	COMPOSTOS ATIVOS	FUNCIONALIDADE
Óleos vegetais	Fitoquímicos, ácidos graxos poli-insaturados e vitaminas antioxidantes	Fitoesteróis, ômega-3, ômega- 6, vitamina E	Atividade antioxidante e anti-inflamatória, auxilia na manutenção de níveis saudáveis de triglicerídeos
Produtos lácteos fermentados	Probióticos	Bifidobactérias e Lactobacilos	Melhoram o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos à saúde
Alimentos de origem animal	Vitaminas antioxidantes	Vitamina A e E	Atividade antioxidante
Peixe (principalmente de águas profundas)	Ácidos graxos poli-insaturados	Ômega-3	Atividade anti- inflamatória e auxilia na manutenção de níveis adequados de triglicerídeos
Soja	Fitoquímicos, proteína de soja	Fitoesteróis e peptídeos bioativos	Atividade antioxidante, redução do colesterol e regulação hormonal

Fonte: Alves Henrique *et al.* (2018), Brasil (2002) e Pallazola *et al.* (2019).

Dentre as características benéficas desses componentes, salienta-se a propriedade antioxidante de alguns, como vitaminas C, A e E, clorofilas, flavonoides e carotenoides, a qual proporciona efeitos benéficos na prevenção do estresse oxidativo. Pois, auxiliam o sistema antioxidante endógeno na neutralização de radicais livres e promovem o reparo das lesões celulares, como as que ocorrem na aterogênese. Desse modo, previnem o desenvolvimento de muitas doenças, contribuindo para melhor qualidade de vida e

longevidade (DALGAARD *et al.*, 2019; GIANAZZA *et al.*, 2019; PISOSCHI; POP, 2015; VIEIRA; SOUZA, 2019).

Ainda mais, estudos apontam efeito benéfico no consumo de uma dieta em que há presença frequente de frutas, hortaliças e legumes por apresentar associação com menor risco de diversas doenças, propondo que esses alimentos podem atuar de maneira sinérgica na proteção celular e tecidual (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; PORSCH; SIMAS; GRANZOTI, 2019; SANCHES-SILVA *et al.*, 2020; SANCHO; PASTORE, 2016).

3.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

A partir do conhecimento de que alguns componentes presentes nos alimentos podem agir na promoção da saúde e prevenção de doenças, e com o surgimento da definição de “alimentos funcionais”, em 1991, o Japão, auxiliado pela indústria alimentícia, cria a categoria “Alimentos para Uso Específico de Saúde” (do inglês “Food for Specified Health Uses” – FOSHU). Desse modo, alimentos e produtos alimentares passaram a receber um selo de aprovação por conter ingredientes funcionais que, comprovadamente, apresentem efeitos positivos nas funções fisiológicas, mantenham e promovam a saúde, e melhorem as condições relacionadas à saúde (ALVES HENRIQUE, *et al.*, 2018; IWATANI; YAMAMOTO, 2019; SANCHO; PASTORE, 2016; SILVA *et al.*, 2016).

Dado ao fato do crescente interesse, em todo o mundo, no uso da alimentação como determinante importante da saúde, consequência do consenso da relação entre alimentação, saúde e doença, impacto da urbanização na sociedade e do aumento na expectativa de vida, no ano de 1999, o Brasil se torna o primeiro país da América Latina a regulamentar alimentos e produtos com alegação de propriedade funcional e de saúde por meio das resoluções nº 16, 17, 18, 19 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (BRASIL, 1999a; 1999b; 1999c; 1999d; SANCHO; PASTORE, 2016; SILVA *et al.*, 2016).

Desse modo, segundo a resolução nº 18 (BRASIL, 1999c), alegação de propriedade funcional “é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”; e alegação de propriedade de saúde “é aquela que afirma, sugere ou implica a existência da relação entre o alimento ou ingrediente com doença ou condição relacionada à saúde”. E esses alimentos devem ser seguros para consumo sem supervisão médica.

Ademais, as definições em torno de alimentos funcionais os classificam como qualquer alimento saudável, natural ou fabricado, que atue positivamente na saúde, no desempenho físico ou no estado mental, capazes de executar benefícios de saúde clinicamente comprovados ou documentados para a prevenção, manejo ou tratamento de doenças crônicas, além da nutrição básica, em virtude de suas funções nutricionais, derivadas da sua constituição por componentes bioativos em dosagem não tóxica, devendo fazer parte de uma dieta habitual e ser seguro para consumo sem supervisão médica (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; SANCHO; PASTORE, 2016; XIE; LIANG; CHEN, 2019).

Assim, os alimentos funcionais são responsáveis por auxiliar na promoção da saúde, na prevenção e tratamento de doenças, principalmente as desenvolvidas cronicamente, necessitando de ser a base da dieta diária, pois seus benefícios estão presentes apenas após um longo e sustentado período de ingestão; e seus benefícios estão intrinsecamente relacionados à sua composição básica por substâncias biologicamente ativas com propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antibacterianas, anticarcinogênicas, estrogênicas, antialérgicas e imunomodulatórias (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2020; SANCHO; PASTORE, 2016; XIE; LIANG; CHEN, 2019).

3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

Compostos bioativos ou fitoquímicos são substâncias bioativas não nutrientes, os quais estão entre os principais constituintes ou ingredientes de alimentos funcionais, pois são indispensáveis para promoção da saúde, assim como para prevenção e tratamentos das DCNTs, haja vista que são componentes que promovem a funcionalidade nesses alimentos. Apresentam efeitos pleiotrópicos (efeito de um gene sobre mais de um fenótipo), incluindo funções antioxidantes, anti-inflamatórias, imuno-inflamatórias, hipolipidêmicas, hipoglicêmicas, citoprotetoras e neuroprotetoras (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; CUNHA *et al.*, 2016; GIACONIA *et al.*, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2019; XIE; LIANG; CHEN, 2019).

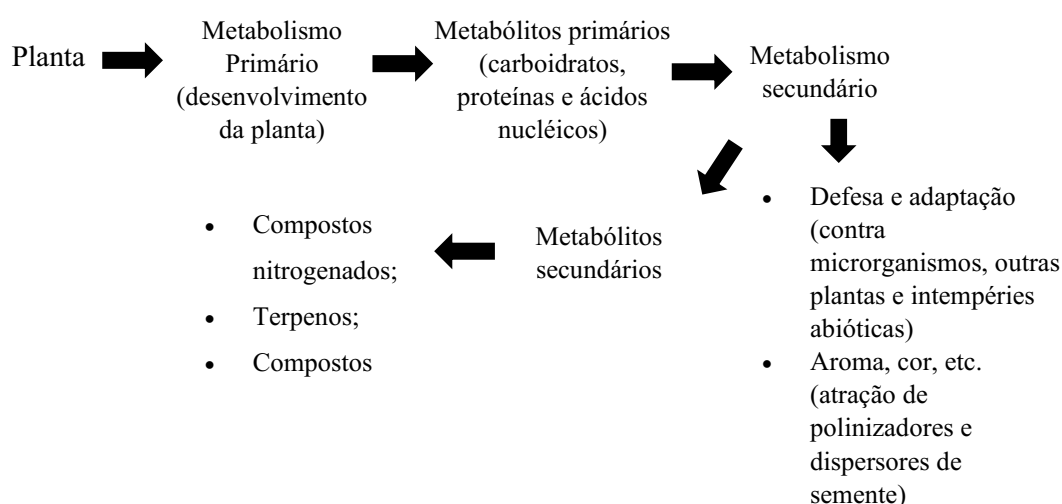
Ademais, em sua maioria, esses compostos são produtos do metabolismo secundário das plantas, conhecidos como metabólitos secundários, os quais são produzidos com a finalidade protegê-las de insetos, fungos, vírus, bactérias, do ataque de outras plantas, das intempéries abióticas e agem, também, como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; BANŽIĆ;

BABIĆ; JOKIĆ, 2020; CUNHA *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016; SOUSA; SOUSA, 2017).

Outrossim, as principais classes de metabólitos secundários identificados em espécies vegetais são os compostos nitrogenados, compostos fenólicos e terpenos, sendo as duas últimas as principais classes de compostos bioativos de destaque por seus efeitos benéficos à saúde humana. São encontradas em frutas, verduras e legumes, os quais promovem uma redução aproximada de 20% no risco do desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas quando introduzidos na alimentação habitual, decorrente, em grande parte, do potencial antioxidante de seus metabólitos secundários (BANŽIĆ; BABIĆ; JOKIĆ, 2020; CUNHA *et al.*, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2016; SOUSA; SOUSA, 2017).

A Figura 6 sintetiza o metabolismo das plantas, seus produtos e sua relação com a origem dos compostos bioativos.

Figura 6 – Metabolismo das plantas e a produção de compostos bioativos.



Fonte: Baseado nos trabalhos de Henrique *et al.* (2018); Sousa e Sousa (2017).

3.4.1 Compostos fenólicos

Compostos fenólicos, fenóis ou polifenóis são metabólitos secundários de plantas caracterizados por conter, em sua estrutura química, anel aromático com um ou mais grupos hidroxila funcionais, são hidrofílicos e quimicamente heterogêneos, com aproximadamente 10.000 compostos. São amplamente encontrados nos vegetais e mais de 500 polifenóis já foram descritos em alimentos comumente consumidos, como frutas, hortaliças e legumes (CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2018; GIACONIA *et al.*, 2020;

CUNHA *et al.*, 2016; SERRANO *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016; SOUSA; SOUSA, 2017).

Além disso, são os antioxidantes alimentares mais amplamente encontrados na natureza, apresentando, também, efeitos anti-inflamatórios e antimicrobianos. Nesse sentido, pesquisas sugerem que, em longo prazo, o consumo de dietas ricas em polifenóis pode contribuir na prevenção de doenças crônico-degenerativas relacionadas ao estresse oxidativo, como diabetes, osteoporose, câncer, doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (COLIZZI, 2019; GUO *et al.*, 2020; LINDON; NICHOLSON; HOLMES, 2019; SANCHO; PASTORE, 2016; PAZZINATO; CARDOSO, 2019; SITI; YUSOF; KAMSIAH, 2015).

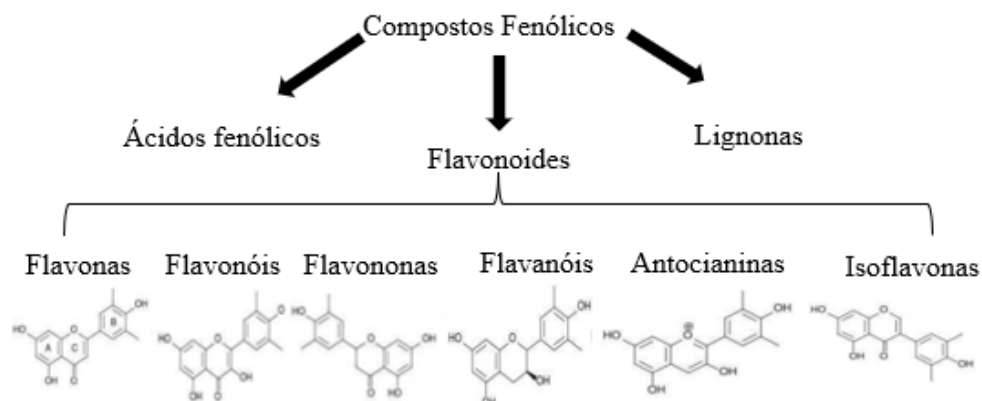
Ainda mais, esses compostos podem ser subdivididos em diversas classes com base no tipo e número de anéis fenólicos, como também em subclasses conforme com as variações (substituições) específicas na estrutura básica, associações com carboidratos e formas polimerizadas. Dessarte, as principais classes de compostos fenólicos são os ácidos fenólicos, estilbenos, lignonas e flavonoides (COLIZZI, 2019; CUNHA *et al.*, 2016; LINDON; NICHOLSON; HOLMES, 2019; PAZZINATO; CARDOSO, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2016; SOUSA; SOUSA, 2017).

Dentre essas classes, os flavonoides constituem-se como a maior, sendo os mais estudados e conhecidos. Estão relacionados a efeitos anti-inflamatório, antiplaquetário, antitrombótico, cardioprotetor e antioxidante. Desse modo, atuam inativando radicais livres, prevenindo o acúmulo de dano oxidativo ao DNA, componentes celulares, lipídios e proteínas; inibindo a resposta inflamatória, modulando a atividade de diferentes enzimas; exercendo efeitos nas vias de sinalização intracelular e expressão gênica. Assim, desempenham função na prevenção e auxiliam no tratamento de obesidade, diabetes, osteoporose, degeneração hepática e renal, cardiopatias, doenças geriátricas, entre outras (COLIZZI, 2019; PAZZINATO; CARDOSO, 2019; RIBEIRO *et al.*, 2019; SANCHO; PASTORE, 2016; SERRANO *et al.*, 2016).

