

ASPECTOS QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata*) E SEU APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO COMO FARINHA

RENATA GATI DALA BERNARDINA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO 2021

ASPECTOS QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata*) E SEU APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO COMO FARINHA

RENATA GATI DALA BERNARDINA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal”

Orientadora: Prof^a Dr^a Daniela Barros de Oliveira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
JULHO 2021

ASPECTOS QUÍMICOS E NUTRICIONAIS DO ARAÇÁ-BOI (*Eugenia stipitata*) E SEU APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO COMO FARINHA

RENATA GATI DALA BERNARDINA

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutora em Produção Vegetal”

Aprovada em ____ de ____ de _____

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho (D.Sc., Fruticultura) - UENF

Prof^a. Dr^a Fernanda Antunes (D.Sc., Medicina - Cirurgia Geral) – UENF

Prof^a. Dr^a Fernanda Chaves da Silva (D.Sc., Microbiologia Agrícola) – IFES

Prof^a. Dr^a Daniela Barros de Oliveira (D.Sc., Química de Produtos Naturais)
UENF-RJ
(Orientadora)

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.

B523 Bernardina, Renata Gati Dala.

Aspectos químicos e nutricionais do araçá-boi (*Eugenia stipitata*) e seu aproveitamento tecnológico como farinha / Renata Gati Dala Bernardina. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2022.

78 f.
Inclui bibliografia.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2022.
Orientadora: Daniela Barros de Oliveira.

1. *Eugenia stipitata*. 2. Compostos Antioxidantes . 3. Farinha. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

Aos meus pais Rosa e Renato e ao meu esposo Bruno.

Depois de tudo

De tudo ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre a começar.

A certeza de que é preciso continuar.

A certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar.

Por isso devemos:

Fazer da interrupção um caminho novo.

Da queda um passo de dança.

Do medo uma escada.

Do sonho uma ponte.

Da procura um encontro.

(Trecho do livro: "O Encontro Marcado", de Fernando Sabino, p.154)

AGRADECIMENTOS

A realização desta tese de doutorado contou com importantes apoios e incentivos, sem os quais não seria possível sua realização e aos quais estarei eternamente grata.

À professora Daniela Barros de Oliveira, pela sua orientação, apoio, dedicação, confiança, disponibilidade e saber compartilhado. Suas palavras de incentivo e motivação foram essenciais na caminhada.

Ao professor Almy Junior Cordeiro de Carvalho pela forma amigável e generosa com que sempre nos incentivou e ajudou.

Aos professores da UENF Luana Pereira de Moraes, Fábio da Costa Henry, Fernanda Antunes pelo trato simples, correto e científico, com que sempre fizeram as considerações na defesa do projeto e qualificação. As contribuições valiosas fizeram parte de minha formação e enriqueceram o meu saber.

Ao Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Itapina e a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade de realização desse curso.

Ao Centro Universitário do Espírito Santo – UNESC, pela confiança e disponibilidade de seu biotério para a realização do teste biológico.

Aos professores Orlando Chiarelli, Clairton Marcolongo Pereira e ao técnico de laboratório Elias que, pacientemente e com muita competência, auxiliaram no desenvolvimento do teste biológico.

A técnica de laboratório Irary Pretti, por todo o ensinamento no auxílio à condução das análises químicas.

A nutricionista, ex aluna e atual residente, Jackelyne Lopes Silva, pela generosidade com que compartilhou seus conhecimentos.

Aos colegas e companheiros de turma e às demais pessoas que, de alguma forma, contribuíram para esse trabalho, que considero mais uma vitória em minha vida!

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Frutas e Alimentação	4
2.2 Processamento de frutas	13
2.3 Fibras e Índice Glicêmico.....	18
2.4 Material Vegetal	20
2.4.1 Descrição Botânica.....	20
2.4.2 Propriedades químicas e biológicas	21
2.4.3 <i>Eugenia stipitata</i>	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4. TRABALHOS	29
4.1 Aproveitamento Tecnológico do Araçá-Boi (<i>Eugenia stipitata</i>) como farinha para a alimentação.	29
4.2 Efeito da ingestão de farinha de Araçá-boi (<i>Eugenia stipitata</i>) nos níveis de glicose sanguínea e aspectos histopatológicos de ratos wistar.....	39
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	63

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
---------------------------------	----

RESUMO

BERNARDINA, Renata Gati Dala. D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Junho, 2021. Aspectos químicos e nutricionais do araçá-boi (*Eugenia stipitata*) e seu aproveitamento tecnológico como farinha. Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Barros de Oliveira.

Considerando as propriedades e possibilidades de utilização da fruta *Eugenia stipitata* e visando nova aplicação para o consumo humano, este trabalho foi realizado no Laboratório de Química e Bioquímica do Ifes Campus Itapina, em colaboração com o Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da UENF e o Biotério do Centro Universitário do Espírito Santo - UNESC. Os objetivos foram: analisar o perfil químico e nutricional da farinha do fruto de *Eugenia stipitata*, através do desenvolvimento da farinha a partir dos frutos, da identificação do perfil químico do produto e avaliação de sua resposta glicêmica e histopatológica em teste biológico. Para o desenvolvimento da farinha, os frutos maduros inteiros foram higienizados e submetidos à ação da despulpadora. O resíduo resultante, desidratado por secagem em estufa com circulação de ar forçada, após a secagem, foi triturado e peneirado. A análise do perfil químico compreendeu cinzas, umidade, lipídeos, acidez total titulável, pH, carotenoides totais, capacidade antioxidante pelo método DPPH e a compostos fenólicos. Para a análise de resposta glicêmica e histopatológica, foram utilizados 35 ratos Wistar divididos em cinco grupos com sete ratos em cada um, que receberam cinco diferentes tipos de dieta com diferentes concentrações de farinha de araçá-boi verde e maduro, sendo um grupo controle, durante 21 dias. Essa tese foi dividida em dois trabalhos. No primeiro trabalho,

foram identificados na farinha do fruto maduro, um baixo teor de Brix e ph, teor de umidade dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente, atividade antioxidante significativa aliada a presença de compostos fenólicos. No segundo trabalho, observou-se que a adição de 10% de farinha na alimentação dos animais mostrou resposta glicêmica menor, em comparação aos demais grupos, mas não diferindo estatisticamente. Uma tendência a menor índice glicêmico também foi observada no grupo que recebeu 10% de farinha de araçá-boi maduro, porém, essa tendência não foi estatisticamente relevante. Já a análise histopatológica dos fígados demonstrou que os ratos que receberam concentrações de 10% de farinha apresentaram menores degenerações vesiculares, em relação ao grupo controle e que receberam 5% de farinha. Desta forma, sugere-se que a composição nutricional atrelado à presença de compostos bioativos na farinha de araçá-boi, pode ter influenciado na atenuação do surgimento de lesões do tecido hepático dos animais.

ABSTRACT

BERNARDINA, Renata Gati Dala. D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, June, 2021. CHEMICAL AND NUTRITIONAL ASPECTS OF THE ARAÇÁ-BOI (*EUGENIA STIPITATA*) AND ITS TECHNOLOGICAL UTILIZATION AS FLOUR. Advisor: Prof^a. Dr^a. Daniela Barros de Oliveira.

Considering the properties and possibilities of use of the *Eugenia stipitata* fruit and aiming new application for human consumption, this work was conducted in the Chemistry and Biochemistry Laboratory of Ifes Campus Itapina, in collaboration with the Food Technology Laboratory (LTA) of UENF and the Animal House of the University Center of Espírito Santo - UNESC. The objectives were: to analyze the chemical and nutritional profile of the *Eugenia stipitata* fruit flour, through the development of flour from the fruits, the identification of the chemical profile of the product and the evaluation of its glycemic and histopathological response in biological tests. For the development of the flour, the whole fruits were sanitized and submitted to the action of a pulper. The resulting residue, dehydrated by drying in an oven with forced air circulation, after drying, crushed and sieved. The chemical profile analysis comprised ash, moisture, lipids, total titratable acidity, pH analysis, total carotenoids, antioxidant capacity by the DPPH method and the determination of the phenolic compounds content. For the glycemic response and histopathological analysis, 35 Wistar rats were used, divided into 5 groups with 7 rats each, which received 5 different types of diet with different concentrations of green and ripe araçá-boi flour, being a control group, during 21 days. This thesis

was divided into two papers. In the first study, we identified in the flour of the ripe fruit, a low Brix and pH content, moisture content within the standards required by current legislation, significant antioxidant activity allied to the presence of phenolic compounds. In the second study, it was observed that the addition of 10% flour in the animals' diet showed lower glycemic response, compared to the other groups, but not statistically different. A trend towards lower glycemic index was also observed in the group that received 10% of ripe guava flour, but this trend was not statistically relevant. Histopathological analysis of the livers showed that the rats that received concentrations of 10% flour showed less vesicular degeneration, compared to the control group and those that received 5% flour. Thus, it is suggested that the nutritional composition coupled with the presence of bioactive compounds in the flour of araçá-boi, may have influenced the attenuation of the appearance of liver tissue lesions in animals.

1. INTRODUÇÃO

O mercado mundial do comércio de frutas é crescente e o Brasil permanece na posição de terceiro maior produtor mundial de frutas, superado apenas pela China e pela Índia, de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2020). Além do comércio de frutas frescas, o processamento de frutas tem destaque, fazendo o capital girar em torno de 23,8 milhões de dólares em 2013 (Sebrae, 2015).

A atividade de fruticultura é praticada em todo território brasileiro com grande diversidade, devido à variedade climática presente no país. No ano de 2016, a quantidade produzida foi de 38 milhões de toneladas de frutas frescas, sendo o valor da produção de frutíferas o maior da história, desde 1974, atingindo 33,3 bilhões de reais. Em comparação com o ano de 2015, gerou um acréscimo de 26% nos rendimentos, sendo a maior alta desde 2001. As frutas tropicais são as que possuem maior representação na produção como a laranja, banana, limão, abacaxi, melancia e mamão, além de outras frutas do clima temperado como a uva, pêssego e maçã (IBGE, 2016). Já em 2018, o setor gerou R\$ 36 bilhões de reais e atingiu cerca de 43 milhões de toneladas, mantendo-se estável no ano de 2019 (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2020).

Em 2020, algumas culturas de frutas foram afetadas por conta da pandemia do corona vírus, no entanto, o setor permaneceu firme com a produção e exportação de frutas, alcançando a marca de mais de 1 milhão de toneladas de

frutas exportadas, sendo um crescimento de 6% em relação ao ano de 2019 (Abrafrutas, 2021).

Em relação ao consumo interno de frutas, pela população brasileira, as últimas pesquisas realizadas demonstraram que ocorreu uma redução no consumo entre a população, principalmente entre os adolescentes (IBGE, 2020; BRASIL, 2019). Esta tendência permaneceu no ano de 2020, pois a ocorrência da pandemia do corona vírus provocou reflexos na alimentação, com a redução de 41% no consumo de frutas nos domicílios (Galindo et al, 2021).

A fruticultura no Espírito Santo, obteve crescimento expressivo no cenário nacional, com a criação de polos de produção de frutas, que favoreceu a economia e estimulou a participação dos produtores participantes. O agronegócio da fruticultura representa 18% do valor bruto da produção agropecuária do Estado, ocupando uma área de 85 mil hectares e uma produção anual em torno de 1,33 milhão de toneladas (SEAG, 2017).