Apresentam em sua base química estrutural 15 átomos de carbono organizados em dois anéis aromáticos ligados por uma cadeia de três carbonos e estão presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes dos vegetais na forma de glicosídeos. Ainda, conforme o tipo de estrutura do anel fenólico, podem ser subdivididos em flavonas, flavononas, flavonóis, isoflavonas, flavonóis e antocianinas; os quais apresentam diversos efeitos biológicos como atividade antioxidante, anti-inflamatória, antitumoral e inibição da danificação do colágeno (CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2018; COLIZZI, 2019;

CUNHA *et al.*, 2016; LINDON; NICHOLSON; HOLMES, 2019; SILVA *et al.*, 2016). As subdivisões dos compostos fenólicos são demonstradas na Figura 7.

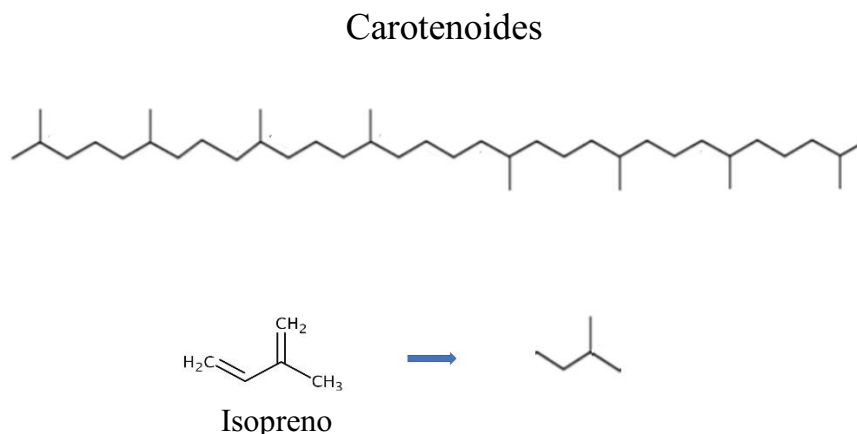
Figura 7 – Classes de compostos fenólicos e os principais flavonoides.



Fonte: Baseado nos trabalhos e figuras de Lindon, Nicholson e Holmes (2019); Silva e Abieski (2018).

3.4.2 Carotenoides

Carotenoides ou tetraterpenos são terpenos que contém 40 átomos de carbonos e 8 unidades de isopreno, conforme a Figura 8, considerados os pigmentos mais difundidos na natureza, responsáveis pelas cores amarelo, laranja e vermelho, apresentam característica lipofílica, participam do processo de fotossíntese por meio do complexo proteína-pigmento que captam luz e, também, desempenham papel nos mecanismos de proteção celular vegetal (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; BECERRA *et al.*, 2020; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2018; GIACONIA *et al.*, 2020; SANCHO; PASTORE, 2016; SILVA *et al.*, 2016).

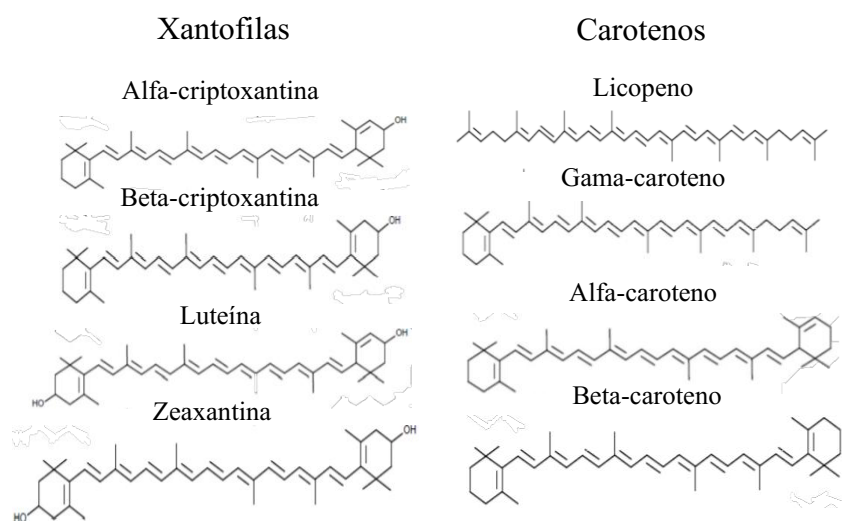
Figura 8 – Estrutura química básica dos carotenoides.

Fonte: Baseado nas figuras de Becerra *et al.* (2020); Khalid *et al.* (2019).

No contexto dos mecanismos de proteção celular, a atividade antioxidante é o destaque, não apenas nos vegetais, como também no organismo humano. Neste, apresentam atividade provitamina-A, têm ação essencial no desenvolvimento cerebral, protegem os olhos contra radiação ultravioleta, contra o declínio da força muscular em idosos, contra o estresse oxidativo por atuarem na eliminação dos radicais livres e inibirem a peroxidação lipídica, protegendo o DNA e auxiliando na prevenção de neoplasias. Por conseguinte, relacionam-se à proteção contra o envelhecimento prematuro, à redução do risco de degeneração macular, catarata e doenças crônicas (ALVES HENRIQUE *et al.*, 2018; BECERRA *et al.*, 2020; KHALID *et al.*, 2019; PORSH; SIMAS; GRANZOTI, 2019).

Outrossim, conforme a Figura 9, os carotenoides podem ser classificados em dois grupos: as xantofilas, como luteína, zeaxantina, criptoxantina, astaxantina e fucoxantina, que apresentam átomos de oxigênio em sua estrutura; e carotenos, como alfa-caroteno, beta-caroteno e licopeno; os quais possuem em sua estrutura apenas hidrocarbonetos. Desses, os de maior atividade provitamina-A são beta-caroteno, alfa-caroteno e criptoxantina. Juntamente com esses, o licopeno, luteína e zeaxantina são considerados carotenoides funcionais, pois apresentam atividade antioxidante, efeitos positivos na saúde cardiovascular, na acuidade visual e prevenção contra determinados tipos de câncer (BECERRA *et al.*, 2020; CHANDRASEKARA; SHAHIDI, 2018; SANCHO; PASTORE, 2016).

Figura 9 – Estruturas químicas das principais xantofilas e dos carotenos.



Fonte: Baseado nas figuras de Khalid *et al.* (2019).

3.4.3 Licopeno

O licopeno é um caroteno de estrutura acíclica, caracterizado como polieno por ser constituído de oito unidades de isopreno, formando, assim, uma cadeia de 40 átomos de carbono contendo onze ligações duplas conjugadas e duas não conjugadas. Essa estrutura é responsável pelo seu caráter lipofílico, pela pigmentação vermelha, tipicamente encontrada em alimentos fonte como o tomate, mamão vermelho e melancia, pela estabilidade térmica e excepcional propriedade antioxidante. Devido a esta, atribui-se a ele um potencial efeito na proteção contra câncer, doenças cardiovasculares, neurológicas e algumas doenças inflamatórias (MILANI *et al.*, 2017; PETYAEV, 2016; PRZYBYLSKA, 2019; SANCHO; PASTORE, 2016).

No tocante aos benefícios cardiovasculares, estudos sugerem alguns mecanismos relacionados ao potencial antioxidante, anti-inflamatório, anti-aterogênico e antiplaquetário, inibindo a atividade pró-inflamatória, lesão endotelial, síntese de colesterol, oxidação de LDL, formação de células espumosas, proliferação de células musculares lisas; restaurando da funcionalidade da HDL; e aumentando do efluxo de colesterol (MOZOS *et al.*, 2018; SAINI *et al.*, 2020). Destarte, a ingestão habitual de alimentos fonte desse nutriente tem importante benefício na prevenção e no suporte ao tratamento de DCVs.

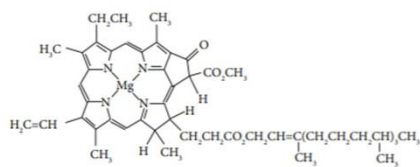
3.4.4 Clorofilas

As clorofilas são pigmentos verde, considerados como os mais essenciais para a fotossíntese, possuindo também propriedades bioativas. As principais clorofilas (Figura 10) são clorofila *a*, clorofila *b*, clorofilina e feofitina *a*. Dessas, as que predominam em organismos fotossintéticos são as clorofilas *a* e *b*. Ademais, suas atividades bioativas consistem na prevenção de câncer, atividades antioxidantes e antimutagênicas, aprisionamento de mutagênicos, modulação do metabolismo xenobiótico, indução de apoptose, propriedades antimicrobianas e atividade anti-inflamatória. Isso deriva, principalmente, da sua propriedade antioxidante (VAŇKOVÁ *et al.*, 2018; ZEPKA; JACOB-LOPES; ROCA, 2019).

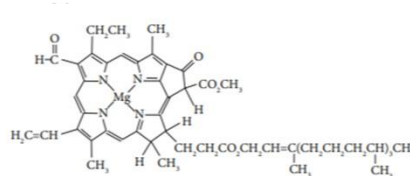
Figura 10 – As principais clorofilas.

Clorofilas

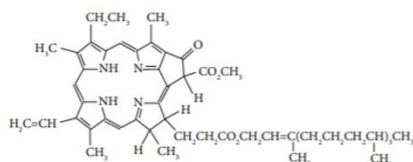
Clorofila *a*



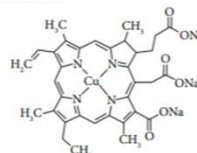
Clorofila *b*



Feofitina *a*



Clorofilina



Fonte: Baseado nas figuras de Vaňková *et al.* (2018).

Outrossim, no estudo de Vaňková *et al.* (2018), demonstrou-se que as quatro clorofilas citadas anteriormente produzem efeitos antiproliferativos em linhas celulares de câncer pancreático, concluindo-se, com base, também, em estudos *in vivo*, que o consumo de verduras contribui para menor incidência de câncer.

Em outro trabalho, Li *et al.* (2019) constataram que a suplementação com extrato de espinafre rico em clorofila reduziu efetivamente o ganho de peso corporal e a inflamação de baixo grau, além de melhorar a tolerância à glicose e reverter a disbiose da microbiota intestinal de camundongos alimentados com dieta rica em gordura.

Ademais, as clorofilas apresentam estrutura semelhante à heme e bilirrubina. Adicionalmente, as propriedades de absorção da clorofila dependem de sua estrutura, pois

o número de limites duplos conjugados e o uso de diferentes substituintes nos anéis de pirrol influenciam fortemente os níveis de energia, mudança de cores e potencial bioativo. As propriedades bioativas das clorofilas estão intimamente relacionadas à sua estrutura química (RODRIGUEZ-AMAYA, 2016; VAŇKOVÁ *et al.*, 2018; ZEPKA; JACOB-LOPES; ROCA, 2019).

3.5 MARACUJÁ

Maracujá é um termo de origem tupi-guarani que significa “alimento que se toma de sorvo” ou “alimento em forma de cuia”, o qual se refere ao fruto e à planta de várias espécies do gênero *Passiflora*. Este termo deriva do latim “passio” e “floris” – paixão e flor -, o que deu origem ao nome Flor da Paixão ou fruto da paixão, *passion fruit* e *fruto de la passion* no inglês e espanhol, devido à associação das estruturas das flores do maracujá com a Paixão de Cristo, conforme a Figura 11 (CORRÊA *et al.*, 2016; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

Figura 11 – Imagem de um maracujazeiro.



Fonte: Autor, 2021.

O gênero *Passiflora* é o mais expressivo em espécies e importância econômica dentre os 18 gêneros da família Passifloraceae. Estima-se que esse gênero é composto por mais de 500 espécies, das quais mais de 150 são nativas do Brasil, considerado um dos maiores centros de diversidade (CORRÊA *et al.*, 2016; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

No país, as espécies com maior expressão comercial são *Passiflora edulis*, conhecida como maracujá-azedo roxo ou amarelo, e *Passiflora alata*, chamada de maracujá-doce. O maracujá-azedo amarelo, espécie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, é o

mais conhecido e cultivado, e em que a produção comercial do mundo se baseia, por conta da qualidade dos frutos e do maior rendimento industrial (COELHO; AZEVÊDO; UMSZA-GUEZ, 2016; CORRÊA *et al.*, 2016; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

Os frutos dessa espécie são arredondados ou ovoides, com casca verde-amarelada quando maduros, contendo numerosas sementes encobertas por uma polpa amarela gelatinosa com sabor ácido e aroma intenso (Figura 10).

Figura 12 – Maracujá e seus subprodutos.



Fonte: Autor, 2020.