A agricultura capixaba tem se tornado um dos principais meios de diversificação para os moradores do campo, gerando empregos e renda para as famílias rurais. A atividade teve início no ano de 1940, com a criação das Escolas Agrotécnicas Federais, ganhando importância social e econômica, com a geração de emprego e renda, oportunidades de negócios na área de prestação de serviços, inovação tecnológica e assistência técnica, assim o investimento em agroindústrias de processamento de frutas tornou-se atrativo no mercado capixaba (Dadalto et al., 2016).

Neste aspecto, observa-se no estado uma tendência crescente de agroindustrialização para exportar derivados de frutas, com consequente aumento na agregação de valor ao produto (Anuário Brasileiro de Fruticultura, 2017).

Observa-se um grande potencial de investimentos no cultivo de frutas no Espírito Santo para comercialização *in natura* e/ou através da agregação de valor tecnológico no processamento. A diversificação com a introdução de novas opções de espécies ou valorização de frutos pouco caracterizados e explorados comercialmente, apresenta-se como alternativa às espécies tradicionais, que sofrem a perda da competitividade e rentabilidade causadas pelas restrições de cultivo em determinadas regiões e pelas novas demandas do mercado, além da procura por aromas e sabores diferenciados pela população, na busca pela saúde

e qualidade de vida, com a adoção de hábitos saudáveis gerando reflexos positivos na alimentação (Rufino, 2008).

Ulloa e Suárez (2004) afirmam que as espécies de frutas pouco conhecidas no mercado pelos consumidores, como as nativas e exóticas, devem ser preservadas e caracterizadas através do estudo de suas propriedades, com objetivo de utilização na alimentação funcional. Assim, o estudo das propriedades físico-químicas e biológicas a partir das frutas enriquecem o conhecimento quanto as novas possibilidades de alimentos funcionais, além da utilização como suco e do desenvolvimento de produtos provenientes de seu processamento, como a produção de farinhas ricas em fibra alimentar, devido a utilização da casca e demais estruturas do fruto (Braga et al., 2011).

A alimentação saudável tem um importante papel na manutenção da saúde, com destaque para o consumo de frutas, pois favorece o suprimento de micronutrientes, fibras e outros componentes com propriedades funcionais (Nicklett e Kadell, 2013), e seu consumo adequado está relacionado à proteção do organismo humano para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis – DCNT (OPAS, 2003).

Neste contexto, se destaca a espécie frutífera Araçá-Boi (*Eugenia stipitata*) que é nativa da região amazônica e possui um rico potencial econômico através da sua utilização em diversos produtos (Sacramento et al., 2008), no entanto a acidez do fruto limita o seu consumo *in natura*, mas sua polpa apresenta grande potencial para a fabricação de suco, sorvetes, doces e geleias, pois seu sabor e aparência são atraentes para os mercados internacionais e conferem-lhe grande potencial para o processamento (Soares, 2009).

Segundo Gentil e Clement (1996) este cultivar produz mais de 23 t/ha com manejo adequado, desenvolvendo-se em solos pobres, com uma razão polpa/descarte (63-85%). Pouco se conhece sobre suas propriedades nutricionais e tecnológicas, o que nos deixa aquém do potencial que este cultivar pode oferecer.

Considerando as propriedades e possibilidades de utilização da fruta araçá-boi estudadas até o momento, e visando nova aplicação para o consumo humano, este trabalho teve como objetivo analisar o perfil químico e nutricional da farinha do fruto de *Eugenia stipitata*, através da identificação o perfil químico da espécie, desenvolvimento de farinha dos frutos, avaliação de sua resposta glicêmica e histopatológica em teste biológico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Frutas e Alimentação

A alimentação é uma prática necessária ao ser humano, desempenhando um papel importante em todas as etapas da vida, fazendo com que o indivíduo se desenvolva fisicamente e fornecendo os nutrientes para a sua sobrevivência (Galera, 2014).

A alimentação saudável na contemporaneidade assumiu destaque na década de 80, com a criação de programas de saúde pública e criação do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional em caráter experimental (Brasil, 2015a). Outras ações foram implementadas com o objetivo de promover a alimentação saudável, como o marco de referência em Educação Alimentar e Nutricional (EAN) para as políticas públicas (Brasil, 2012). Já o lançamento do novo Guia Alimentar da População Brasileira, enfatizou que para uma alimentação saudável, que garante benefícios à saúde e bem-estar, deve-se aliar características alimentares aos fatores socioculturais (Brasil, 2014).

A preocupação com os alimentos, seja para uma vida saudável ou para eliminar peso, é constante no dia a dia das pessoas. Contudo precisa-se saber comer e dar relevância ao que se come (Fernandes et al., 2013).

A prática de uma alimentação saudável contribui de forma muito significativa para o crescimento e desenvolvimento, como também na redução de doenças relacionadas à má nutrição. Sendo assim uma alimentação balanceada,

equilibrada, durante a infância e a adolescência são de primordial importância para a prevenção de diversos problemas de saúde (Fernandes et al., 2013).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde - OMS (2003), o alimento está intimamente ligado a nosso bem-estar físico, mental e social. Os alimentos servem para saciar a fome e são combustíveis para as nossas ações.

Uma alimentação saudável contribui para proteger contra doenças crônicas não transmissíveis - DCNTs e potencialmente fatais, como diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, acidente vascular encefálico, além de influenciar diretamente na funcionalidade do sistema imunológico no combate às infecções. A ingestão de frutas e vegetais de diversas cores, são fontes de micronutrientes e compostos bioativos, que aumentam a função imunológica (Cheng, 2020; Mendonça, 2010). Sendo assim, está intrinsecamente ligada à doença e à saúde.

Hábitos alimentares não saudáveis contribuem significativamente para doenças de nosso tempo. Contudo a educação para a saúde é essencial para a prevenção de doenças crônicas degenerativas (Fernandes et al., 2013).

Fernandes et al. (2013) complementam que uma alimentação balanceada pode favorecer o humor, facilitar o controle do peso, minimizar o stress. Quando a nutrição é feita em níveis corretos, as pessoas apresentam um melhor desempenho físico, conserva-se a saúde e ainda pode beneficiar o desenvolvimento de crianças e adolescentes.

Para Galera (2014), uma alimentação considerada ideal, deve dispor das variedades e proporções dos grupos alimentares, favorecendo também um equilíbrio para o corpo. Essa proporção deve ser individualizada, atendendo as necessidades energéticas diárias do organismo, evitando uma má nutrição e garantindo uma relação entre a ingestão de água, a alimentação e a atividade física.

A ingestão de alimentos deve ser de acordo com as necessidades do corpo. É importante manter o equilíbrio no consumo de nutrientes de modo que não haja nem deficiência e nem excesso alimentares, pois o excesso pode levar a ter obesidade e a falta pode levar a desnutrição (Mendonça, 2010).

Entretanto, uma má alimentação, seja por excesso ou insuficiência de alimentos, ou mesmo pela ausência de refeições balanceadas, pode provocar sérios problemas de saúde, como dislipidemia, doenças cardiovasculares, cerebrais, entre estes ainda, a obesidade. Por esse motivo, hábitos alimentares

saudáveis são sempre recomendados a fim de proporcionarem uma melhor qualidade de vida a seus adeptos (Galera, 2014).

Para a promoção de uma alimentação saudável deve ocorrer a interação de três fatores: redução na quantidade de gordura saturada, trans e totais, açúcares, sal e álcool; diversificação de alimentos que fornecem nutrientes, como frutas e verduras, mantendo o organismo protegido e saudável; e baixa concentração energética, para prevenir o excesso de peso, sobrepeso e obesidade (Mendonça, 2010).

O consumo de frutas na alimentação fornece ao corpo vitaminas e minerais, que promovem efeito antioxidante e atuam na redução do risco de doenças cardiovasculares, com a redução do estresse oxidativo e eliminação dos radicais livres (Frauches et al., 2016). As frutas são fontes de fibras e flavonoides que atuam na redução da pressão arterial, pois estes aumentam a biodisponibilidade do óxido nítrico, que é um modulador chave da função vascular, também induz a vasodilatação, diminui a rigidez arterial e a pressão sanguínea, e apresenta efeito anti-inflamatório (Macready et al., 2014; Santiago, 2018).

Os efeitos benéficos à saúde relacionados ao consumo de frutas envolvem a prevenção do desenvolvimento de câncer, Alzheimer, catarata e Parkinson, através das propriedades antioxidantes dos compostos bioativos que inibem a oxidação das moléculas e evitam a propagação de reações de oxidação em cadeia (Ayala-Zavala et al., 2011).

As doenças crônicas degenerativas como o câncer, diabetes, artrite, doenças cardiovasculares podem estar relacionadas aos danos causados no organismo por espécies reativas de oxigênio (ERO), que são as várias formas de oxigênio ativado, dentre eles os radicais livres. Estas moléculas podem surgir nos organismos de várias maneiras, por exemplo, através de fatores ambientais como fumaça do tabaco, solventes orgânicos, pesticidas, poluição do ar e radiações ionizantes. Os radicais livres podem provocar danos no DNA causando processos de mutagênese e carcinogênese (Novaes et al., 2013).

Endogenamente, são produzidos naturalmente como subprodutos da respiração aeróbia, do metabolismo ou por certas disfunções biológicas (Al-gubory et al., 2010). No processo de metabolismo mitocondrial, o oxigênio é reduzido à água, porém parte desse oxigênio não será reduzido à água, resultando em derivados de oxigênio (ERO) ou *Reactive Oxygen Specie* (ROS), sendo um

processo que ocorre na membrana interna da mitocôndria (Figura 1). Em condições normais, 1 a 5% do oxigênio da respiração são convertidos a ERO (Bhat et al., 2015).

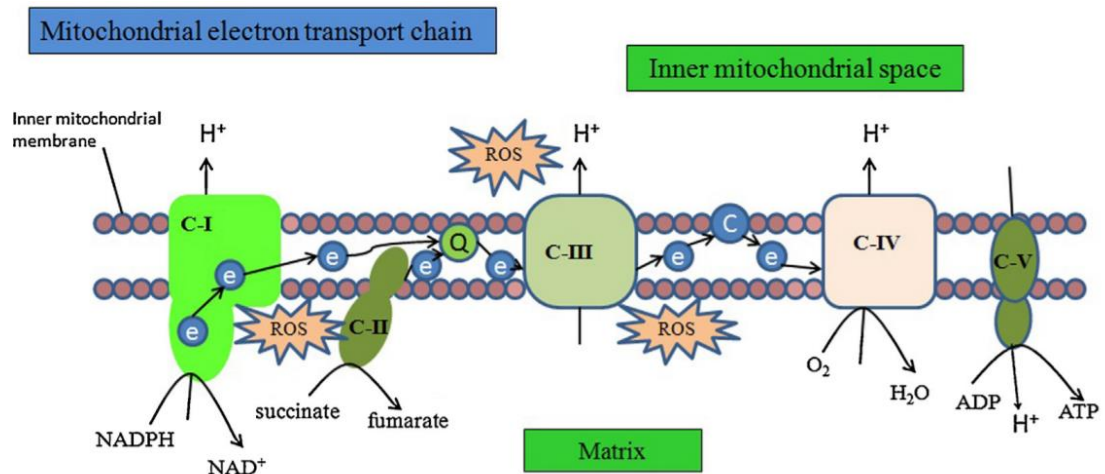


Figura 1 – Formação de ERO (ROS) durante o metabolismo celular, na cadeia de transporte de elétrons das mitocôndrias (Bhat et al., 2015).

Os antioxidantes são moléculas com carga positiva que se combinam com os radicais livres com carga negativa para torná-los inofensivos. As substâncias antioxidantes são formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais (antioxidantes não enzimáticos) e enzimas (antioxidantes enzimáticos), que podem combater os efeitos nocivos dos radicais livres (Santos et al., 2014; Takao et al., 2015).

Neste aspecto, diversos fatores antioxidantes no corpo humano podem controlar os radicais livres, sendo eles endógenos, como enzimas e proteínas, ou exógenos provenientes da dieta. Dentre estes, podemos citar os compostos fenólicos, presentes nos tecidos vegetais, que são produtos do metabolismo secundário das plantas, podendo ser ácidos, taninos, entre outros, atuam na inibição da peroxidação lipídica. Esta propriedade deve-se a estruturas moleculares que realizam a quelação de metais de transição, formando compostos estáveis (Silva et al., 2010).

Dentre os compostos fenólicos mais estudados, os flavonoides são uma grande classe de metabólitos secundários que abrangem mais de 10.000 estruturas. É um dos maiores grupos de produtos naturais conhecidos, sendo amplamente distribuídos na natureza e encontrados em frutas, vegetais e seus derivados. Várias linhas de evidência corroboram a hipótese de que possuem funções antioxidantes em plantas superiores que são desafiadas com uma variedade de fatores ambientais. Também atuam na proteção das plantas da luz ultravioleta e visível, proteção contra insetos, fungos, vírus e bactérias, atividade antioxidante, controlar os efeitos dos hormônios vegetais e inibir enzimas (Oliveira et al., 2014).

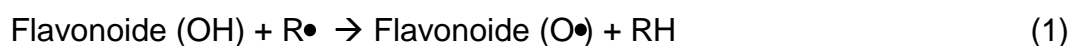
Além de suas funções em plantas, são atribuídos importantes propriedades aos flavonoides para a saúde humana, como a redução de atividades inflamatórias, antioxidantes, anti ateroscleróticas, antitumorais, entre outras (Barros, 2012; Cardoso et al., 2011).

Os flavonóides atuam como antioxidantes naturais no corpo humano por meio de diferentes mecanismos, tais como: inibir a formação de espécies reativas de oxigênio (ERO) ao inibir enzimas ou complexar oligoelementos envolvidos na produção de radicais livres; capturar diretamente ERO e regulação ou proteção de outras substâncias antioxidantes (Rocha e Souza, 2019).

Segundo Amié (2003) a capacidade antioxidante desses metabólitos se deve ao fato de que os átomos de hidrogênio dos grupos hidroxila do anel aromático podem ser facilmente doados aos radicais livres. E a capacidade dos compostos aromáticos de estabilizar elétrons desemparelhados.

A remoção dos radicais livres pelos flavonoides é resultado das propriedades eletroquímicas desses compostos, pois o potencial de oxidação dos flavonoides é menor que o dos radicais peróxidos e superóxidos, de forma que os flavonoides podem inativar essas espécies (Lino et al., 2014).

Portanto, os flavonoides podem interferir na produção de radicais livres de diferentes maneiras. Uma maneira é eliminar esses radicais livres diretamente. Os flavonoides são oxidados por ERO, resultando em radicais livres menos ativos. Devido à alta reatividade do grupo hidroxila dos flavonoides, os radicais livres são inativados de acordo com a equação 1:

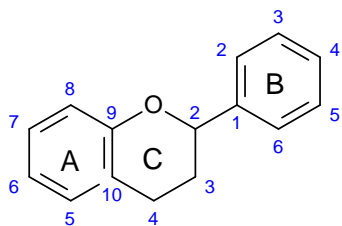


Sendo que R é um radical livre e O é uma espécie reativa de oxigênio. (Soares, 2018)

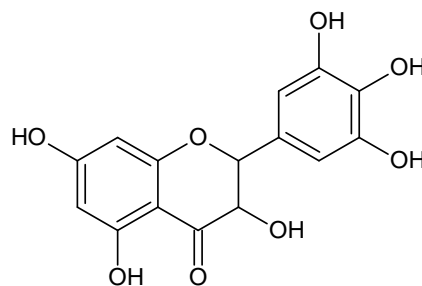
Quercetina (Tabela 1), miricetina, apigenina, epicatequina (Figura 2) e outros flavonoides podem regular a atividade de enzimas e a síntese de mediadores químicos, sendo responsáveis pela ativação e sustentação do processo inflamatório, sendo a principal forma de combate à doença (Reginato et al., 2015).

Os flavonoides possuem uma estrutura química básica, que consiste de 15 carbonos distribuídos em dois anéis aromáticos conhecidos como benzenos (anéis A e B), interligados a uma estrutura heterocíclica central, o pirano (anel C), onde o primeiro benzeno é condensado com o sexto carbono do pirano, que na posição 2 carrega um grupo fenila (Dornas et al. 2007), conforme pode ser visualizado na Figura 2. Existe uma grande diversidade estrutural nesta classe de compostos, que ocorre em função das pequenas modificações químicas ocorridas na sua estrutura básica (Machado et al., 2008).

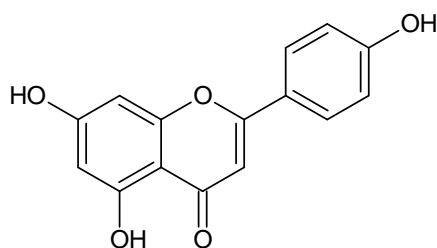
Já os carotenoides são pigmentos naturais presentes nas células vegetais e alguns deles são precursores da Vitamina A no organismo, como o licopeno, xantina, betacaroteno, luteína, criptoxantina, zeaxantina e astaxantina. Possuem a função antioxidante sequestrando os radicais de oxigênio, lipofílica e antioxidante de lipoproteínas (Valduga et al., 2009). Pode ser encontrado nas frutas de cor amarelo, alaranjado, vermelho, como maçã, damasco, manga, ameixa, frutas vermelhas, melancia, laranja, tangerina, nectarina e mamão (Silva et al., 2010). O seu efeito sobre a saúde é essencial, pois atua como provitamina A, antioxidante, anticancerígeno, efeito antiobesidade e na formação dos ossos, além de diminuir o risco de câncer de pulmão, reto, pele e estômago (Jaswir et al., 2011).



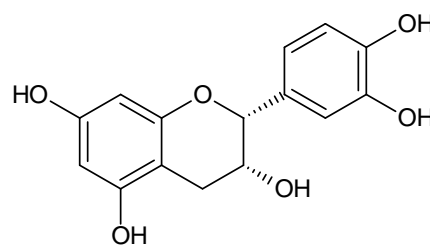
Estrutura básica dos flavonoides



Miricetina



Apigenina



Epicatequina

Figura 2 – Flavonoides com propriedades importantes na saúde humana.

O consumo de frutas e hortaliças *in natura* são marcadores importantes de uma alimentação adequada e saudável, quando ingeridas em quantidades adequadas, e estão associadas ao menor risco de DCNT e mortalidade a elas relacionadas (Brasil, 2015b; Jaime, 2015; Brasil, 2014).

Na Pesquisa de Orçamentos Familiares – POF de 2008-2009 observou-se que mais de 90% da população brasileira apresentou consumo insuficiente de frutas (IBGE, 2010). No entanto quando realizada a comparação com os dados da POF referente a 2002-2003, nota-se aumento de 28% da participação das frutas na dieta do brasileiro. Os dados atuais, publicados na POF 2017-2018 demonstram que a frequência de consumo de frutas, verduras e legumes é menor entre adolescentes do que entre adultos e idosos (IBGE, 2020).

A pesquisa Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico, o VIGITEL, realizada nas capitais brasileiras e Distrito Federal, em adultos acima de 18 anos, ao avaliar o consumo regular de

frutas e hortaliças no padrão de cinco ou mais dias da semana, recomendado pela Organização Mundial de Saúde – OMS, verificou que, em 2006, o consumo destes alimentos foi de 22,2% no Brasil. Em 2014, foi de 24,1% entre a população brasileira e na pesquisa mais recente, realizada em 2018, observou-se a frequência de consumo regular de frutas e hortaliças de 34,6%, sendo maior entre as mulheres (Brasil, 2007; Brasil, 2015b; Brasil, 2019), conforme observa-se na Figura 3.

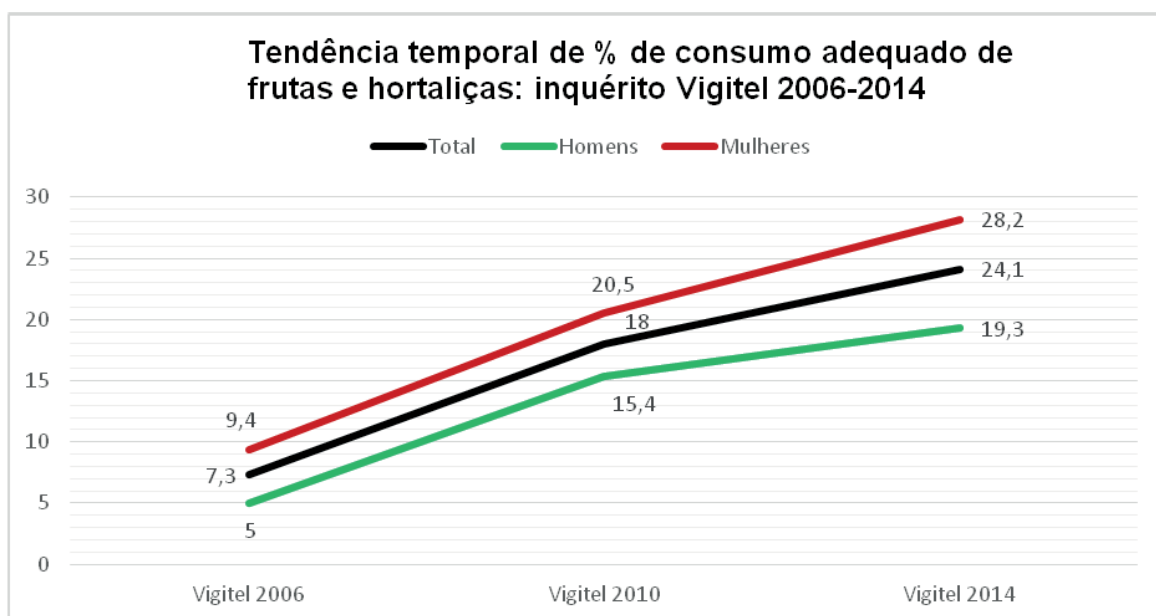


Figura 3 – Tendência temporal de % de consumo adequado de frutas e hortaliças: inquérito Vigitel 2006-2014 (Fonte: Machado et al., 2016).

No entanto, na Figura 4, a tendência temporal dos anos de 2015 a 2019, ressalta uma tendência de diminuição do consumo adequado de frutas e hortaliças entre a população brasileira (Brasil, 2016; Brasil, 2017; Brasil, 2018; Brasil, 2019; Brasil, 2020).