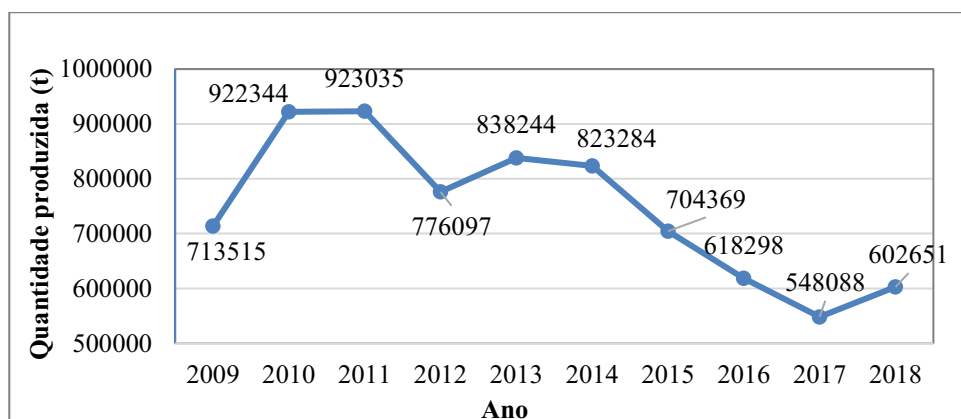
A constituição nutricional da polpa fresca de maracujá é apresentada na Tabela 1. Além dos nutrientes demonstrados nesta, a polpa é fonte de vitaminas do complexo B, vitamina C, alcaloides, flavonoides, carotenoides, saponinas, óleos essenciais e fibras alimentares (COELHO; AZEVÊDO; UMSZA-GUEZ, 2016; PACHECO *et al.*, 2016).

Tabela 1 – Constituição nutricional de 100 g da polpa fresca de maracujá.

Nutrientes	Quantidade por porção
Valor energético	68 kcal
Carboidratos	12,3 g
Proteínas	2 g
Lipídios	2,1 g
Cálcio	5 mg
Magnésio	28 mg
Fósforo	51 mg
Sódio	2 mg
Potássio	338 mg
Cobre	0,19 mg
Zinco	0,4 mg

Fonte: Baseados em Faleiro e Junqueira, 2016.

Ao longo do final do século XX e decorrer do XXI, o Brasil se tornou o maior produtor mundial de maracujá, tendo sido responsável por quase 60% da produção global, chegando a mais de 900.000 toneladas (t) por ano (Gráfico 3). Estima-se que mais da metade da produção brasileira de maracujá seja comercializada no mercado *in natura*. A outra parte é destinada ao processamento industrial, principalmente à fabricação de suco concentrado, néctar e polpa (COELHO; AZEVÊDO; UMSZA-GUEZ, 2016; CORRÊA *et al.*, 2016; PACHECO *et al.*, 2016).

Figura 13 – Gráfico da produção de maracujá de 2009 a 2018.

Fonte: Baseado nos dados de Brasil (2020b).

Em 2018, a produção de maracujá foi de 602.651 t, apresentando um rendimento médio de 14.103 kg/ha, com valor de produção de R\$ 1.014.599.000,00. Ainda mais, o valor de exportação da fruta foi R\$ 49.132,25 e do suco foi R\$ 3.207.230,90; e houve apenas importação de suco de maracujá no valor de R\$ 851.502,92. No ano seguinte, 2019, os valores das exportações da fruta e do suco foram, respectivamente, R\$ 277.036,10 e R\$ 4.946.392,27; enquanto o da importação do suco foi R\$ 1.355.841,90 (BRASIL, 2020b; 2020c).

Entretanto, o processamento em larga escala gera grande quantidade de resíduos, como sementes e cascas, pois estes correspondem, aproximadamente, a 70% do fruto (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016; NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Considerando a produção de 2018 e a proporção entre polpa e resíduos, o peso destes seria de 421.855,7 t, enquanto o peso da polpa seria apenas de 180.795,3 t, demonstrando-se a grande quantidade de resíduos gerada.

3.5.1 Aproveitamento de resíduos do maracujá na indústria alimentícia

Os subprodutos decorrentes do processamento de frutas, como cascas e sementes, de forma geral, apresentam propriedades bioativas significativas, podendo ser utilizados em novos processos, produtos e em substituição a matérias primas mais custosas economicamente (BANŽIĆ; BABIĆ; JOKIĆ, 2020; RIBEIRO *et al.*, 2019).

Dentre as substâncias bioativas presentes, destacam-se os carotenoides, polifenóis, fibras alimentares e ácidos graxos essenciais. Desse modo, os coprodutos das frutas podem ser utilizados pela indústria de alimentos para o desenvolvimento de alimentos funcionais ou enriquecidos (GARCÍA; VARGAS; MOLINA, 2015; KUMAR *et al.*, 2017; SAGAR *et al.*, 2018).

Com relação aos resíduos provenientes da industrialização da polpa de maracujá, o reaproveitamento destes é uma alternativa tanto para explorar o seu alto valor nutricional, quanto para a obtenção de produtos inovadores de alto valor de mercado, em decorrência da crescente valorização e consumo de alimentos saudáveis, e das suas propriedades tecnológicas (COELHO; AZEVÊDO, UMSZA-GUEZ, 2016; MIRANDA *et al.*, 2017; MOLINA-HERNÁNDEZ; MARTÍNEZ-CORREA; ANDRADE-MAHECHA, 2019).

Nesse sentido, o albedo de maracujá é uma alternativa para utilização como ingrediente no desenvolvimento de produtos funcionais por ser rico em fibras; a farinha da casca de maracujá pode ser utilizada como complemento em alimentos para os enriquecer ou pode servir como ingrediente na elaboração de biscoitos, bolachas, pães, sopas, etc. (COELHO; AZEVÊDO, UMSZA-GUEZ, 2016; LIMA *et al.*, 2018;).

Quanto à aplicação de subprodutos na elaboração de alimentos, Maia *et al.* (2018) utilizou diferentes concentrações da farinha da casca de maracujá para a formulação de bolo de milho. Como melhor resultado em termos nutricionais e sensoriais, a preparação do bolo com 5% de farinha da casca de maracujá apresentou, em comparação à preparação padrão do bolo de milho, aumento no teor proteico de 34,68% e 26% na composição de fibra alimentar, redução de 77,74% da composição lipídica e decréscimo de 57,64% da caloria total. Em outro estudo, Oliveira L. M. *et al.* (2019) elaboraram um pão enriquecido com 10% de farinha da casca de maracujá, o qual, comparado ao pão padrão, apresentou um aumento de 179,28% no teor de fibras e foi bem aceito sensorialmente.

Com relação à utilização do albedo de maracujá, Oliveira F. A. S. *et al.* (2019) utilizou a farinha de albedo em diferentes proporções em relação a farinha de trigo na confecção de bolo. O acréscimo de 13% da farinha apresentou os melhores resultados tecnológicos como um mínimo de dureza, mastigabilidade e gemosidade, consideradas como as características que melhor definem um produto de qualidade; além disso, conferiu maior firmeza, consistência e melhoria no ponto de corte para bolos.

Ademais, os resíduos da polpa de maracujá também são utilizados na alimentação de animais. Assim, Barros Júnior *et al.* (2018) introduziu resíduo de maracujá na alimentação de codornas europeias fêmeas com o objetivo de avaliar as características da carcaça dessas aves aos 35 dias de idade. Obteve-se como resultado que é possível a inclusão de até 12% de resíduos de maracujá sem comprometer as características da carcaça, cortes nobres e vísceras comestíveis dessas aves.

3.5.2 Substâncias bioativas nos coprodutos do Maracujá

A casca e as sementes de maracujá apresentam quantidades consideráveis de proteína e minerais, além destes, destaca-se a presença de substâncias bioativas, como fibras alimentares, ácidos graxos essenciais, vitamina C e compostos bioativos (CORRÊA *et al.*, 2016; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016). Por conta desses constituintes, vários estudos vêm sendo desenvolvidos com esses subprodutos, intentando-se atualizar quanto aos seus constituintes e possíveis efeitos na saúde humana.

Nesse sentido, os estudos de Miranda *et al.* (2017), Molina-Henández, Martínez-Correa e Andrade-Mahecha (2019) e Oliveira L. M. *et al.* (2019) confirmam o alto teor de proteínas, fibras alimentares solúveis e insolúveis, e presença de carotenoides nas farinhas da casca de maracujá. Segundo as pesquisas de Lima *et al.* (2018), Martins *et al.* (2019) e Xiong *et al.* (2019), essa farinha também se apresenta como um potencial antioxidante, sugerindo-se que o consumo pode atuar no auxílio à prevenção de doenças cardiovasculares e do envelhecimento precoce.

Ademais, a farinha da casca de maracujá adicionada ao alimento de camundongos com síndrome metabólica induzida pela *cafeteria diet*, conforme o experimento de De Faveri *et al.* (2020), promoveu a redução do ganho de peso corporal, deposição de gordura principalmente no fígado, melhorou a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina, além de reduzir o processo inflamatório no tecido hepático.

Em outro estudo, Goss *et al.* (2018) demonstraram que ratos jovens suplementados com farinha da casca de maracujá, mesmo ingerindo bebidas com 10% de frutose por 8 semanas, não apresentaram resistência insulínica, aumento de triglicerídeos séricos, de deposição de gordura no fígado e do diâmetro de adipócitos quando comparados a ratos jovens submetidos às mesmas condições sem a suplementação com a farinha; podendo estar relacionado ao conteúdo de fibras, ou de compostos bioativos, ou a ambos.

Com relação à semente de maracujá, Takam e colaboradores (2019) encontraram, no óleo das sementes, 84,88% de ácidos graxos insaturados e demonstraram que a administração desse óleo *in vivo* reduziu os níveis de triglicerídeos, colesterol total e LDL-colesterol, além de aumentar significativamente o HDL-colesterol, semelhante aos efeitos do azeite de oliva. Em adição, outro estudo *in vitro e in vivo* realizado por Mota *et al.* (2018) com extratos da semente de maracujá demonstrou aumento da atividade antitumoral e da citotoxicidade em células tumorais.

Ainda mais, Oliveira *et al.* (2016) comprovou que o óleo das sementes também apresenta constituição altamente bioativa, ação antioxidante e antimicrobiana, esta última propriedade também foi comprovada por Silva, Souza e Espinheira (2019), em que o óleo inibiu os microrganismos *Klebsiella ssp.*, *Streptococcus pyogenes* e *Escherichia coli*.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o teor de compostos bioativos no extrato da semente de maracujá (*Passiflora edulis*) *in vitro*.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

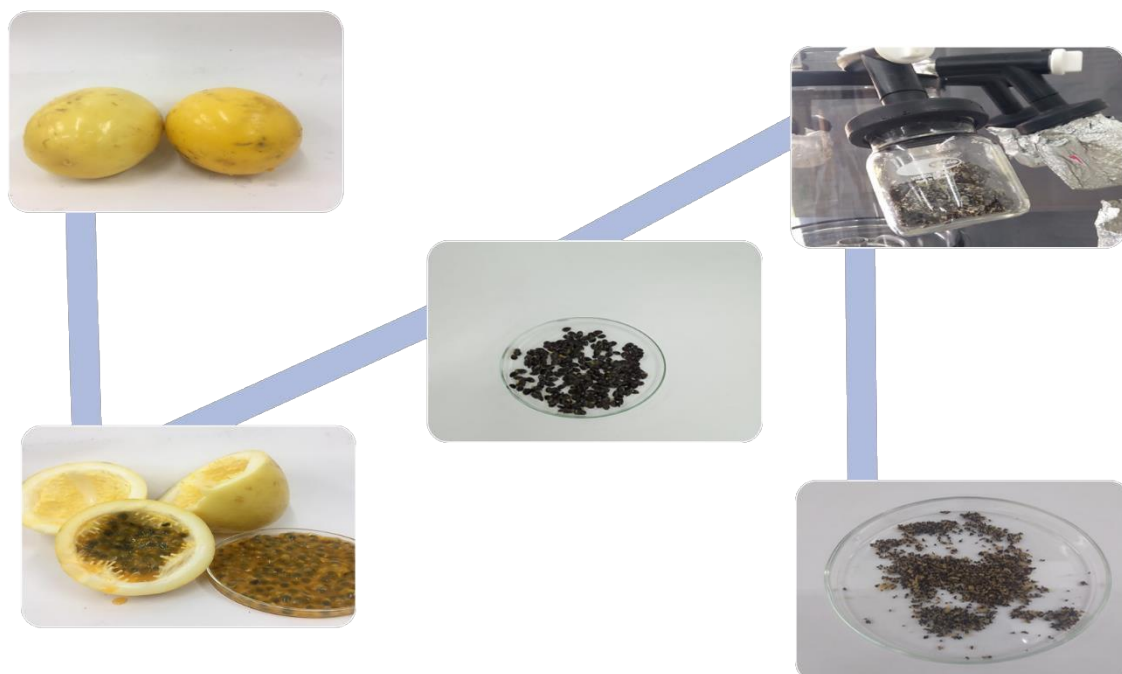
- Obter o material liofilizado da semente de maracujá (*Passiflora edulis*);
- Avaliar o teor de atividade de água;
- Produzir extratos aquosos;
- Avaliar suas características físico-químicas;
- Determinar seus teores de: clorofila *a* e clorofila *b*; licopeno;
- Determinar os teores de: Carotenoides totais em β - caroteno (conversão em pró-vitamina A);
- Avaliar seus teores de compostos fenólicos (Polifenóis totais);
- Avaliar seus teores de Flavonoides;
- Avaliar seus teores de Antocianinas;
- Analisar a sua morfologia.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 PREPARO DA AMOSTRA

Os frutos de maracujá (*Passiflora edulis*) foram obtidos no mercado do Ver-o-Peso localizado na Região Metropolitana do Município de Belém, Estado do Pará, Brasil. Foram transportadas em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade (PEBD), sendo armazenadas no Laboratório de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal do Pará (UFPA), à temperatura de 7 °C. Posteriormente, realizaram-se procedimentos de seleção, lavagem, sanitização, despulpamento, separação entre polpa, semente e arilo, secagem e congelamento para posterior processo de liofilização (sublimação) em liofilizador SL-404 da marca solab.