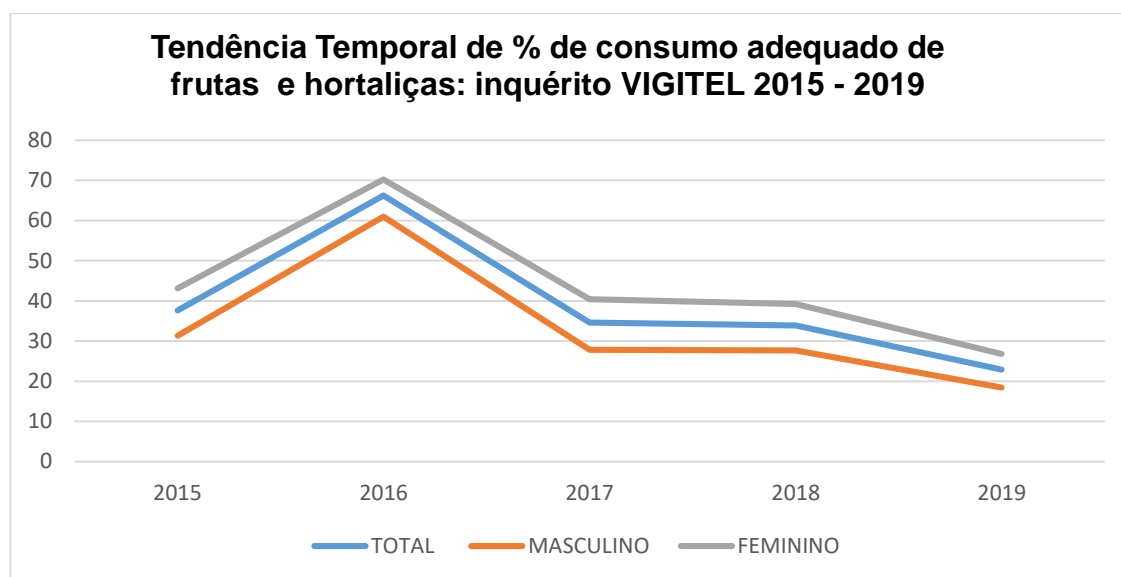


Figura 4 – Tendência temporal de % de consumo adequado de frutas e hortaliças baseado no inquérito telefônico VIGITEL realizado entre os anos de 2015 a 2019.

Jaime (2015) realizou um estudo mais recente sobre o consumo de alimentos no Brasil e observou que apenas 37,3% da população pesquisada apresentou consumo recomendado de frutas e hortaliças, de 400g/dia segundo a OMS (2003), sendo estatisticamente maior entre as mulheres, nos indivíduos com 60 anos ou mais, e mais frequente entre os indivíduos com ensino superior completo e moradores de área urbana, possivelmente em decorrência de fatores vinculados a acesso, disponibilidade e preços desses alimentos, já que as macrorregiões de maior prevalência de consumo foram Centro-Oeste e Sudeste, com destaque para o Distrito Federal.

Na contemporaneidade, as discussões em torno da alimentação saudável, seu acesso e segurança é ampliada pelas preocupações que envolvem a sua qualidade, bem como a procedência da matéria-prima das indústrias, as condições de cultivo dos alimentos consumidos *in natura*, e os aspectos socioambientais relacionados à produção de alimentos. Surge um novo conceito de alimento saudável, atrelado a componentes socioambientais, culturais e a agroecologia, com a agregação do adjetivo “adequado”, incorporação de dimensões culturais ao termo, com base na produção da agricultura familiar e orgânica (Azevedo e Rigon, 2010).

Diante da riqueza na composição nutricional das frutas, com potencial antioxidante, vitaminas e compostos fenólicos, evidencia-se a importância do estímulo de uma alimentação rica desses alimentos como forma de prevenir doenças e melhorar a qualidade de vida.

2.2 Processamento de frutas

Em uma alimentação saudável, as frutas e vegetais são importantes fontes de nutrientes essenciais para uma boa saúde, como os minerais que desempenham funções vitais no desenvolvimento e boa saúde do corpo humano. A utilização do alimento como um todo, melhora a qualidade nutricional da alimentação, além de diminuir gastos e reduzir o desperdício de alimentos com a utilização de cascas, talos e folhas no desenvolvimento de novos produtos, como sucos, doces, geleias e farinhas. Neste aspecto, análises químicas mostraram que cascas de frutas utilizadas na fabricação de produtos comestíveis, podem ser consideradas como fonte alternativa de nutrientes, pois apresentaram teores de nutrientes maiores do que os das suas partes internas comestíveis, como a polpa (Gondim et al., 2005).

As frutas, além das propriedades nutricionais, funcionais e o consumo *in natura*, podem ser aproveitadas no preparo de sucos, geleias, farinhas e extração de substância úteis para as diferentes indústrias, como corantes naturais, desempenhando um papel de destaque econômico na agricultura nacional (Lorenzi et al., 2006).

No entanto, segundo Moraes e Souza (2018), as frutas, legumes e verduras fazem parte da cadeia mais importante que causa desperdício e perda de alimentos no Brasil, que envolve as etapas de produção, pós-colheita, processamento e transporte.

O segmento econômico da fruticultura, é um importante ramo da agricultura nacional, no entanto um dos problemas que enfrenta é a conservação dos frutos maduros para o comércio. A sazonalidade das frutas tropicais, a produção restrita em épocas do ano distintas ou a ocorrência de fenômenos como superprodução, com insuficiente absorção da safra pelo mercado, atrelados a falta de tecnologias para melhor aproveitamento dos frutos, contribuem para toneladas de desperdício por ano (Barbosa et al., 2014).

O desperdício de alimentos pode ocorrer de várias maneiras, como os produtos frescos que não são considerados ideais em termos de forma, tamanho e cor, sendo descartados da cadeia de suprimentos durante as operações de classificação, o uso não alimentar de alimentos seguros e nutritivos para consumo humano (FAO, 2019), ou após o processamento, das frutas por exemplo, que geram subprodutos composto de casca, semente e bagaço, os quais muitas vezes, não possuem destinação específica, tornando-se contaminantes ambientais, além de gerar custos para a empresa com tratamentos para descarte (Infante et al., 2013).

As indústrias de processamento de frutas produzem ao longo de sua cadeia produtiva uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, constituindo cerca de 65-70% da massa total dos frutos, com algumas variações (Uchôa Thomaz et al., 2014). Já o Brasil, que possui grandes extensões de seu território dedicados a atividade agrícola, é um dos países que mais produzem resíduos agroindustriais (Infante et al., 2013).

Nos últimos anos, o aproveitamento de resíduos, como as cascas das frutas, na utilização como matéria-prima para produção de alimentos, vem crescendo e podem ser adequadamente inseridos na alimentação humana, apresentando-se como uma proposta concreta, visto que esses resíduos representam fontes de nutrientes e são estratégicos para algumas indústrias brasileiras. Esta alternativa passou a ser considerada, desde 1970, com a utilização econômica de resíduos provenientes do mercado *in natura* ou das agroindústrias, que receberam o desenvolvimento de tecnologias para minimizar o desperdício no processo produtivo e impactos ambientais (Piovesana et al., 2013).

Sousa et al. (2011) observaram em seu estudo que os resíduos das frutas goiaba, acerola, cupuaçu e bacuri, apresentaram quantidades significativas de macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios), constituindo uma opção segura para serem aproveitados na alimentação e sua utilização no enriquecimento nutricional de outros produtos alimentícios. Destacam ainda, que as frutas de uma forma geral não são fontes potenciais de proteínas, entretanto parece que esse macronutriente se encontra predominantemente nas cascas e sementes. A agregação de valor a estas partes menos utilizadas dos frutos é de grande interesse, pois eles são fontes de nutrientes e fibras (Storck et al., 2013).

A ingestão de fibras da dieta constitui fator importante na prevenção de doenças, sendo associada a efeitos positivos na saúde como a redução significativa dos níveis de glicose sanguínea, pressão arterial e de lipídeos séricos (Bernaud e Rodrigues, 2013). Existem dados sobre sua influência na redução na incidência de doenças crônicas degenerativas, incluindo doenças cardiovasculares, diabetes melitus e neoplasia de cólon. A ingestão ideal deve ser de pelo menos 30 g/dia, disponíveis em uma variedade de alimentos como frutas, verduras, grãos integrais e farelos, são fatores relevantes para que os benefícios descritos sejam alcançados (Ludwig et al., 2018).

Meneses et al. (2018) observaram que os resíduos agroindustriais de frutas podem ser desidratados por secagem convectiva, na temperatura de 55 °C por 48h, sem perder sua qualidade para consumo, pois este método preservou as propriedades nutricionais e funcionais das frutas pesquisadas. O teor de Vitamina C se manteve satisfatório, mesmo que este nutriente sofra perdas durante o processo de secagem, por ser termolábil (Celestino, 2010). Os autores constataram ainda que o processamento por secagem não interferiu na atividade antioxidante dos resíduos, ressaltando-se que o binômio tempo x temperatura é um fator determinante para manter esta propriedade, já que temperatura baixa e maior tempo de secagem reduzem a perda da atividade antioxidante e compostos bioativos (Cruz et al., 2014). Compostos fenólicos também foram detectados em percentuais satisfatórios nos resíduos das frutas desidratadas.

Inada et al. (2019) também identificaram a presença de compostos fenólicos em pó de jabuticaba, após aplicarem dois métodos de desidratação em pele e sementes do fruto fresco.

Os compostos fenólicos concentram-se principalmente nas cascas e sementes dos frutos, pois podem estar relacionados à função de defesa da planta, através da casca, e nas sementes para assegurarem a propagação da espécie (Melo e Araújo, 2011).

Nunes et al. (2016) observaram que os processos de secagem aplicados em seu estudo da composição química de pós de goiaba, não interferiram na presença de antioxidantes, como terpenos e compostos fenólicos, como a quercetina e naringenina. Ocorreu a diminuição da capacidade antioxidante devido aos dois processos de secagem, mas a goiaba em pó ainda apresentou capacidade antioxidante semelhante em comparação a outras frutas tropicais em pó.

O processamento industrial pode produzir efeitos sobre os compostos antioxidantes das frutas frescas, aumentando ou diminuindo sua ação (DelArco e Sylos, 2018).

O teor de antioxidantes em resíduos agroindustriais de frutas surge também como uma alternativa natural que pode ser empregada em substituição de antioxidantes sintéticos, com agregação de valor ao produto e colaboração para fins de segurança alimentar (Infante et al., 2013).

Babbar et al. (2011) reiteram a importância da utilização de estruturas das frutas como pericarpo, sementes e casca como fontes potenciais de antioxidantes para a utilização pelas indústrias alimentícias e farmacêuticas.

Na família Myrtaceae, destacam-se alguns frutos utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios, conforme apresentado por Araújo (2011) que utilizou a jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) para a obtenção de farinha. A autora concluiu que a farinha elaborada do fruto apresentou alto teor de fibras e poder antioxidante além do efeito na redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos séricos em ratos. Para Vargas (2012) as pesquisas a partir da fruta camu-camu (*Myrciaria dubia*) em forma de pó liofilizado na alimentação de jovens adultos apresentou teores elevados de vitamina C e promoveu queda significativa nos níveis de glicemia de jejum, colesterol total e HDL nos indivíduos pesquisados. Freire et al. (2012) observaram a presença de substâncias antioxidantes e a sua atividade em farinhas dos frutos de diversos cultivares de goiaba (*Psidium guajava*).

No Brasil, a legislação define farinha como produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos (Brasil, 2005).

Para a produção de farinhas de frutas, é necessário um processo de desidratação de materiais frescos. A desidratação é um método de preservação que reduz a atividade de água dos alimentos, reduzindo assim o crescimento de microrganismos e a ocorrência de reações químicas e enzimáticas, prolongando assim a vida útil (Wojdylo et al., 2014). Além disso, removendo a maior parte da água presente nos alimentos, pode-se produzir um pó seco altamente concentrado com compostos biologicamente ativos. Entre os métodos de desidratação existentes, a secagem em forno (também conhecida como secagem por convecção ou secagem por ar quente) tornou-se um dos métodos de desidratação mais

populares devido à sua alta eficiência de secagem e baixo custo (Samoticha et al., 2016).

As farinhas de frutas podem ser empregadas na melhoria do valor nutricional de alimentos, como demonstraram Santos et al. (2018), ao adicionar farinha mista de casca e semente de *Carica papaya* em pães de forma. Segundo os autores, houve melhora nos teores de fibra alimentar total, proteínas e redução dos teores de lipídeos nos produtos, além de boa aceitação pelos provadores. É uma alternativa para utilização dos subprodutos do mamão na panificação, evitando seu descarte no ambiente.

Carvalho et al. (2012) desenvolveram cupcakes de banana, com a farinha da casca deste fruto e obtiveram aceitação satisfatória pelos provadores. Observaram que o acréscimo de 7% da farinha da casca de banana aumentou o teor de calorias, lipídeos e fibra bruta do produto, e uma redução no teor de carboidratos. Assim, torna-se relevante o acréscimo de farinhas de partes desprezadas das frutas para melhorar a qualidade nutricional dos produtos, além de possuir potencial comercial com boas expectativas de aceitação no mercado.

Ajila et al. (2010) estudaram o efeito da incorporação de farinha da casca de manga em diferentes teores (2,5; 5,0; 7,5%) na produção de macarrão, em análise das propriedades de cozimento, firmeza e características funcionais e sensoriais. A incorporação da farinha no produto melhorou a qualidade nutricional sem interferir na textura, com aumento do conteúdo de fibra dietética, polifenóis e carotenoides.

Mildner-Szkudlarz et al. (2013) realizaram a incorporação do bagaço de uva nos níveis de 10, 20 e 30%, nas formulações de biscoitos para avaliar a influência nas propriedades funcionais, físicas e sensoriais do produto elaborado. Observaram que a farinha adicionada resultou em um aumento gradual dos potenciais antioxidantes, teor de fibras e a dureza dos biscoitos.

Outros autores também acrescentaram farinhas de frutas em biscoitos, como Santos et al. (2014) que utilizaram a farinha da casca de limão para elaboração de biscoitos com propriedades antioxidantes, obtendo um produto com aumento significativo dos teores de polifenóis e atividade antioxidante. Santos et al. (2011) formularam biscoitos de polvilho com 7% de farinha de albedo de laranja sem comprometimento de atributos sensoriais. Ferreira et al. (2012) concluíram que a farinha da casca de jabuticaba possui altos teores de fibras e sua adição em

biscoitos tipo cookies obteve 79% de aceitabilidade. Já Lima et al. (2015) ao utilizarem farinha da entrecasca de melancia na formulação de biscoitos, obtiveram baixa aceitação por aspectos relacionados ao sabor amargo da farinha, sugerindo-se estudos futuros para otimizar as respostas sensoriais do processamento do fruto, visto que possui expressivas quantidades de minerais e fibras, sendo boa fonte alimentar de nutrientes.

A mudança no estilo de vida é essencial na prevenção do desenvolvimento de doenças, assim o atendimento às recomendações de ingestão diária de alimentos fontes de fibras alimentares pode representar diversos benefícios para a saúde, como a manutenção da microbiota intestinal e saúde do intestino (Makki et al., 2018). Segundo González et al. (2018) a ingestão deficiente de fibras de frutas e vegetais pode estar relacionada à oncogênese colorretal.

Assim, observa-se que as farinhas provenientes de frutas, obtidas principalmente a partir de resíduos agroindustriais parecem ser uma boa fonte de nutrientes na alimentação humana, e uma alternativa frente ao desperdício de alimentos e proteção ao ambiente do descarte indevido. Além do fato, que segundo a SBD (2020), o consumo de fibras alimentares, através da ingestão de alimentos fontes, influenciam positivamente na saúde do indivíduo, pois fazem parte de uma alimentação saudável e diminuem o risco de doenças crônicas, como o Diabetes Mellitus.

2.3 Fibras e Índice Glicêmico

A associação entre o índice glicêmico (IG) com o consumo de fibras e de carboidratos, tem sido uma dificuldade ao se analisar o efeito do índice glicêmico nos resultados de saúde. No estudo de Turner-McGrievy et al. (2011), foi observado que a redução do índice glicêmico influencia na diminuição do peso dos integrantes da pesquisa. Os autores concluem que dietas com baixo índice glicêmico auxiliam na perda de peso e redução dos níveis de hemoglobina glicada em indivíduos com diabetes tipo 2.

Tendo como base as explicações científicas, a Organização Mundial da Saúde através de um trabalho publicado em 2003 sobre dieta, nutrição e doenças crônicas, julga plausível a ação profilática de dietas de baixo índice glicêmico,

acrescidas com fibras, para prevenção à obesidade e ao diabetes (FAO/WHO, 2003).

A expressão Fibra Alimentar, anteriormente chamada de Fibra Dietética ou Fibra da Dieta, nada mais é que denominação comum incluindo uma extensa variedade de substâncias que não fazem parte de um grupo químico definido, mas são combinações de substâncias quimicamente heterogêneas tais como celulose, hemiceluloses, pectinas, ligninas, gomas e polissacarídeos de algas marinhas e bactérias (Cho et al.,1997).

De acordo com a Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2005), a fibra alimentar é considerada a parte comestível das plantas ou similar aos carboidratos que apresentam resistência à digestão e absorção pelo intestino delgado humano, sofrendo fermentação parcial ou total no intestino grosso.

O Brasil possui grande diversidade na produção de frutas, que é uma alternativa de consumo de fibra alimentar e minerais, principalmente quando processada na forma de farinha. De Carli (2017) avaliou parâmetros físico-químicos e o perfil nutricional de farinhas de frutas e concluiu que são alimentos de baixo índice glicêmico e alternativas para o enriquecimento da alimentação, tornando-a mais equilibrada e saudável.

Muitos autores têm realizado testes biológicos a partir de farinhas de frutas, com o objetivo de avaliar o potencial funcional deste alimento, como o estudo de Macagnan (2013). A autora constatou que a adição de farinha de subprodutos de frutas na alimentação de ratos, em diferentes concentrações, causou redução significativa nos níveis de triglicerídeos séricos e de colesterol hepático, além de apresentar ação no controle da glicemia pós-prandial. A farinha de maracujá avaliada, apresentou maior digestibilidade enquanto a farinha de laranja, demonstrou mais resposta glicêmica pós-prandial.

Araújo (2011) incluiu farinha de casca de jabuticaba na alimentação de ratos e observou a redução do colesterol total e triglicerídeos séricos. Quando oferecida na concentração de 15%, a farinha analisada provocou aumento dos níveis séricos de HDL e reduziu o colesterol hepático em relação ao grupo controle.

Rocha-Olivieri (2015) encontrou resultados similares com a farinha da fruta jatobá, que favoreceu a redução do teor de colesterol total, triglicerídeos séricos e diminuição do acúmulo de lipídeos hepáticos em ratos. Maia et al. (2015), também relataram redução de lipídeos séricos e aumento da excreção de colesterol fecal

em teste biológico realizado com farinha de cubiu (*Solanum sessiliflorum*) adicionada à alimentação das cobaias.

Em experimentos com ratos diabéticos, Lima et al. (2012), observaram que a ingestão de 40% de farinha do mesocarpo de maracujá gerou significativo efeito hipoglicemiante. Lage (2014) encontrou evidências na redução dos biomarcadores do estresse oxidativo TBARS e/ou proteína carbonilada no fígado, coração e rim de animais diabéticos com a suplementação de farinha de buriti na alimentação.

Braga, Medeiros e Araújo (2010) utilizaram a farinha da casca de maracujá em ratos diabéticos obtendo uma ação antihiperlipidemiante, sendo esse efeito dose-dependente e com duração aproximada de 4 horas nos animais.

Diante de estudos biológicos que demonstram a atividade benéfica das farinhas de frutas na fisiologia de animais normais e diabéticos, espera-se que o seu consumo regular por pessoas diabéticas possa melhorar o quadro patológico, devido às suas propriedades nutricionais, como o rico teor de fibras, já que se observa baixo consumo deste nutriente, conforme concluem Molz et al. (2015).

2.4 Material Vegetal

2.4.1 Descrição Botânica

A família Myrtaceae engloba 133 gêneros e cerca de 3800 espécies distribuídas mundialmente, principalmente na Austrália, sudeste da Ásia, África e países da América Sul, com a distinção em duas subfamílias: uma de frutos secos e a outra de frutos carnosos (Wilson et al., 2001). Em 2005, os mesmos autores propuseram uma nova classificação com o reconhecimento de duas subfamílias: Myrtoideae e Psiloxylodeae, e 17 tribos.

No Brasil, todas as Myrtaceae estão incluídas na tribo Myrteae (Wilson et al., 2005) e até o momento, apenas Landrum e Kamasaki (1997) mapearam os gêneros desta família no país, sendo uma das mais importantes na constituição da flora brasileira conta com aproximadamente 1000 espécies, destacando-se os gêneros *Eugenia*, *Myrcia* e *Calyptanthes*, sendo todas as espécies brasileiras produtoras de frutos carnosos.

O gênero *Eugenia* é um dos maiores da família Myrtaceae, com cerca de 500 espécies, sendo 400 presentes no Brasil. No Espírito Santo, através de um estudo da composição florística da floresta Atlântica da Planície Aluvial do rio Doce, listou-se 14 espécies deste gênero na região da cidade de Linhares (Rolim et al., 2006).

2.4.2 Propriedades químicas e biológicas

Estudos evidenciaram algumas substâncias de relevância na manutenção da saúde presentes em frutos pertencentes à família Myrtaceae, como observado por Pereira et al. (2012), que encontraram valores elevados de proteína na análise da goiaba amarela (*Psidium cattleianum* Sabine), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg) e uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess).

Neves et al. (2021) realizaram a identificação e quantificação da composição fenólica de diferentes espécies de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e observaram a presença de quantidades expressivas de flavonóis derivados de quercetina e miricetina, principalmente nas cascas, juntamente com uma grande variedade de derivados de ácido elágico.

Na família Myrtaceae, também destacam-se alguns frutos utilizados no desenvolvimento de produtos alimentícios, conforme apresentado por Araújo (2011) que utilizou a jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) para a obtenção de farinha. A autora concluiu que a farinha elaborada do fruto apresentou alto teor de fibras e poder antioxidante além do efeito na redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos séricos em ratos.