Figura 14 – Processo para obtenção da semente de maracujá liofilizada.



Fonte: Autor, 2021.

5.2 ANÁLISE DO TEOR DE ÁGUA

A Atividade de água do material liofilizado foi realizada através de medida direta, em instrumento Labmaster–aw neo Series 3TE da NOVASINA, com controle interno de temperatura a 25 °C;

5.3 OBTENÇÃO DO EXTRATO AQUOSO

Foram obtidos segundo a metodologia de Vieira *et al.*, (2011), com extrações na proporção de 1g de semente de maracujá macerada no gral e pistilo para 20 mL de água destilada (relação amostra/solvente). A amostra foi homogeneizada durante 1 hora em erlenmeyer no agitador magnético e em seguida filtrada em algodão.

5.4 ANÁLISE DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH)

Foi determinado, em triplicata, seguindo o método de nº981.12 da AOAC (2010), realizando medida em potenciômetro, previamente calibrado com soluções de tampão pH 4 e 7, da marca Nova Orgânica, modelo PA200.

5.5 ANÁLISE DE ACIDEZ TOTAL TITULAVÉL

De acordo com as normas expressas por Adolfo Lutz (1985), a Acidez total titulável foi obtida por meio de titulação com NaOH 0,1N e indicador fenolftaleína com resultados descritos em porcentagem (%) de ácido cítrico (100. g-1).

5.6 ANÁLISE DE SÓLIDOS SOLUVEIS TOTAIS (SST)

Os Sólidos Solúveis Totais (°Brix) foram obtidos por meio do índice de refração de acordo com IAL (2008), através da leitura em refratômetro de bancada da marca Tecnal, modelo AR/200 digital.

5.7 ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

5.7.1 Análise de Carotenoides e clorofilas

A determinação de carotenoides e clorofilas foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Vinha *et al.*, (2014). Que consiste em 1 g de amostra extraída com 20 ml de cetona e posteriormente efetuada a leitura das absorvências do sobrenadante, aos comprimentos de onda 453, 505, 645 e 663 nm em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI. Tais como:

- Teores de clorofila *a*

Equação 2

$$\text{Clorofila } a \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,999A_{663} + 0,0989A_{645}$$

- Teores de clorofila *b*

Equação 3

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg/g)} = -0,328A_{663} + 1,77A_{645}$$

- Licopeno

Equação 4

$$\text{Licopeno} \left(\frac{mg}{g} \right) = -0,0458A_{663} + 0,204A_{645} + 0,372A_{505} - 0,0806A_{453}$$

- Teores de β - caroteno

Equação 5

$$\beta - \text{caroteno (mg/g)} = -0,216A_{663} + 1,22A_{645} + 0,304A_{505} - 0,452A_{453}$$

Ademais, os valores de β -caroteno foram convertidos em Equivalente de Retinol (ER ou RE), segundo a RDC n° 269/2005, considerando 1 mcg de β -caroteno igual a 0,167 mcg de ER.

5.7.2 Análise de compostos fenólicos totais

O teor de Polifenóis totais foi analisado, de acordo com o ensaio de Folin Ciocalteu, tal como descrito por Ali akbarian *et al.*, (2011), utilizando-se um espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI , a um comprimento de onda de 725 nm e os resultados foram calculados através da curva-padrão de ácido gálico com equação da reta $y = 0,0013x + 0,0487$ ($R^2 = 0,9741$).

5.7.3 Análise de flavonóides e antocianinas

A determinação de flavonoides e antocianinas foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Lees e Francis (1972) com leitura em espectrofotômetro UV-Vis, modelo IL- 592 KASUAKI no comprimento de onda de 374 nm para flavonoides e 535 nm para antocianinas.

5.8 ANÁLISE MORFOLÓGICA

As análises morfológicas dos grânulos foram realizadas pela visualização em Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com amostras acopladas em suportes e metalizadas com Au/Pd para permitir condutividade elétrica necessária no processo de formação das imagens, em Corrente do feixe de elétrons de 85-90 μA . As imagens ou eletromicrografias foram realizadas em Microscópio eletrônico de varredura marca Tescan, modelo Vega3, instalado no Laboratório de Nanomanipulação (PPGF/ UFPA).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros físico-químicos (pH, ATT, SST, Aw) da semente de maracujá liofilizada estão representados na tabela 2.

Tabela 2 – Características físico-químicas da semente de maracujá liofilizada.

	1	2	3	Média ± Desvio Padrão
Potencial hidrogeniônico (pH)	6,30	6,30	6,31	6,3 ± 0,005
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	2,56	3,20	2,56	2,77 ± 0,3
Sólidos solúveis totais (°Brix)	0,5	0,5	0,5	0,5
Atividade de água (Aw)	0,205	0,203	0,202	0,203 ± 0,0013

Fonte: Autor, 2020.

Conforme detalhado na tabela 2, o valor médio de pH foi $6,3 \pm 0,005$; resultado semelhante ao descrito por Silva *et al.* (2015) que apresentaram $6,36 \pm 0,08$ na semente de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*. No que concerne à acidez total titulável, a proporção encontrada foi $2,77 \pm 0,3$ % ácido cítrico, superior a 1,7 % ácido cítrico referido no estudo de Araújo *et al.* (2019) com sementes de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). Esses dados revelam que o extrato da semente de maracujá apresenta pH próximo da neutralidade, com percentual de ácido cítrico considerável.

Em relação aos sólidos solúveis totais, obteve-se 0,5 °Brix; quantidade bem inferior ao analisado por Silva *et al.* (2015) nas sementes de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* – $3,50 \pm 0,27$ °Brix. Possivelmente, essa discrepância se deve a questões metodológicas e/ou a variações presentes nas amostras estudadas.

Além disso, a atividade de água na semente liofilizada foi $0,203 \pm 0,0013$; essa média foi semelhante à encontrada, por Selani *et al.* (2016), nos coprodutos do maracujá (casca, albedo e sementes) liofilizados – $0,20 \pm 0,01$. Indicando que a secagem por

liofilização permite obter um material com baixa atividade de água, dificultando o desenvolvimento de alguns microrganismos e processos enzimáticos.

6.2 CONCENTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Os teores de carotenoides totais, expressos em β -carotenos, convertidos em Equivalente de Retinol (RE ou ER) para determinação da atividade provitamina A, estão expressos na tabela 3. Em adição, esta também apresenta a Ingestão Diária de Referência (DRI) da vitamina A em ER nos diversos ciclos da vida, conforme a RDC n° 269/2005 (BRASIL, 2005).

Tabela 3 – Determinação de carotenoides totais, expressos em β -caroteno, convertidos em Equivalente de Retinol e a DRI para a população brasileira.

Análise em triplicata	β -caroteno (mcg/100g)	Equivalente de Retinol (mcg/100g)	DRI vitamina A nos ciclos da vida
1	68,20	11,39	Criança 7-11 meses; 1-3 anos: 400 mcg ER
2	99,07	16,54	Criança 4-6 anos: 450 mcg ER
3	76,54	12,78	Criança 7-10 anos: 500 mcg ER
Média \pm Desvio padrão	83,63 \pm 16,00	13,96 \pm 2,66	Adultos: 600 mcg ER Gestantes: 800 mcg ER Lactantes: 850 mcg ER

Fonte: Autor, 2020; Brasil, 2005.

Conforme demonstrado na tabela 3, o extrato da semente de maracujá apresentou as médias 83,63 mcg/100g de β -caroteno e 13,96 \pm 2,66 mcg/100g de ER. Ao considerar o percentual de adequação conforme a DRI presente na RDC n° 269/2005, o ER da semente de maracujá proporciona 3,49% da DRI de crianças de 7 a 11 meses e 1 a 3 anos, 3,10% de crianças entre 4 e 6 anos, 2,79% de crianças entre 7 e 10 anos, 2,32% de adultos, 1,74% de gestantes e 1,64% de lactantes (BRASIL, 2005).

Nesse sentido, a adição da semente de maracujá na alimentação, seja *in natura* ou processada, é uma fonte de β -caroteno e provitamina A que contribui para a adequação da Ingestão Diária de Referência da população, principalmente devido à carência de vitamina A estar presente entre as crianças brasileiras (LIMA; DIMIANI; FUJIMORI, 2018).

Outrossim, ao comparar os teores de β -caroteno e atividade provitamina A da semente de maracujá deste estudo (83,63 mcg/100g de β -caroteno e $13,96 \pm 2,66$ mcg/100g de ER) com os da polpa ($1334 \pm 78,8$ mcg/100g de β -caroteno e 111,16 mcg de ER) e da casca ($272,52 \pm 11,77$ de β -caroteno e $22,71 \pm 0,98$ mcg de ER) de maracujá amarelo do estudo realizado por Reis *et al.* (2018), o qual avaliou os teores de β -caroteno por Cromatografia Gasosa de Alta Performance e atividade provitamina A de acordo com o Institute of Medicine, que considera 12 mg de β -caroteno igual a 1 mg de ER, pode-se constatar que a semente apresentou menores teores de β -caroteno e atividade provitamina A que a polpa e casca de maracujá amarelo.

Em sequência, a tabela 4 informa os teores de polifenóis da semente de maracujá liofilizada, compostos que atraem cada vez mais a atenção de pesquisadores devido aos benefícios proporcionados à saúde.

Tabela 4 – Determinação de polifenóis na semente de maracujá liofilizada.

Polifenóis	1	2	3	Média \pm Desvio Padrão
Compostos				
fenólicos totais (mg AGE/100g)	582,26	711,49	550,72	614,82 \pm 69,56
Flavonoides (mg/100g)	55,60	54,74	56,26	55,53 \pm 0,76
Antocianinas (mg/100g)	0,0057	0,006	0,0065	0,006 \pm 0,0004

Fonte: Autor, 2020.

Os resultados apresentados na tabela 4 informam $614,82 \pm 69,56$ mg AGE/100g de compostos fenólicos totais, valor inferior ao encontrado na polpa, $1297,31 \pm 13,43$ mg AGE/100g, e na casca, $1061,87 \pm 25,00$ mg AGE/100g; e superior ao da semente de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims), $346,69 \pm 6,58$ mg AGE/100g, segundo a

pesquisa de Reis *et al.* (2018). Além deste, Santana *et al.* (2017) obtiveram $3,11 \pm 0,07$ g AGE/100g extraído de sementes de *Passiflora edulis* Sims, nas quais também foi identificado o piceatanol, um estilbeno apresenta derivados com atividades inibitórias de α -glicosidase que podem ser eficientes no controle glicêmico de pacientes diabéticos (PAN *et al.*, 2020).

Ademais, esse estilbeno também apresentou efeitos positivos (melhora da umidade e redução da fadiga) na pele ressecada de mulheres japonesas que receberam, via oral, extrato de semente de maracujá (5 mg de piceatanol) em um ensaio clínico randomizado duplo-cego, controlado por placebo, realizado por Maruki-Uchida *et al.* (2018). Também, Kitada *et al.* (2017) fizeram um estudo randomizado duplo-cego, placebo controlado, com 39 participantes em que 10 homens e 9 mulheres apresentavam sobrepeso e 10 homens e 10 mulheres eram eutróficos, os quais receberam 20mg/dia de piceatanol extraído de *Passiflora edulis* por 8 semanas, concluindo-se que a suplementação com piceatanol pode melhorar a saúde metabólica, incluindo sensibilidade à insulina, pressão arterial e frequência cardíaca em homens com sobrepeso.

Em relação aos flavonoides, obteve-se $55,33 \pm 0,76$ mg/100g, valor próximo ao encontrado no óleo da semente de maracujá segundo Santos *et al.* (2021), o qual apresentou $78,3 \pm 0,5$ mg 100 g^{-1} . Ao caracterizar quimicamente as sementes de *Passiflora edulis* Sims, Santana *et al.* (2017) constataram, em equivalente de catequina (CAE), a presença de 1,03g CAE/ 100g de sementes na base seca de flavonoides totais. No estudo de Reis *et al.* (2018), foram encontrados os seguintes flavonoides nos constituintes do maracujá amarelo: quercetina e kaempferol na polpa, quercetina na casca e kaempferol nas sementes.

Especificamente o kaempferol, flavonoide encontrado nas semente, apresenta diversos benefícios à saúde, como ação anti-inflamatória, eficácia anticâncer, aplicação em doenças hepáticas e metabólicas (como obesidade, diabetes e síndrome metabólica), proteção do endotélio vascular, da função cardíaca, do nervo craniano (ação nas doenças neurodegenerativas, antidepressiva, protetiva na doença de Parkinson, preventiva contra doença de Alzheimer, inibitória de acidente vascular cerebral isquêmico), e atuação nas doenças fibroproliferativas (REN *et al.*, 2019).

Outrossim, o teor de antocianinas encontrado foi $0,006 \pm 0,0004$ mg/100g. Nas análises realizadas por Araújo *et al.* (2018), foram encontrados 2 ± 1 mg equivalente de cianidina-3-glicosídeo (CYG)/ 100g de antocianinas nas sementes de maracujá doce (*Passiflora alata*). Em outro estudo, Reis *et al.* (2018) obteve apenas na semente de

maracujá amarelo, comparando-se com a polpa e a casca, a identificação de alguma antocianina, especificamente a malvidina 3,5- diglicosídeo.

O estudo de revisão de Khoo et al. (2017) descreve estudos científicos (de cultura de células, modelos animais e testes clínicos em humanos) os quais demonstraram que as antocianinas possuem atividades antioxidantes e antimicrobianas, melhoram a saúde visual e neurológica, e protegem contra várias DCNTs, como DCVs, câncer e diabetes.

Em relação aos teores de clorofila *a*, clorofila *b* e licopeno presentes no extrato da semente de maracujá, a tabela 5 informa os valores das análises em triplicata, média e desvio padrão.

Tabela 5 – Determinação de clorofila *a*, clorofila *b* e licopeno na semente de maracujá liofilizada.

Compostos bioativos	1	2	3	Média ± Desvio Padrão
Clorofila <i>a</i> (mg/100g)	80,00	117,42	95,32	98,72 ± 18,80
Clorofila <i>b</i> (mg/100g)	147,48	215,12	172,00	181,30 ± 34,20
Licopeno (mg/100g)	45,11	61,12	48,47	53,11 ± 8,40

Fonte: O Autor (2020).

De acordo com os dados representados na tabela 5, a média de clorofila *a* foi 98,72 ± 18,80 mg/100g, de clorofila *b* foi 181,30 ± 34,20 mg/100g; comparando com o trabalho de Dias *et al.* (2020) realizado com alface (4,63 mg/100g de clorofila *a* e 1,62 mg/100g de clorofila *b*), rúcula (6,06 mg/100g de clorofila *a* e 2,54 mg/100g de clorofila *b*) e cebolinha (7,81 mg/100g de clorofila *a* e 3,54 mg/100g de clorofila *b*), a semente de maracujá estudada apresenta teores de clorofila *a* e *b* muito mais expressivos. Quanto ao licopeno, a média obtida foi 53,11 ± 8,40 mg/100g; carotenoide não encontrado nas sementes de maracujá amarelo analisadas por Reis *et al.* (2018).

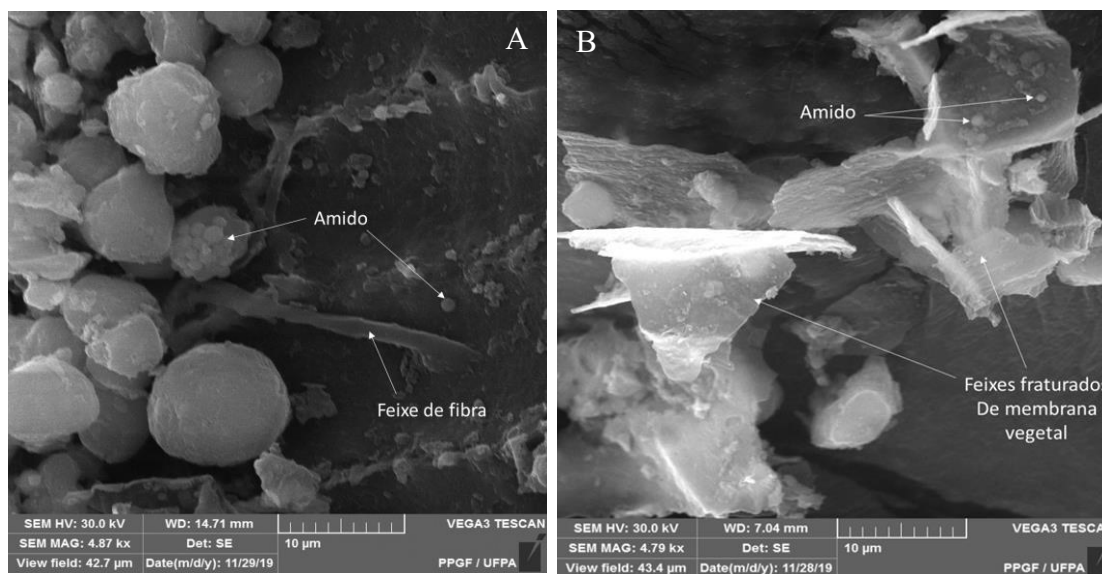
A presença desses compostos bioativos na semente de maracujá são um indicativo positivo para os benefícios em potencial à saúde que o consumo desse resíduo pode proporcionar. Desse modo, a possível utilização desse coproduto do maracujá como

ingrediente de alimentos e nutracêuticos deve ser promovida por meio de estudos que confirmem tais benefícios.

6.3 MORFOLOGIA DA SEMENTE DE MARACUJÁ

A análise morfológica da amostra, representada na figura 15, foi realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), com a finalidade de ampliar o conhecimento através do estudo da caracterização da matriz vegetal da matéria-prima.

Figura 15 – Presença de grânulos de amido e feixe de fibras na semente de maracujá.



Fonte: Autor (2020)

Na figura 15 A é possível observar a presença de feixe de fibra. A fibra é essencial para a saúde do trato gastrointestinal, por meio do estímulo ao trânsito intestinal adequado e ao desenvolvimento da microbiota saudável, caracterizando-se como alimento funcional. Além disso, está relacionada à redução do desenvolvimento de algumas doenças crônicas quando ingeridas de forma habitual na dieta, como doenças cardiovasculares, hipertensão arterial sistêmica, obesidade, diabetes mellitus tipo 2 e constipação (SOUZA *et al.*, 2019; MARTINS; LIMA, 2018).

Ademais, observam-se na figura 15 A, assim como na figura 15 B, grânulos de amido, os quais são estruturas com formato arredondado e superfície lisa, formados por amilose e amilopectina. Além disso, o amido é um componente importante da dieta e é muito utilizado pelas indústrias farmacêuticas, têxtil e alimentícia (COSTA, 2019; AZEVÊDO *et al.*, 2018).

Outrossim, a figura 15 B apresenta, também, feixes fraturados de membrana vegetal, compostos de amiloplastos e de resíduos de parênquima de reserva, podendo participar de forma positiva nas funções tecnológicas da semente de maracujá (MIRANDA *et al.*, 2017).

7 CONCLUSÃO

A semente de maracujá liofilizada apresentou feixes de fibras em sua morfologia, os quais são essenciais para a saúde gastrointestinal. Além disso, as características físico-químicas demonstram-se positivas para o controle microbiológico e enzimático.

Ademais, evidenciou-se a presença de β -caroteno e sua equivalência em retinol, importante para a adequação do consumo de vitamina A. Assim como, observou-se a presença de polifenóis, clorofilas e licopeno; compostos bioativos importantes para a prevenção e tratamento de diversas doenças, da mesma forma para a promoção da saúde.

Portanto, a semente de maracujá liofilizada é uma fonte de nutrientes e não nutrientes essenciais para a saúde humana, devendo-se valorizá-la como possível ingrediente para composição de alimentos e preparações funcionais, contribuindo, também, para a redução do seu descarte no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ADJAYE-GBEWONYO, K.; VAUGHAN, M. Reframing NCDs? An analysis of current debates. **Global Health Action**, v. 12, n. 1, 2019.
- AFONSO, C. B.; SPICKETT, C. M. Lipoproteins as targets and markers of lipoxidation. **Redox Biology**, v. 23, n. 101066, [16] p., 2019.
- AHMAD, S.; KHAN, M. Y.; RAFI, Z.; KHAN, H.; SIDDIQUI, Z.; REHMAN, S.; SAHAB, U.; KHAN, M. S.; SAEED, M.; ALOUFFI, S.; KHAN, M. S. Oxidation, glycation and glycooxidation – the vicious cycle and lung cancer. **Seminars in Cancer Biology**, v. 49, p. 29-36, 2018.
- AIRES, I. O.; SOUSA, L. L. C.; SOUSA, D. J. M.; ARAÚJO, D. S. C.; OLIVEIRA, I. K. F.; ALENCAR, M. S. S. Consumo alimentar, estilo de vida e sua influência no processo de envelhecimento. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 1-19, 2019.
- ALI AKBARIAN B., CASAZZA A.A., PEREGO P., 2011, Valorization of olive oil solid waste using high pressure-high temperature reactor, **Food Chemistry**, 128, p.704-710.
- ALMEIDA, C. G. **Preparação de amidas graxas derivadas do óleo de maracujá utilizando diferentes métodos catalíticos**. 2014. 172 f. Tese (Doutorado em Química) Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- ALVES HENRIQUE, V.; NUNES, C. R.; AZEVEDO, F. T.; PEREIRA, S. M. F.; BARBOSA, J. B.; TALMA, S. V. **Alimentos funcionais: aspectos nutricionais na qualidade de vida**. Aracaju: EdIFS, 2018, 57 p. il.
- AOCS; **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**, AOCS: Champaign, 2004.
- ARAÚJO, A. J. B.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; VILAR, S. B. O.; SCHMIDT, F. L.; ARAÚJO, F. P.; AZEVÊDO, L. C. Caracterização físico-química e perfil lipídico da semente de maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.). **Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação**. v. 2, n.3, 2019.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Virginia, 1997.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. (1094. p) Gaithersburg, 2010.
- AUGUSTIN, M. A.; SANGUANSRI, L.; FOX, E. M.; COBIAC, L.; COLE, M. B. Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets. **Trends in Food Science & Technology**, v. 95, p. 75-85, 2020.

AZEVÊDO, L. C.; DE SÁ, A. S. C.; ROVANI, S.; FUNGARO, D. A. Propriedades do amido e suas aplicações em biopolímeros. **Caderno de prospecção**, v. 11, p.351-358, 2018.

BANKOFF, A. D. P.; ARRUDA, M.; PACCE BISPO, I. M. G.; RODRIGUES, M. D. Doenças Crônicas não Transmissíveis: história familiar, hábitos alimentares e sedentarismo em alunos de graduação de ambos os sexos. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 5, n. 2, p. 37-56, 2017.

BANOŽIĆ, M.; BABIĆ, J.; JOKIĆ, S. Recent advances in extraction of bioactive compounds from tobacco industrial waste – a review. **Industrial Crops & Products**, v. 144, n. 112009, [11] p., 2020.

BARRALES, F. M. **Extração de óleo de semente de maracujá (*Passiflora edulis* sp.) usando CO₂ supercrítico assistido por ultrassom**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BARROS JÚNIOR, R. F.; QUINTÃO LANA, G. R.; VALEIRO LANA, S. R.; ALVES LEÃO, A. P.; AYRES, I. C. B.; SANTOS, D. S.; LIMA, L. A. A.; SILVA, W. A. Resíduo da polpa do maracujá como alimento alternativo para codornas europeias fêmeas. **Ciência Agrícola**, v. (sup.), p. 9-12, 2018.

BARROSO, T. A.; MARINS, L. B.; ALVES, R.; GONÇALVES, A. C. S.; BARROSO, S. G.; ROCHA, G. S. Associação entre a obesidade central e a incidência de doenças e fatores de risco cardiovascular. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 30, n. 5, p. 416-424, 2017.