Para Vargas (2012) as pesquisas a partir da fruta camu-camu (*Myrciaria dubia*) em forma de pó liofilizado na alimentação de jovens adultos apresentou teores elevados de vitamina C e promoveu queda significativa nos níveis de glicemia de jejum, colesterol total e HDL nos indivíduos pesquisados. Freire et al. (2012) observaram a presença de substâncias antioxidantes e a sua atividade em farinhas dos frutos de diversos cultivares de goiaba (*Psidium guajava*).

Algumas espécies que integram o gênero *Eugenia* são utilizadas como plantas medicinais pelo uso popular, principalmente no tratamento de feridas e infecções (Adebajo et al., 1989). Neste aspecto, a presença de substâncias com potencial medicinal neste gênero foi inicialmente confirmada através de pesquisas

realizadas por Dallmeier e Carlini (1981;), Schmeda-Hirschmann et al. (1987), Theoduloz et al. (1988), XI et al. (1994), Pourgholami et al. (1999), Costa et al. (2000), Larhsini et al. (2001), Holetz et al.(2002), Medeiros et al. (2003), Rajkumar e Berwal (2003) e De Souza et al. (2004), os quais relataram a presença de flavonoides e terpenos, e atuação no controle da hipertensão, atividade anti-inflamatória e antimicrobiana.

Kinupp e Barros (2008) também encontraram teores consideráveis de proteínas em frutos que pertencem ao gênero *Eugenia*, como no araçá-pitanga (*Eugenia multicostata*) e no pessegueiro-do-mato (*Eugenia myrcianthes*). Além do teor de proteínas, foram observados teores de vitamina C e carotenoides satisfatórios nas frutas analisadas. Já Abe, Lajolo e Genovese (2011), observaram em sete frutas pertencentes à família Myrtaceae, avaliadas em sua pesquisa, a presença de altos teores de ácido elágico em sua composição, dentre elas a jabuticaba, grumixama e cambuci com maiores índices de ácido elágico total, sendo este composto um antioxidante que inibe o processo de peroxidação lipídica, conforme descrito por Halliwell et al. (1995).

Muitas pesquisas têm destinado sua atenção às frutas como a pitanga (*Eugenia uniflora*), grumixama (*Eugenia brasiliensis* Lam.) e uvaia (*Eugenia pyriformis* Cambess). Desta forma, Silva et al. (2014) observaram maiores concentrações de carotenoides na uvaia e grumixama, em relação as outras frutas analisadas, sendo a criptoxantina o principal carotenoide encontrado, destacando-se como fontes promissoras de compostos bioativos.

Já Vinholes et al. (2017) ao analisar a pitanga (*Eugenia uniflora* L.), detectaram atividades antioxidantes frente ao DPPH, -OH e NO₃, com destaque também nos níveis presentes de antocianinas e carotenoides. Denardin et al. (2015), também observaram que os frutos da pitanga continham vários compostos fenólicos, tais como derivados de quercetina, quercitrina, isoquercitrina e derivados de cianidina, o que pode contribuir diferencialmente para a capacidade antioxidante.

Rodrigues (2015) sugeriu, através dos resultados de sua pesquisa, que o extrato de grumixama e de pitanga apresentam potenciais aplicabilidades nas indústrias alimentícias e farmacêuticas por inibirem a expressão gênica pelo quórum sensing de bactérias, pelo qual é possível a regulação de processos

celulares como a esporulação, formação de biofilmes, expressão de fatores de virulência, produção de antibióticos e a bioluminescência.

Além das propriedades nutricionais, funcionais e o consumo *in natura*, os frutos podem ser aproveitados no preparo de sucos, geleias, farinhas e extração de substância úteis para as diferentes indústrias, como corantes naturais, desempenhando um papel de destaque econômico na agricultura nacional (Lorenzi et al., 2006).

2.4.3 *Eugenia stipitata*

Dentre as espécies do gênero *Eugenia*, a fruteira da *Eugenia stipitata*, conhecida popularmente como Araçá-boi, é cultivada no Ifes Campus Itapina. Esta espécie é nativa da parte peruana da floresta amazônica e produz frutos em formato de esfera de 5-10 cm de diâmetro com peso em torno de 150-200 g. A pele é delicada com uma espessura de 1 mm, de cor amarela quando maduro, toque aveludado e aroma adocicado. A polpa, correspondente a 82% da massa do fruto, tem cor branca-amarelada, apresenta algumas fibras finas, sabor ácido e composição nutricional de 11,9% de proteína, o que a torna uma boa fonte de nutrientes (Rogez et al., 2004). O ácido orgânico predominante no araçá-boi é o ácido málico (C₄H₆O₅) (Hernandez et al., 2009).

No Brasil, esta espécie é encontrada desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, em pomares pequenos com pouca expressão comercial. Negri, Berni e Brazaca (2016) afirmam que o baixo conhecimento de algumas frutas pela população, como o araçá-boi, permite o desenvolvimento de inovações e criação de novos produtos de valor comercial e que promova benefícios à saúde dos indivíduos.

O araçá-boi é utilizado industrialmente na fabricação de sorvetes, refrescos e sucos concentrados, principalmente por apresentar percentagem elevada de polpa aproveitável, ciclo de produção dos frutos curto, entre 4 e 5 anos, e boa adaptação em diferentes tipos de solo de terra firme (Cavalcante, 1991). O fruto possui maturação rápida, sendo o armazenamento em 25 °C, amadurece em dois dias, já a 20 °C amadurecem em cinco dias. Após este período sua cor e textura se modificam com a deterioração (Hernandéz, 2001).

Análises físico-química do fruto encontraram teores de umidade em torno de 85 a 90%, baixo teor de lípidos, 9,5 mg/100 g de Vitamina C, 87 mg/100 g de compostos fenólicos totais, teor sólidos de solúveis 4,5° Brix, pH de 3,3 e 1,8 mg de ácido cítrico/100 g de acidez titulável, 2,83 g de ácido málico/100 g de amostra, 39% de fibras totais, sendo 29% de fibras insolúveis e 10% fibras solúveis (Rogez et al., 2004; Canuto et al., 2010; Garzón et al., 2012).

Vergara-Valência et al. (2007) afirmam que existe uma tendência da indústria alimentar pela busca de novas fontes de fibras alimentares, percebendo-se a introdução de produtos nos mercados provenientes de frutas que possuem alto teor de fibras em sua composição. As fibras alimentares apresentam efeitos benéficos no organismo humano com a ingestão regular, sendo uma alternativa para o aumento de consumo pela população, a produção de alimentos passíveis de serem incluídos no consumo diário, como ingrediente em produtos ou produção de farinhas (Freire et al., 2012).

O consumo de fibras na alimentação é importante, pois atua no controle dos níveis séricos de colesterol e glicose, principalmente em pacientes diabéticos, reduz o peso corporal e processos inflamatórios (Bernaud e Rodrigues, 2013). Neste aspecto, a Pesquisa de Orçamento Familiar - POF (IBGE, 2010) do estado do Espírito Santo, evidenciou que o consumo de frutas por ano, em kg por pessoa, é menor que o consumo de açúcares, doces e produtos confeitados, sendo um dado questionador da qualidade alimentar da população.

Araújo et al. (2019) ao realizarem uma revisão sobre as frutas de espécies do gênero *Eugenia*, da família Myrtaceae, no Brasil, observaram que possuem excelente composição nutricional, características funcionais e econômicas. Estas espécies, dentre elas o Araçá-boi, representam uma importante área de inovação alimentar e farmacêutica. Acrescenta que a implantação de safras comerciais eleva expectativas de tecnologia pós-colheita, a fim de maximizar a quantidade e qualidade dessas frutas e seus subprodutos, representando grande oportunidade para o agronegócio com foco em produtos de valor agregado.

Segundo Medeiros et al. (2003) a composição do óleo das folhas de *Eugenia stipitata* McVaugh ssp. apresentou concentrações significativas de sesquiterpenos e monoterpenos, sendo os principais componentes os α -pineno, o β -cariofileno e o óxido de cariofileno. O óleo apresentou atividade antimicrobiana promissora quando testado frente *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas*

aeruginosa e *Listeria monocytogenes*, principais agentes etiológicos nas doenças transmitidas por alimentos – DTA (Oliveira et al., 2010).

Neri-Numa et al. (2013) em análise da atividade antioxidante do Araçá-boi encontraram elevados teores de derivados glicosilados da quercetina, cuja potência como inibidores de enzimas do metabolismo de carboidratos parece estar relacionada ao padrão de glicosilação, além de compostos fenólicos como a miricetina e kaempferol, ácido gálico e vitamina C. Os autores sugerem, que a composição em fenólicos totais e a atividade antioxidante, atuam como fatores antimutagênicos e antigenotóxicas, tendo efeitos protetores contra danos do DNA.

O estudo realizado por Garzón et al. (2012) demonstrou teores significantes de carotenoides no fruto do cultivar, como luteína, zeaxantina, α -caroteno e β -caroteno, e afirmam que estes compostos possuem efeitos benéficos na saúde, sugerindo que esta espécie pode ser usada como alimento funcional e na produção de nutracêuticos.

Esta sugestão foi ratificada por Iturri, Calado e Prentice (2020), que através de estudo testaram técnica de microencapsulamento de secagem por spray-drying no intuito de preservar a bioatividade de compostos presentes nos frutos de araçá-boi, sugerindo-se a aplicação em células cancerosas para teste de efeito anticarcinogênico e em dietas humanas.

Os alimentos funcionais são definidos como alimentos ou ingredientes que produzem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas (Brasil, 1999). Neste aspecto, diante das substâncias identificadas até o momento na espécie *Eugenia stipitata*, Tabela 1, lança bases para novas pesquisas em busca da propriedade funcional deste cultivar.

Tabela 1 – Substâncias identificadas na espécie *Eugenia stipitata* x ação biológica