BECERRA, M. O.; CONTERAS, L. M.; LO, M. H.; DÍAZ, J. M.; HERRERA, G. C. Lutein as a functional food ingredient: stability and bioavailability. **Journal of Functional Foods**, v. 66, n. 103771, [12] p., 2020.

BERNACCI, L. C.; MILWARD-DE-AZEVEDO, M.A; NUNES, T.S; IMING, D.C; MEZZONATO, A.C. 2015. *Passifloraceae* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB12506>> Acesso em: 28 jan. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Farmacopeia Brasileira**, v. 1. 5. ed. Brasília, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 16, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos para registro de Alimentos e ou Novos Ingredientes, constante do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 1999a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas

para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 1999b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 1999c.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial da União:** Brasília, DF, 1999d.

BRASIL. DATASUS. Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM). Painel de Monitoramento da Mortalidade Prematura (30 a 69 anos) por DCNT. Maio de 2020a. Disponível em: <<http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/mortalidade/dcnt/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

BRASIL. DATASUS. Secretaria de Vigilância em Saúde. Análise de Saúde e Vigilância de Doenças não Transmissíveis. Painéis Saúde Brasil: mortalidade geral – Causas de óbito. Estimativas de mortalidade do estudo “Global Burden of Disease Study 2016 (GBD 2016)”. 2016. Disponível em: <<http://svs.aids.gov.br/dantps/centrais-de-conteudos/paineis-de-monitoramento/saude-brasil/mortalidade-geral/>>. Acesso em: 26 maio 2020.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Produção agrícola – Lavoura Permanente. Brasil. 2020b. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>>. Acesso em: 22 maio 2020.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sistema IBGE de recuperação automática (Sidra). Produção agrícola municipal: produção de maracujá. 2018a. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROSTAT – Estatística de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. 2020c. Disponível em: <<http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 07 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Hospital do Coração. **Alimentação Cardioprotetora**. Brasília: Ministério da Saúde, 2018b. 14 p.

BRASIL. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Sistema Nacional de Vigilância em Saúde: relatoria de situação: Pará**, Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA/MS nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

BRASIL. Resolução RDC/ANVISA/MS nº270, de 22 de Setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

BRITO, B. B.; LEAL, J. D. V.; FORMIGA, L. M. F.; FROTA, K. M. G.; SILVA, A. R. V.; LIMA, L. H. O. Cardiovascular diseases: risk factors in adolescents. **Cogitare Enfermagem**, v. 21, n. 2, p. 01-08, 2016.

BUSH, C. J.; BINDER, C. J. Malondialdehyde epitopes as mediators of sterile inflammation. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1862, n. 4, p. 398-406, 2017.

CANUTO, R.; FANTON, M.; LIRA, P. I. C. Iniquidades sociais no consumo alimentar no Brasil: uma revisão crítica dos inquéritos nacionais. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 24, n. 9, p. 3193-3212, 2019.

CARAPETO, C.; MONTANARI, F.; PINELA, L. M. Alimentação e aterosclerose: um artigo informativo. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 2 (sup. 2), n. 69, p. 755-763, 2017.

CATAPANO, A. L.; BARRIOS, V.; CICERO, A. F. G.; PIRRO, M. Lifestyle interventions and nutraceuticals: guideline-based a cardiovascular disease prevention. **Atherosclerosis: X**, v. 1, N. 100003, p. 1-5, 2019.

CHANDRASEKARA, A.; SHAHIDI, F. Herbal beverages: bioactive compounds and their role in disease risk reduction – a review. **Journal of Traditional and Complementary Medicine**, v.8, n.4, p. 451-458, 2018.

CHÓEZ-GUARANDA, I.; ORTEGA, A.; MIRANDA, M.; MANZANO, P. Chemical composition of essential oils of *Passiflora edulis f. flavicarpa* agroindustrial waste. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 29, n. 6, p. 458-462, 2017.

COELHO, E. M.; AZEVÊDO, L. C.; UMSZA-GUEZ, M. A. Fruto do maracujá: importância econômica e industrial, produção, subprodutos e prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, v. 9, n. 3, p. 323-336, 2016.

- COLIZZI, C. The protective effects of polyphenols on Alzheimer's disease: a systematic review. **Alzheimer's & Dementia: Translational Research & Clinical Interventions**, v. 5, p. 184-196, 2019.
- CONFORTIN, S. C.; ANDRADE, S. R.; DRAEGE, V. M.; MENEGHINI, V.; SCHNEIDER, I. J. C.; BARBOSA, A. R. Mortalidade prematura pelas principais doenças crônicas não transmissíveis nos estados do Brasil. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, n.6, p. 1588-1594, 2019.
- CORRÊA, R. C. G.; PERALTA, R. M.; HAMINIUK, C. W. I.; MACIEL, G. M.; BRACHT, A.; FERREIRA, I. C. F. R. The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). **Trends in Food Science & Technology**, v. 58, p. 75-95, 2016.
- COSTA, S. S. **Amido da banana *Musa AAB-prata verde*: um estudo das suas propriedades tecnológicas**. 2019. 34 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2019.
- CRUZ, B. C. S.; CHAGAS, C. G. O.; MOREIRA, A. V. B. O tratamento térmico influencia as características físico-químicas e oxidativas do óleo de coco. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 2018, 39.1: 51-58.
- CUNHA, A. L.; MOURA, K. S.; BARBOSA, J. C.; SANTOS, A. F. Fundamentos químicos da ação dos radicais no organismo. **Diversitas Journal**, v. 1, n. 1, p. 08-13, 2016.
- DALGAARD, F.; BONDONNO, N. P.; MURRAY, K.; BONDONNO, C. P.; LEWIS, J. R.; CROFT, K. D.; KYRØ, C.; GISLASON, G.; SCALBERT, A.; CASSIDY, A.; TJØNNELAND, A.; OVERVAD, K.; HODGSON, J. M. Associations between habitual flavonoid intake and hospital admissions for atherosclerotic cardiovascular disease: a prospective cohort study. **Lancet Planet Health**, v. 3, n. 11, p. 450-459, 2019.
- DE FAVERI, A.; DE FAVERI, R.; BROERING, F. M.; BOUSFIELD, M. J. G.; MULLER, S. P.; PEREIRA, R. O.; SILVA, A. M. O.; MACHADO, I. D. M.; QINTÃO, N. L. M.; SANTIN, J. R. Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis f. flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 250, n. 112482, [9] p., 2020.
- ECHEVERRIA, C.; ELTIT, F.; SANTIBANEZ, J. F.; GATICA, S.; CABELLO- VERRUGIO, C.; SIMON, F. Endothelial dysfunction in pregnancy metabolic disorders. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1866, n. 2, p. 398-406, 2020.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Notícias. 2017. Disponível em: < www.embrapa.br/cerrados/-/asset_publisher/JY3381IKCcOA/content/id/21213033>. Acesso em: ago 2018.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

FALUDI, A.; IZAR, M. C. O.; SARAIVA, J. F. K. *et al.* Atualização da diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose - 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1, 2017.

FERRARI, R. A.; HECK, C. G.; SILVA, I. N. M. Determinação da estabilidade oxidativa do óleo de semente de maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). **Journal of Health Sciences**, v. 8, n. 1, 2015.

FERREIRA, R. C.; BARBOSA, L. B.; VASCONCELOS, S. M. L. Estudos de avaliação do consumo alimentar segundo método dos escores: uma revisão sistemática. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 5, p. 1777-1792, 2019.

FREIRE, A. K. S.; ALVES, N. C. C.; SANTIAGO, E. J. P.; TAVARES, A. S.; TEIXEIRA, D. S.; CARVALHO, I. A.; MELO, M. C. P.; NEGRO-DELLACQUA, M. Panorama no Brasil das doenças cardiovasculares dos últimos quatorze anos na perspectiva da promoção à saúde. **Revista Saúde e Desenvolvimento**, v. 11, n. 9, p. 21-44, 2017.

GARCÍA, M. Á. A.; VARGAS, J. H. L.; MOLINA, D. A. R. Agro-industrial fruit co-products in Columbia, their sources and potential uses in processed food industries: a review. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 68, n. 2, p. 7729-7742, 2015.

GIACONIA, M. A.; RAMOS, S. P.; PEREIRA, C. F.; LEMES, A. C.; DE ROSSO, V. V.; BRAGA, R. C. Overcoming restrictions of bioactive compounds biological effects in food using nanometer-size structures. **Food Hydrocolloids**, v. 107, n. 105939, 49 p., 2020.

GIANAZZA, E.; BRIOSCHI, M.; FERNANDEZ, A. M.; BANFI, C. Lipoxidation in cardiovascular diseases. **Redox Biology**, v. 23, n. 101119, p. 1-22, 2019.

GOSS, M. J.; NUNES, M. L. O.; MACHADO, I. D.; MERLIN, L.; MACEDO, N. B.; SILVA, A. M. O.; BRESOLIN, T. M. B.; SANTIN, J. R. Peel flour of *Passiflora edulis* Var. Flavicarpa supplementation prevents the insulin resistance and hepatic steatosis induced by low-fructose-diet in young rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 102, p. 840-854, 2018.

GOUVEA, E. C. D. P.; BARROS, F. C. R.; VALENÇA NETO, P. F.; SANTOS, R. O.; STOPA, S. R.; TIERLING, V. L.; SARDINHA, L. M. V.; MACÁRIO, E. M. Mortalidade prematura por doenças crônicas não transmissíveis. *in*: BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância em Saúde no Brasil 2003|2009: da criação da Secretaria de Vigilância em Saúde aos dias atuais**. Boletim Epidemiológico

[Internet]. 50 (num. esp.). 2019. p. 99-101. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>>. Acesso em: 01 mar 2020

GRACE, S. L. *et al.* Cardiac rehabilitation delivery model for low-resource settings. *Heart*. 2016;102(18):1449-55.

GUO, Y.; ZHANG, P.; LIU, Y.; ZHA, L.; LING, W.; GUO, H. A dose-response evaluation of purified anthocyanins on inflammatory and oxidative biomarkers and metabolic risk factors in healthy young adults: A randomized controlled trial. **Nutrition**, v. 74, n. 110745, [22] p., 2020.

HAINES, J.; HAYCRAFT, E.; LYTLE, L.; NIKLAUS, S.; KOK, F. J.; MERDJI, M.; FISBERG, M.; MORENO, L. A.; GOULET, O.; HUGHES, S. O. Nurturing children's healthy eating: position statement. **Appetite**, v. 137, p. 124-133, 2019.

International Organization For Standardization (1978) ISO 5509 – Animal and vegetable fats and oils – preparation of methyl esters of fatty acids. pp. 1–6.

IWATANI, S.; YAMAMOTO, N. Functional food products in Japan: a review. **Food Science and Human Wellness**, v. 8, p. 96-101, 2019.

JOVÉ, M.; PRADAS, I.; DOMINGUEZ-GONZALEZ, M. D.; FERRER, I.; PAMPLONA, R. Lipids and lipoxidation in human brain aging. Mitochondrial ATP-synthase as a key lipoxidation target. **Redox Biology**, v. 23, n.101082, 45 p., 2019.

JUNG, E. P.; RIBEIRO, L. O.; KUNIGAMIN, C. N.; FIGUEIREDO, E. S.; NASCIMENTO, F. S. Farinha da casca de banana madura: uma matéria-prima para a indústria alimentícia. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 6, p. 1712-1724, 2019.

KAJAL, A.; KISHORE, L.; KAUR, N.; GOLLEN, R.; SINGH, R. Therapeutic agents for the management of atherosclerosis from herbal sources. **Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 5, n. 2, p. 156-169, 2016.

KARSTEN, M. Cardiovascular rehabilitation (and physical therapy) in Brazil. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 1-2, Mar. 2018.

KHAKPOURI, S.; SAFARI, M.; GHAZIZADEH, H.; PARIZADEH, S. M. R.; NEMATY, M.; TAYEFI, M.; FERNS, G. A.; SABERI-KARIMIAN, M. The relationship between the healthy eating index and an alternate healthy eating index with the risk factors for cardiovascular disease in a population from northeastern Iran. **Translational Metabolic Syndrome Research**, v. 2, n. 1, p. 1-6, 2019.

KHALID, M.; SAEED-UR-RAHMAN; BILAL, M.; IQBAL, H. M. N.; HUANG, D. Biosynthesis and biomedical perspectives of carotenoids with special reference to human health-related applications. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, V. 17, p. 399-407, 2019.

- KHOO, H. E.; AZLAN, A.; TANG, S. T.; LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & Nutrition Research**. v. 61, n. 1, 2017.
<https://doi.org/10.1080/16546628.2017.1361779>
- KITADA, M.; OGURA, Y.; MARUKI-UCHIDA, H.; SAI, M.; SUZUKI, T.; KANASAKI, K.; HARA, Y.; SETO, H.; KUROSHIMA, Y.; MONNO, I.; KOYA, D. The Effect of Piceatannol from Passion Fruit (*Passiflora edulis*) seeds on Metabolic Health in Humans. **Nutrients**. v. 9, n. 1142, 2017. Doi: 10.3390/nu9101142
- KRÜGER, R. L.; FARINHA, J. B.; TEIXEIRA, B. C.; REISCHAK-OLIVEIRA, A. Estresse oxidativo e a função endotelial: efeitos do exercício físico associado à lipídemia pós-prandial. **Jornal vascular Brasileiro**, v. 14, n. 4, p. 328-340, 2015.
- KUMAR, K.; YADAV, A. N.; KUMAR, V.; VYAS, P.; DHALIWAL, H. S. Food waste: a potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 4, n. 18, 14 p., 2017.
- LEE W.; KU, S.; BAE, J. Vascular barrier protective effects of orientin and isoorientin in LPS-induced inflammation in vitro and in vivo, *Vascular Pharmacology*, v.62, n. 1, p. 3-14 Jul. 2014. ISSN 1537-1891.
- LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, 1972.
- LI, Y.; CUI, Y.; LU, F.; WANG, X.; LIAO, X.; HU, X.; ZHANG, Y. Beneficial effects of a chlorophyll-rich spinach extract supplementation on prevention of obesity and modulation of gut microbiota in high-fat diet-fed mice. **Journal of Functional Food**, v. 60, n. 103436, 12 p., 2019.
- LIMA, D. B.; DAMIANI, L. P.; FUJIMORI, E. Deficiência de vitamina A em crianças brasileiras e variáveis associadas. **Revista Paulista de Pediatria**. v. 36, n. 2, p. 176-185. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2018;36;2;00013>
- LINDON, J. C.; NICHOLSON, J. K.; HOLMES, E. **The Handbook of Metabolic Phenotyping**. Elsevier, 2019, 619 p.
- LIMA, F. C.; SIMÕES, A. J. A.; VIEIRA, I. M. M.; SILVA, D. P.; RUZENE, D. S. An overview of applications in pineapple agroindustrial residues. **Acta agriculturae Slovenica**, v. 111, n. 2, p. 445-462, 2018.
- LUTZ, I. A. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos físicos e químicos para análises de alimentos**. 4.ed. São Paulo: 2008. v.1.
- MAIA, S. M. P. C.; PONTES, D. F.; GARRUTI, D. S.; OLIVEIRA, M. N.; ARCANJO, S. R. S.; CHINELATE, G. C. B. Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho.

Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 3, p. 328-336, 2018.

MALTA, D. C.; CAMPOS, M. O.; OLIVEIRA, M. M.; ISER, B. P. M.; BERNAL, R. T. I.; CLARO, R. M.; MONTEIRO, C. A.; SILVA JR., J. B.; REIS, A. A. C. Prevalência de fatores de risco e proteção para doenças crônicas não transmissíveis em adultos residentes em capitais brasileiras, 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 373-387, 2015.

MALTA, D. C.; ANDRADE, S. S. C. A.; OLIVEIRA, T. P.; MOURA, L.; PRADO, R. R.; SOUZA, M. F. M. Probabilidade de morte prematura por doenças crônicas não transmissíveis, Brasil e regiões, projeções para 2025. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v.22, p. 1-13, 2019.

MARTÍN-SIERRA, C.; LARANJEIRA, P.; DOMINGUES, M. R.; PAIVA, A. Lipoxidation and cancer immunity. **Redox Biology**, v. 23, n. 101103, [10] p., 2019.

MARTINS, L. G.; LIMA, C. M. A. M. Consumo de fibras alimentares e seus benefícios no tratamento de doenças crônicas não transmissíveis. **Repositório UniCEUB**, p. 19, 2018.

MARUKI-UCHIDA, H.; MORITA, M.; YONEI, Y.; SAI, M. Effect of Passion Fruit Seed Extract Rich in Piceatannol on the Skin of Women: A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Trial. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**. v. 64, p. 75-80, 2018.

MATIAS, T. G.; REGIS, S. A.; TALMA, S. V.; MORAES, L. P.; RESENDE, E. D. Densidade aparente dos resíduos da polpa de maracujá. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, [5] p., 2018.

MELLO, C. S.; BARROS, K. V.; MORAIS, M. B. Brazilian in infant and preschool children feeding: literature review. **Jornal de Pediatria**, v. 92, n. 5, p. 451-463, 2016.

MILANI, A.; BASIRNEJAD, M.; SHAHBAZI, S.; BOLHASSANI, A. Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. **British Journal of Pharmacology**, v. 174, n. 11, p. 1290–1324, 2017.

MIRANDA, L. R.; SOUZA, A. L. G.; SILVA, G. C. T.; SANTOS, O. V. Aplicação da microscopia eletrônica de varredura aos grânulos de albedo de maracujá: qualidade nutricional-funcional e potencial tecnológico. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 19, n. 2, p. 217-230, 2017.

MOLINA-HERNÁNDEZ, J. B.; MARTÍNEZ-CORREA, H. A.; ANDRADE-MAHECHA, M. M. Potencial agroindustrial del epicarpo de maracujá como ingrediente alimentício activo. **Información Tecnológica**, v. 30, n. 2, p. 245-256, 2019.

MORENO, E. C.; VICENTE TIAGO, P.; ROSSI, F. S.; ROSSI, A. A. B. Caracterização morfométrica de frutos e sementes do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. Flavicarpa Degener*). **Enciclopédia Biosfera**, v. 11 n. 21; p. 2975-2983, 2015.

MOTA, N. S. R. S.; KVIECINSKI, M. R.; ZEFERINO, R. C.; OLIVEIRA, D. A.; BRETANHA, L. C.; FERREIRA, S. R. S.; MICKE, G. A.; WHILHELM FILHO, D.; PEDROSA, R. C.; OURIQUE, F. *In vivo* antitumor activity of by-products of *Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg. Rich in medium and long chain fatty acids evaluated through oxidative stress markers, cell cycle arrest and apoptosis induction. **Food and Chemical Toxicology**, v. 118, p. 557-565, 2018.

MOZOS, I.; STOIAN, D.; CARABA, A.; MALAINER, C.; HORBAŃCZUK, J. O.; ATANASOU, A. G. Lycopene and vascular health. **Frontiers in Pharmacology**, v. 9, n. 521, 16 p., 2018.

NASCIMENTO, B. R.; BRANT, L. C. C.; OLIVEIRA, G. M. M.; MALACHIAS, M. V. B.; REIS, G. M. A.; TEIXEIRA, R. A.; MALTA, D. C.; FRANÇA, E.; SOUZA, M. F. M.; ROTH, G. A.; RIBEIRO, A. L. P. Epidemiologia das doenças cardiovasculares em países de língua portuguesa: dados do “Global Burden of Disease”, 1990 a 2016. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 110, n. 6, p. 500-511, 2018.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

OLIVEIRA, A. D. **Aplicação das tecnologias supercrítica e convencionais para o reaproveitamento dos resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2015. 205 f. Tese (Doutorado Faculdade de Engenharia de Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

OLIVEIRA, C. B. C.; BRITO, L. A.; FREITAS, M. A.; SOUZA, M. P. A.; RÊGO, J. M. C.; MACHADO, R. J. A. Obesidade: inflamação e compostos bioativos. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2020.

OLIVEIRA, D. A.; ANGONESE, M.; GOMES, C.; FERREIRA, S. R. S. Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis sp.*) by-products: Sustainable recovery and biological activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 55-62, 2016.

OLIVEIRA, D. A.; MEZZOMO, N.; GOMES, C.; FERREIRA, S. R. S. Encapsulation of passion fruit seed oil by means of supercritical antisolvent process. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 129, p. 96-105, 2017.

OLIVEIRA, F. A. S.; ANDRADE, A. B.; DAMASCENO, W. R. P.; AZEVÊDO, R. R. M.; MARTINS, H. F.; CRUZ, R. S. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis*) na substituição parcial de farinha de trigo para a elaboração de bolos. **Brazilian Applied Science Review**, v. 3, n. 6, p. 2457-2468, 2019.

OLIVEIRA, L. M.; SILVA LUCAS, A. J.; ZACALHUK, M. E. G.; GOMES, D. B. S.; DALMAGO, N. C. Enriched bread preparation of fiber flour from *Passiflora edulis* (purple passion fruit). **Journal of Human Nutrition**, v. 3, n. 1, p. 72-74, 2019.

OLIVEIRA, S. G.; GOTTO, J. R. F.; SPAZIANI, A. O.; FROTA, R. S.; SOUZA, M. A. G.; FREITAS, C. J.; PELISSARI, G. T. B.; SILVEIRA, O. L.; AZEVEDO, M. F. A.; SILVA, D. P. T.; SPAZIANI, L. C. Doenças do aparelho circulatório no Brasil de acordo com dados do Datasus: um estudo no período de 2013 a 2018. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 1, p. 832-846, 2020.

PALLAZOLA, V. A.; DAVIS, D. M.; WHELTON, S. P.; CARDOSO, R.; LATINA, J. M.; MICHOS, E. D.; SARKAR, S.; BLUMENTHAL, R. S.; AMETT, D. K.; STONE, N. J.; WELTY, F. K. A clinician's guide to healthy eating for cardiovascular disease prevention. **MAYO CLINIC PROCEEDINGS: INNOVATIONS, QUALITY & OUTCOMES**, v.3, n.3, p. 251-267, 2019.

PAN, Z.; NING, D.; FU, Y.; LI, D.; ZOU, Z.; XIE, Y.; YU, L.; LI, L. Preparative Isolation of Piceatannol Derivatives from Passion Fruit (*Passiflora edulis*) Seeds by High-Speed Countercurrent Chromatography Combined with High-Performance Liquid Chromatography and Screening for α -Glucosidase Inhibitory Activities. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 68, p. 1555-1562, 2020.
<https://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.9b04871?ref=pdf>

PAZZINATO, K.; CARDOSO, C. K. S. Efeitos dos flavonoides do cacau na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares: uma revisão de literatura. **Revista de Ciências Médicas**, v. 28, n. 2, p. 85-98, 2019.

PEREIRA, M. G. **Caracterização do óleo de sementes de maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) e de maracujá azedo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) obtido por diferentes métodos de extração**. 2017. 118 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PERTUZATTI, P. B.; SGANZERLA, M.; JACQUES, A. C.; BARCIA, M. T.; ZAMBIAZI, R. C. Carotenoids, tocopherols and ascorbic acid content in yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) grown under different cultivation systems. **LWT-Food Science and Technology**, v. 64, n. 1, p. 259-263, 2015.

PETYAEV, I. M. Lycopene deficiency in ageing and cardiovascular disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, n. 3, 6 p., 2016.

PISOSCHI, A. M.; POP, A. The role of antioxidants chemistry of oxidative stress: a review. **European Journal of Medicinal Chemistry**, v. 97, p. 55-74, 2015.

PORSCH, L.; SIMAS, L. A. W.; GRANZOTI, R. O. C. Estresse oxidativo e o seu impacto no envelhecimento: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 2, n.2, p. 80-85, 2019.

PRZYBYLSKA, S. Lycopene – a bioactive carotenoid offering multiple health benefits: a review. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 11-32, 2019.

REIS, L. C. R.; FACCO, E. M. P.; SALVADOR, M.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. O. Antioxidant potential and physicochemical characterization of yellow, purple and orange passion fruit. **Journal of Food Science and Technology**. v. 55, n. 7, p. 2679–2691, 2018. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3190-2>

REN, J.; LU, Y.; QIAN, Y.; CHEN, B.; WU, T.; JI, G. Recent progress regarding keampferol for the treatment of various diseases (Review). **Experimental and Therapeutic Medicine**. v. 18, p. 2759-2776, 2019. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7886>

RIBEIRO, V. R.; FERNANDES, I. A. A.; MARI, I. P.; STAFUSSA, A. P.; ROSSETO, R.; MACIEL, G. M.; HAMINIUK, C. W. I. Bringing together *Saccharomyces cerevisiae* and bioactive compounds from plants: A new function for well-know biosorbent. **Journal of Functional Foods**, v. 60, n. 103433, 9 p., 2019.

ROCHA, N. P.; MILAGRES, L. C.; LONGO, G. Z.; RIBEIRO, A. Q.; NOVAES, J. F. Association between dietary pattern and cardiometabolic risk in children and adolescents: a systematic review. **Jornal de Pediatria**, v. 93, n.3, p. 214-222, 2017.

RODOPOULOU, S. *et al.* Air pollution and hospital emergency room and admissions for cardiovascular and respiratory diseases in Dona Ana County, New Mexico. **Environmental research**, v. 129, p. 39-46, 2014.