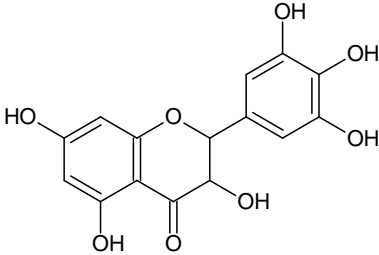
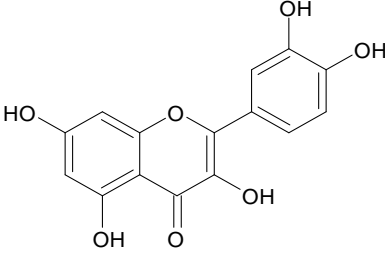
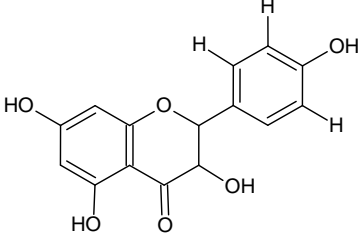
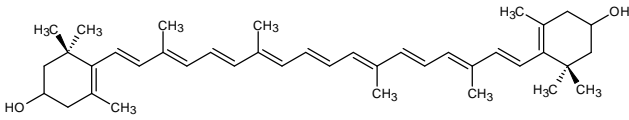
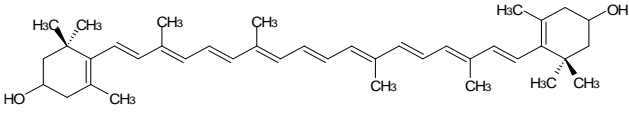
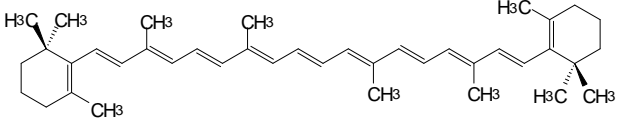
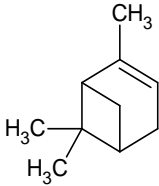
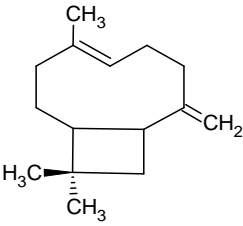
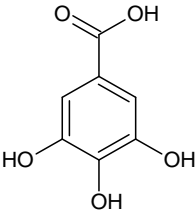
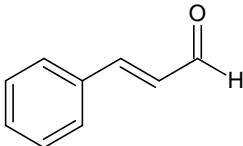
SUBSTÂNCIA	AÇÃO BIOLÓGICA
<p data-bbox="277 398 416 427">Miricetina</p> 	<p data-bbox="935 398 1422 595">Flavonóis: função antioxidante e combate aos radicais livres. (Licodiedoff, Kolowski e Ribani, 2013)</p>
<p data-bbox="277 732 437 761">Quercetina</p> 	<p data-bbox="935 732 1422 929">Flavonóis: função antioxidante e combate aos radicais livres. (Licodiedoff, Kolowski e Ribani, 2013; Heijnen, C. G. et al., 2002)</p>
<p data-bbox="277 1066 443 1095">Kaempferol</p> 	<p data-bbox="935 1066 1422 1317">Flavonóis: função antioxidante e combate aos radicais livres. (Licodiedoff, Kolowski e Ribani, 2013; Huber e Rodriguez-Amaya, 2008)</p>
<p data-bbox="277 1377 384 1406">Luteína</p> 	<p data-bbox="935 1377 1422 1628">Carotenoide: Proteção das estruturas da visão contra danos oxidativos. Bloqueio de radicais livres. (Richer et al. 2004; Davies e Morland, 2004)</p>
<p data-bbox="277 1657 437 1686">Zeaxantina</p> 	<p data-bbox="935 1657 1422 1908">Carotenoide: Proteção das estruturas da visão contra danos oxidativos. Bloqueio de radicais livres. (Richer et al. 2004; Davies e Morland, 2004)</p>

Tabela 1, Cont.

<p>β-caroteno</p> 	<p>Carotenoide: Atividade antioxidante, pró vitamina A (Britton et al., 1995)</p>
<p>α-pineno</p> 	<p>Fitoquímico: Atividade antimicrobiana (Gayoso et al., 2004; Lima et al., 2005)</p>
<p>β-cariofileno</p> 	<p>Fitoterápico (Sesquiterpeno): anti-inflamatório, antitumoral, antibacteriano, antialérgico (Ghelardini et al., 2001; Sköld et al., 2006)</p>
<p>Ácido gálico</p> 	<p>Ácido fenólico: antioxidante, antimicrobiano e propriedades antimutagênicas. (Kim, 2007)</p>
<p>Ácido cinâmico</p> 	<p>Ácido fenólico: atividade antitumoral, efeito antiproliferativo em células cancerígenas. (Liu et al., 1995)</p>

3. MATERIAL E MÉTODOS

A farinha obtida dos frutos de *Eugenia stipitata* foi utilizada para a composição de dois experimentos que compõe a presente Tese. As descrições detalhadas de cada experimento executado estão relatadas nas seções de Materiais e Métodos nos itens 4.1 (Trabalho 1) e 4.2 (Trabalho 2) da presente tese.

4. TRABALHOS

4.1 APROVEITAMENTO TECNOLÓGICO DO ARAÇÁ-BOI (EUGENIA STIPITATA) COMO FARINHA PARA A ALIMENTAÇÃO¹

¹ Este trabalho faz parte da tese apresentada à UENF, publicado como capítulo do livro: Tecnologia de Alimentos Tópicos Físicos, Químicos e Biológicos, da Editora Científica, em 30 de outubro de 2020. ISBN: 978-65-87196-27-5. DOI:10.37885/200801016

RESUMO: A espécie frutífera Araçá-Boi (*Eugenia stipitata*) é nativa da região amazônica e possui um rico potencial econômico através da sua utilização em diversos produtos, pois seu sabor e aparência são atraentes para os mercados internacionais e conferem-lhe grande potencial para o processamento. O estudo das propriedades do fruto do araçá-boi vai de encontro ao enriquecimento alimentação com novas possibilidades funcionais e desenvolvimento de produtos. Para a obtenção da farinha, o bagaço dos frutos foram submetidos à ação da despoldadora, desidratado à 40 °C por 12h, posteriormente triturado em liquidificador e passado na peneira Mesh 32. As amostras foram submetidas às análises de cinzas, por calcinação, umidade por secagem em estufa, lipídeos (Bligh e Dayer), acidez titulável (NaOH 0,1M), pH, carotenoides (Rodriguez-Amaya), DPPH e compostos fenólicos totais. Os resultados encontrados, de acordo as análises físico-químicas foram: lipídios 4,76%, umidade 10,42%, cinzas 2,28%, pH 3,09, 1,8°Brix, acidez titulável 7,8% de ácido málico, carotenoides 0,12 mg/g de farinha, compostos fenólicos 0,0297 mg EAG.100g¹ de farinha e 88,94% de inibição de DPPH. O teor de umidade permaneceu no padrão estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que exige o máximo de 15% de umidade em farinhas. O valor de pH está abaixo do limite para o risco de desenvolvimento de micro-organismos, que é 4,5, desta forma, torna-se uma alternativa de difícil ataque microbiano, aliado ao baixo teor de açúcares expresso no teor de sólidos solúveis baixo. O teor de lipídios resultante assemelha-se ao encontrado na farinha de bagaço de laranja. A farinha de Araçá-boi possui propriedades nutricionais benéficas, comparadas a estudos de outras farinhas de frutas, podendo contribuir para a prevenção de doenças crônico degenerativas e para a melhora da qualidade nutricional da alimentação da população.

Palavras-chave: Araçá-boi, *Eugenia stipitata*, plantas alimentícias não convencionais, alimentos funcionais.

1 INTRODUÇÃO

O processo de Globalização fez com que os países intensificassem suas relações comerciais, econômicas e culturais. Dentro deste contexto, os padrões alimentares foram modificados pelos novos procedimentos adotados na agricultura e pelo próprio processo de industrialização. Isso fez com que muitas hortaliças tradicionais, que faziam parte dos hábitos alimentares dos Brasileiros, tivessem seu consumo reduzido, ou até mesmo deixassem de ser consumidas (SILVA et al., 2018).

A adoção de uma alimentação mais limitada e mais processada acabou por refletir em um sistema de produção mais monótono e menos sustentável e, em padrão de morbimortalidade com uma alta prevalência de excesso de peso e de agravos crônicos não transmissíveis, em uma população que está em processo de envelhecimento, ou seja, que deveria ter uma longevidade saudável (PASCHOAL et al., 2016).

No intuito de resgatar hábitos alimentares mais saudáveis e, com isso, incentivar um cultivo mais sustentável e variado, com baixo impacto ambiental e que respeite a biodiversidade, tem-se incentivado o consumo e o cultivo das Plantas Alimentícias não Convencionais (PANCs). Estas hortaliças tradicionais receberam esta denominação, devido ao desconhecimento de sua potencialidade econômica e, conseqüentemente, estarem fora da cadeia atual da produção de alimentos. Entretanto, além de fornecerem energia, as PANCs são fontes de fibras alimentares e fitoquímicos, como flavonoides e compostos fenólicos, que podem ter efeitos benéficos sobre a saúde, como por exemplo, ajudar na redução do desenvolvimento de doenças crônicas (KINUPP, 2009; PASCHOAL et al., 2017; COSTA et al., 2018).

Segundo Kinupp (2014) o Araçá-boi (*Eugenia stipitata*) é considerado uma PANC amplamente cultivada em pomares domésticos na região amazônica e algumas regiões do sudeste.

Esta espécie é nativa da parte peruana da floresta amazônica e produz frutos em formato de esfera de 5-10 cm de diâmetro com peso em torno de 150-200g. A pele é delicada com uma espessura de 1 mm, de cor amarela quando maduro, toque aveludado e aroma adocicado. A polpa, correspondente a 82% da massa do fruto, tem cor branca-amarelada, apresenta algumas fibras finas, sabor ácido e

composição nutricional de 11,9% de proteína, o que a torna uma boa fonte de nutrientes (ROGEZ et al., 2004). O ácido orgânico predominante no araçá-boi é o ácido málico (C₄H₆O₅) (HERNANDEZ et al., 2009).

No Brasil, é encontrada desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, em pomares pequenos com pouca expressão comercial. Negri, Berni e Brazaca (2016) afirmam que o baixo conhecimento de algumas frutas pela população, como o araçá-boi, permite o desenvolvimento de inovações e criação de novos produtos de valor comercial e que promova benefícios à saúde dos indivíduos.

O araçá-boi é utilizado industrialmente na fabricação de sorvetes, refrescos e sucos concentrados, principalmente por apresentar percentagem elevada de polpa aproveitável, ciclo de produção dos frutos curto, entre 4 e 5 anos, e boa adaptação em diferentes tipos de solo de terra firme (CAVALCANTE, 1991). O fruto possui maturação rápida, sendo o armazenamento em 25 °C, amadurece em dois dias, já a 20 °C amadurecem em cinco dias. Após este período sua cor e textura se modificam com a deterioração (HERNANDEZ, 2001).

Ulloa e Suárez (2004) afirmam que as espécies de frutas pouco conhecidas no mercado pelos consumidores, como as nativas e exóticas, devem ser preservadas e caracterizadas através do estudo de suas propriedades, com objetivo de utilização na alimentação funcional. Assim, o estudo das propriedades do fruto do araçá-boi vai de encontro ao enriquecimento da alimentação com novas possibilidades funcionais, além da utilização como suco, o desenvolvimento de produtos provenientes de seu processamento, como a produção de farinhas ricas em fibra alimentar, devido a utilização da casca e demais estruturas do fruto (BRAGA et al., 2011).

Assim, o presente estudo objetivou desenvolver um produto tecnológico proveniente dos frutos do araçá-boi como uma alternativa para a alimentação humana.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O frutos maduros utilizados na pesquisa foram coletados no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, localizado no município de Colatina, estado do Espírito Santo, que possui o total de 72 cultivares com produção de frutos ao longo do ano.

Posteriormente, foram encaminhados para o Laboratório de Alimentos do próprio Campus, lavados em água corrente, pesados e higienizados com hipoclorito de sódio (200,0 mg/L) por imersão de 10 min. Submeteu-se à ação da despoldadora e o resíduo resultante, desidratado por secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de $40\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 12h. Após a secagem foram pesados, triturados, peneirados em mesh 32 para obtenção de farinha homogênea

As amostras foram submetidas às análises de cinzas, por calcinação em mufla, umidade por secagem em estufa até peso constante, lipídeos (Bligh e Dyer, 1959).

A acidez total titulável foi realizada titulando-se a amostra com solução de NaOH 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como indicador, conforme descrito pelas normas do (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008), e os resultados expressos em porcentagem de ácido málico. A análise de pH, foi realizada por medida direta em phmetro calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7 (AOAC, 2005).