RODRIGUES, C. H. G.; FERNANDES, D. S. P.; SOUZA, E. C. G. Fatores de risco e consumo de micronutrientes protetores para doença cardiovascular em universitários da área de saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 30, n. 2, p. 146-153, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A Guide to Carotenoid Analysis in Foods. Washington, 2001. 64p.

ROTH, G. A.; ABATE, D.; ABATE, K. H. *et al.* Global, regional, and national age-sex-specific mortality for 282 causes of death in 195 countries and territories, 1980–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. **The Lancet**, v. 392, p. 1736–1788, 2018.

SAGAR, N. A.; PAREEK, S.; SHARMA, S.; YAHIA, E. M.; LOBO, M. G. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 3, p. 512-531, 2018.

SANCHES-SILVA, A.; TESTAI, L.; NABAVI, S. F.; BATTINO, M.; DEVI, K. P.; TEJADA, S.; SUREDA, A.; XU, S.; YOUSEFI, B.; MAJIDINIA, M.; LUIGI RUSSO, G.; EFFERTH, T.; NABAVI, S. M.; FARZAEI, M. H. Therapeutic potential of polyphenols in cardiovascular diseases: regulation of mTOR signaling pathway. **Pharmacological Research**, v. 152, n. 104626, 49 p., 2020.

SANCHO, R. A. S.; PASTORE, G. M. Alimentos funcionais: a revolução silenciosa na alimentação. **Revista Processos Químicos**, v. 10, n. 9, p. 13-24, 2016.

SAINI, R. K.; RENGASAMY, K. R. R.; MAHOMOODALLY, F. M.; KEUM, Y. Protective effects of lycopene in cancer, cardiovascular, and neurodegenerative diseases: Na update on epidemiological and mechanistic prospectives. **Pharmacological Research**, v. 155, n. 104730, 70 p., 2020.

SANTANA, F. C. **Avaliação dos compostos bioativos presentes na semente de Passiflora spp. e sua influência sobre marcadores bioquímicos, oxidativos e inflamatórios de camundongos submetidos à dieta hiperlipídica**. 2015. 180 f. Tese (Doutorado Faculdade de Ciências Farmacêuticas) Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTANA, F. C.; TORRES, L. R. O.; SHINAGAWA, F. B.; SILVA, A. M. O.; YOSHIME, L. T.; MELO, I. L. P.; MARCELLINE, P. S.; MANCINI-FILHO, J. Optimization of the antioxidant polyphenolic compounds extraction of yellow passion fruit seeds (*Passiflora edulis* Sims) by response surface methodology. **Journal of Food Science and Technology**. v. 54, n. 11, p. 3552-3561, 2017. DOI: 10.1007/s13197-017-2813-3

SANTOS, M. A. S.; OLIVEIRA, M. M.; ANDRADE, S. S. C. A.; NUNES, M. L.; MALTA, D. C.; MOURA, L. Tendências da morbidade hospitalar por doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2002 a 2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.24, n. 3, p. 389-398, 2015.

SANTOS, O. V.; VIEIRA, E. L. S.; SOARES, S. D.; CONCEIÇÃO, L. R. V.; NASCIMENTO, F. C. A.; TEIXEIRA-COSTA, B. E. Utilization of agroindustrial residue from passion fruit (*Passiflora edulis*) seeds as a source of fatty acids and bioactive substances. **Food Science and Technology**. v. 41, n. 1, 2021.
<https://doi.org/10.1590/fst.6220>

SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; SANTOS-SILVA, F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II. Fatty acid

composition of meat. **Livestock Production Science**, Roma, v. 77, n. 2/3, p. 187-194, 2002.

SASSON, S. Nutrient overload, lipid peroxidation and pancreatic beta cell function. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 111, p. 102-109, 2017.

SATIJA, A.; HU, F. B. Cardiovascular benefits of dietary fiber. **Current Atherosclerosis Reports**. v. 14, n. 6, p. 505-514, 2012.

SANTOS, K. N. **Obtenção de biodiesel via catálises homogênea e heterogênea a partir do óleo do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Degener*)**. 2015. 39f. Monografia (Graduação) – Universidade de Brasília Faculdade do Gama, Brasília, 2015.

SANTOS, O. V.; VIEIRA, E. L. S.; SOARES, S. D.; LISBÔA, L. R. C.; PINTO, D. M. L.; MACIEL, A. C. C.; COSTA, D. F.; DO NASCIMENTO, F. C. A. Efeitos do consumo de produtos e subprodutos do maracujá (*Passiflora edulis*) nas doenças crônicas não degenerativas. **Brazilian Journal of health Review**, v. 2, n. 6, p. 6226-6244, 2019.

SCHERER, R; BÖCKEL, W. J. Avaliação dos teores de ácidos graxos presentes em azeites de oliva extravirgem comercializados no Vale do Taquari. **Revista Destaques Acadêmicos**, 2018, 10.4.

SELANI, M. M.; BIANCHINI, A.; RATNAYAKE, W. S.; FLORES, R. A.; MASSARIOLI, A. P.; ALENCAR, S. M.; BRAZACA, S. G. C. Physicochemical, Functional and Antioxidant Properties of Tropical Fruits Co-products. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 71, p. 137-144, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0531-z>

SERRANO, J. C. E.; CASSANYE, A.; MARTÍN-GARI, M.; GRANADO-SERRANO, A. B.; PORTERO-OTÍN, M. Effect of dietary bioactive compounds on mitochondrial and metabolic flexibility. **Diseases**, v. 4, n. 14, p. 1-15, 2016.

SIQUEIRA, A. S. E.; SIQUEIRA-FILHO, A. G.; LAND, M. G. P. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 109, n. 1, p. 39-46, 2017.

SILVA, A. C. C.; SILVA, N. A.; PEREIRA, M. C. S.; VASSIMON, H. S. Alimentos contendo ingredientes funcionais em sua formulação: revisão de artigos publicados em revistas brasileiras. **Revista Conexão Ciência**, v. 11, n. 2, 2016.

SILVA, A. O.; SAMPAIO, F. A.; QUEIROZ, I. P. C. S.; CONCEIÇÃO, K. N.; SILVA, V. F. Antioxidant power of carotenoids, flavonoids and vitamin E in preventing arteriosclerosis. **Revista Online Facema**, v. 2, n. 4, p. 320-324, 2016.

SILVA, S. G.; BIESKI, I. G. C. A importância medicinal dos flavonoides na saúde humana, com ênfase na espécie *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl. **Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES**, v. 1, n. 1, p. 17-27, 2018.

SILVA, D. S.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; FREIRE, V. A. **Análise de acidez e índice de peróxido do óleo de soja utilizado em frituras**. Departamento de Química, Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus I, Campina Grande-PB, 2017.

SILVA, F. N.; GONÇALVES RAIMUNDO, S.; SAITO, L. C.; NAVARRO, B. V.; HIDALGO, E. M. P.; MOREIRA, F. A.; GAGLIANO, J.; CARVALHO, W. R. S.; COUTINHO NETO, A. A.; DIAS, D. L. O. (org.). **VI Botânica no Inverno 2016**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica, 2016. 223 p. il.

SILVA, N. C. **Desidratação de resíduos do processamento de maracujá-amarelo por diferentes metodologias**. 2015. 163f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

SILVA, N. M. DA.; ROSA, P. R. P. M. **Extração do óleo de semente de maracujá**. 2015. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos.

SILVA, R. M.; PLACIDO, G. R.; SILVA, M. A. P.; CASTRO, C. F. S.; LIMA, M. S.; CALIARI, M. Chemical characterization of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) seeds. **African Journal of Biotechnology**. v. 14, n. 14, p. 1239-1233, 2015. DOI: 10.5897/AJB2014.13945

SILVEIRA, E. L.; CUNHA, L. M.; PANTOJA, M. S.; LIMA, A. V. M.; CUNHA, N. A. Prevalência e distribuição de fatores de risco cardiovascular em portadores de doença arterial coronariana no Norte do Brasil. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, v. 20, n. 3, p. 167-173, 2018.

SIQUEIRA, A. S. E.; DE SIQUEIRA-FILHO, A. G.; LAND, M G. P. Análise do impacto econômico das doenças cardiovasculares nos últimos cinco anos no Brasil. **Arq Bras Cardiol**, v. 109, n. 1, p. 39-46, 2017.

SITI, H. N.; YUSOF, K.; KAMSIAH, J. The role of oxidative stress, antioxidants, and vascular inflammation in cardiovascular disease (a review). **Vascular Pharmacology**, v. 71, p. 40-56, 2015.

SOUZA, E. B. DE. Transição nutricional no Brasil: análise dos principais fatores. **Cadernos UniFOA**, v. 5, n. 13, p. 49-53, 2017.

SOUSA, V. B. B.; VASCONCELOS, L. P. F.; ARAÚJO, D. G. S.; LEMOS, J. O. M.; MEDEIROS, L. S. M.; NOGUEIRA, R. B. S. S.; DA SILVA, C. L.; LEITE, F. M.; SIQUEIRA, P. C. S. F.; SOUSA, E. E.; LINO JÚNIOR, A. P. Constipação intestinal em

crianças e a importância das fibras alimentares: Uma revisão da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde / Electronic Journal Collection Health**, v. 21, p. 1-9, 2019.

SOUSA, R. F.; SOUSA, J. A. Metabólitos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2017.

TAKAM, P. N.; DJIKENG, F. T.; KUATE, D.; KENGNE, A. P. N.; TSAFACK, H. D.; MAKAMWÉ, I.; OBEN, J. E. *Passiflora edulis* seed oil from west Cameroon: Chemical characterization and assessment of its hypolipidemic effects in high-fat diet-induced rats. **Food Science & Nutrition**, v. 7, p. 3751-3758, 2019.

TESTON, E. F.; CECILIO, H. P. M.; SANTOS, A. L.; ARRUDA, G. O.; RADOVANOVIC, C. A. T.; MARCON, S. S. Fatores associados às doenças cardiovasculares em adultos. **Revista USP Medicina**, v. 49, n. 2, p. 95-102, 2016.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, London, v. 338, n. 8773, p. 985-992, 1991.

VAŇKOVÁ, K.; MARKOVÁ, I.; JAŠPROVÁ, J.; DAVOŘÁK, A.; SUBHANOVÁ, I.; ZELENKA, J.; NOBOSÁDOVÁ, I.; RASL, J.; VOMASTEK, T.; SOBOTKA, R.; MUCHOVÁ, L.; VÍTEK, L. Chlorophyll-mediated changes in the redox status of pancreatic cancer cells are associated with its anticancer effects. **Oxidative Medicine and cellular Longevity**, 11 p., 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2018/4069167>>. Acesso em: 02 jun. 2020.

VIEIRA, L. M. **Caracterização química e capacidade antioxidante in vitro do coco babaçu (*Orbignya speciosa*)**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Teresina.

VIEIRA, L. A. S. L.; SOUZA, R. B. A. Ação dos antioxidantes no combate aos radicais livres e na prevenção do envelhecimento cutâneo. **Id on Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 48, p. 408-418, 2019.

VINHA, A. F.; ALVES, R. C.; BARREIRA, S. V. P.; CASTRO, A.; COSTA, A. S. G.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Effect of peel and seed removal on the nutritional value and antioxidant activity of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruits. **LWT – Food Science and Technology**. 55 pp. 197-202. 2014.

WAYNICK, J. A. **Characterization of biodiesel oxidation and oxidation products**. Disponível em: http://biodiesel.org/reports/2005081_gen-366.pdf. Acesso em 06 ago. 2018.

WHO. World Health Organization. Noncommunicable diseases: Key facts. 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>> Acesso em: 29 de fevereiro de 2019.

- WHO. World Health Organization. Ten threats to global health in 2019. 2019. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/ten-threats-to-global-health-in-2019>>. Acesso em: 01 mar 2020.
- XIE, J.; LIANG, J.; CHEN, N. Autophagy-associated signal pathways of functional foods for chronic diseases. **Food Science and Human Wellness**, v.8, p. 25-33, 2019.
- XIONG, F.; LI, X.; ZHENG, L.; HU, N.; CUI, M.; LI, H. Characterization and antioxidant activities of polysaccharides from *Passiflora edulis* Sims peel under different degradation methods. **Carbohydrate Polymers**, v. 218, p. 46-52, 2019.
- ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E.; ROCA, M. Catabolism and bioactive properties of chlorophylls. **Current Opinion in Food Science**, v. 26, p. 94-100, 2019.
- ZORRILLA, S.; MÓNICO, A.; DUARTE, S.; RIVAS, G.; PÉREZ-SALA, D.; PAJARES, M. A. Integrated approaches to unravel the impact of protein lipoxidation on macromolecular interactions. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 144, p. 203-217, 2019.