Os carotenoides totais foram quantificados por espectrofotometria a 450 nm, segundo a metodologia proposta por Rodrigues-Amaya (2001) e os resultados foram expressos em mg de carotenoides por grama de amostra. A capacidade antioxidante foi quantificada pelo método DPPH (Rufino et al., 2007) e a determinação do teor de compostos fenólicos foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico de Folin-Ciocateau, descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventós (1999).

Todas as análises, foram realizadas em três repetições e os resultados expressos em médias \pm desvios padrões (PIMENTEL-GOMES, 1987).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os resultados referente às análises físico-químicas da farinha de araçá-boi.

Análises físico-químicas	Resultados
Umidade	10,42% \pm 0,16
Cinzas	2,28% \pm 0,07
Lipídeos	4,76% \pm 0,5
PH	3,09 \pm 0,01
Acidez titulável	7,8% de ácido málico
Sólidos Solúveis (SST)	1,8 \pm 0,07 ($^{\circ}\text{Bx}$)
Carotenoides	0,12 \pm 0,001 mg/g de farinha
Compostos fenólicos	0,0297 mg EAG.100g ¹ de farinha
Inibição de DPPH	88,94%

Tabela 1: Resultados das análises físico-químicas expressos em média de três repetições \pm desvio padrão

De acordo com as análises físico-químicas, observou-se o teor de lipídeos de 4,76%. Macagnan et al. (2014) elaboraram diversas farinhas com subprodutos de frutas e observaram teores de lipídios semelhantes na farinha de bagaço de laranja das variedades Rubi e Hamlin.

O teor de umidade foi de 10,42%, dentro do padrão estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que exige o máximo de 15% de umidade em farinhas (BRASIL, 2005).

O valor encontrado na análise de cinzas, 2,28%, foi próximo aos valores encontrados para os pós alimentícios de resíduo de goiaba, 2,14% e maracujá, 2,52%, conforme observado por Uchoa et al. (2008), que ressaltam a associação das altas taxas de cinzas encontradas, a uma maior concentração de minerais presentes nos resíduos analisados após o processo de secagem.

O valor de pH encontrado 3,09, está abaixo do limite para o risco de desenvolvimento de micro-organismos, que é 4,5, desta forma, torna-se uma alternativa de difícil ataque microbiano. Reis et al. (2017) encontraram resultados de pH 3,62 em farinha de acerola “Flor Branca”, desidratada em 60°C, sendo um pouco superior ao encontrado no presente estudo.

O teor de sólidos solúveis totais (SST) representa os compostos solúveis em água, como vitamina, ácidos e açúcar, sendo o valor encontrado considerado adequado para conservação da farinha, já que um menor teor de açúcar previne a deterioração rápida e fermentação por micro-organismos. Cuellar et al. (2013) analisou os frutos de *Eugenia stipitata* em diferentes estádios de maturação e encontrou o valor de sólidos solúveis 7°Brix no fruto liofilizado maduro e acidez de 4,64 % de ácido málico. Já a farinha analisada expressou o teor de 7,8% de ácido málico, que é o ácido predominante (HERNANDEZ et al., 2007).

A análise de carotenoides totais demonstrou um teor de 0,12 mg/g de farinha. Em estudo realizado por Berni et al. (2019) observou-se que o Araçá-boi apresentou em seus frutos maduros 45% de bioacessibilidade para os carotenoides zeaxantina, 15-cis- β -carotene e all-trans- α -carotene, indicando que são os principais compostos liberados da matriz alimentar durante a digestão e disponibilizados para absorção do organismo. Garzón et al. (2012) também

demonstraram teores significativos de carotenoides no fruto do cultivar, como luteína, zeaxantina, α -caroteno e β -caroteno, e afirmaram que estes compostos possuem efeitos benéficos na saúde, sugerindo que esta espécie pode ser usada como alimento funcional e na produção de nutracêuticos.

Segundo Vinholes et al. (2017), diferentes estudos já estabeleceram que a composição fenólica total determinada em alimentos demonstra uma riqueza em antioxidantes, já que estes compostos estão intimamente relacionados com efeitos benéficos em doenças crônicas degenerativas, como o câncer, doenças cardiovasculares e diabetes. No presente estudo observou-se o valor de 0,0297 mg EAG.100g⁻¹ de compostos fenólicos na farinha de araçá-boi.

A atividade antioxidante da farinha de araçá boi encontra-se em porcentagem de sequestro de radical livre (%SRL) no valor 88,94% de inibição de DPPH na concentração de 125 g.L⁻¹. Guimarães (2013) realizou análise de atividade antioxidante de farinha de frutos na concentração de 20 g.L⁻¹, obtendo o resultado de 96,7% de SRL para a farinha de jerivá e 74,3% de SRL para a farinha de bacaba, sendo necessário uma concentração menor de farinha para obter resultados semelhantes ao presente estudo. Neri -Numa et al. (2013) em análise da atividade antioxidante do fruto do Araçá-boi encontraram elevados teores de derivados glicosilados da quercetina, além de compostos fenólicos como a miricetina e kaempferol.

Alguns autores através de análises físico-químicas do fruto encontraram baixo teor de lipídeos, 87mg/100g de compostos fenólicos totais, teor de sólidos solúveis 4,5° Brix, pH de 3,3 e 1,8 mg de ácido cítrico/100 g de acidez titulável, 2,83 g de ácido málico/100 g de amostra (ROGEZ et al., 2004; CANUTO et al., 2010; GARZÓN et al., 2012) sendo alguns resultados semelhantes aos encontrados na farinha do fruto.

4 CONCLUSÃO

A farinha de Araçá-boi possui propriedades nutricionais benéficas, comparadas a estudos de outras farinhas de frutas, podendo contribuir para a prevenção de doenças crônicas degenerativas e para a melhora da qualidade nutricional da alimentação da população.

5. REFERÊNCIAS

AOAC. Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.

BERNI, Paulo; CAMPOLI, Stephanie S; NEGRI, Talita C; TOLEDO, Nataly M. V. de Toledo; CANNIATTI-BRAZACA, Solange G. Non-conventional Tropical Fruits: Characterization, Antioxidant Potential and Carotenoid Bioaccessibility. *Plant Foods for Human Nutrition* (2019) 74:141–148

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry Physiological*, Ottawa, v. 27, n. 8, p.911-917, 1959.

BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. (2005, setembro 22). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprovam regulamentos técnicos para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília. Recuperado em 7 de fevereiro de 2018, de <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=18822&word=>

BRAGA, Ana Carolina Dias; LIMA, Marcos dos Santos; AZEVEDO, Luciana Cavalcanti de; RAMOS, Marta Eugênia Cavalcanti. Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. *Revista Semiárido De Visu*, v.1, n.2, p.126-133, 2011

CAVALCANTE, PB. Frutas comestíveis da Amazônia. 5 ed. Cejup, Belém. Pará, Brasil. 1991.

CANUTO, GAB; XAVIER, AAO; NEVES, LC; BENASSI, MT. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 32 (4), 2010.

CUELLAR, Fabio A et al. Research of antioxidant capacity of araza (*Eugenia stipitata* McVaugh) during the ripening. *Rev.Colomb.Quim.*, Bogotá , v. 42, n. 2, p. 21-28, May 2013 . Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042013000200003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 out 2020.

GARZÓN, G. A.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; KOPEC, R. E.; BARRY, A. M.; RIEDL, K. M.; SCHWARTZ, S. J. (2012). Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), an Amazonian fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4709-4717. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf205347f>.

GUIMARÃES, Ana Clara Garcia. Potencial funcional e nutricional de farinhas de jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e bacaba (*Oenocarpus bacaba*). Lavras: UFLA, 2013. 109 p.

HERNANDEZ, G. M. S. Conservación del fruto de arazá (*Eugenia stipitata* Me Vaugh) durante la poscosecha mediante la aplicación de diferentes técnicas. Tesis doctoral en ciências agrarias. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2001.

HERNANDEZ, M. S.; Martínez, O.; Fernández-Trujillo, J. P. (2007). Behavior of arazá fruit quality traits during growth, development and ripening. *Scientia Hort.*, 111, 220-227.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423806004304>.

HERNANDEZ, G. M. S.; BARRERA, J.; MARTÍNEZ, O.; FERNANDEZ-TRUJILLO, J. P. Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. *LWT – Food Science and Technology*, v. 42, p. 879-884, 2009

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020

KINUPP, V. F. Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 2014. 768p.

LIMA, Willams Andrade; CONSTANT, Patrícia Beltrão Lessa; DOS SANTOS, João Antônio Belmino; CARNLELOSSI, Marcelo Augusto Gutierrez. Caracterização e armazenamento de farinhas obtidas a partir do resíduo de caju (*Anacardium occidentale* L.) *Revista GEINTEC – ISSN: 2237-0722*. São Cristóvão/SE – 2013. Vol. 3/n. 4/ p. 109-120

MACAGNAN, Fernanda Teixeira. Potencial Tecnológico e Nutricional de Subprodutos do Processamento de Frutas. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. 2013

MACAGNAN, Fernanda Teixeira; MOURA, Fernanda Aline de; SANTOS, Luccielli Rodrigues Dos; BIZZANI, Marília; SILVA, Leila Picolli da. Caracterização nutricional e resposta sensorial de pães de mel com alto teor de fibra alimentar elaborados com farinhas de subprodutos do processamento de frutas B.CEPPA. *Curitiba*, v. 32, n. 2, jul./dez. 2014

NEGRI, Talita Costa; BERNI, Paulo Roberto de Araújo; BRAZACA, Solange Guidolin Canniatti. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*, Londrina, v. 18, n. 2, 2016.

NERI-NUMA IA; CARVALHO, Silva LB; MORALES, JP; MALTA, LG; MURAMOTO, MT; CARVALHO, JE; RUIZ, ALTG; JUNIOR, MRM; PASTORE, GM. Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* McVaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. *Food Research International*, 50:70 76, 2013.

PASCHOAL, V.; GOUVEIA, I.; SOUZA, N.S. Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs): o potencial da biodiversidade brasileira. *Revista Brasileira de Nutrição Funcional*, v.68, 2016.

PASCHOAL, V.; BAPTISTELLA, A.B.; SOUZA, N.S. *Nutrição Funcional e Sustentabilidade: alimentando um mundo saudável*. São Paulo: Valéria Paschoal Editora Ltda, 2017. 384p.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 12. ed. São Paulo: Nobel, 1987. 467p.

REIS, Daíse Souza et al . *Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas*. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas , v. 20, e2015083, 2017 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232017000100416&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 16 out. 2020. Epub 10-Abr-2017. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.8315>.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. *A guide to carotenoid analysis in foods*. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil, 2001. 64p

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; SOUZA, J.N.S.; SILVA, E.M.; LARONDELLE, Y. *Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri(*Platonia insignis*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*)*. *European Food Research and Technology*, Berlin, v.218, p.380-384. 2004

RUFINO *et al.* *Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH*. Comunicado Técnico. Embrapa Fortaleza, 2007.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA- RAVENTÓS, R.M. *Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocateau reagent*. *Methods Enzymol.*, San Diego, v. 299, p. 152- 178, 1999.

UCHOA, Ana Maria Athayde, José Maria Correia da Costa¹, Geraldo Arraes Maia¹, Elisabeth Mary Cunha Silva¹, Ana de Fátima Fontinele Urano Carvalho², Tatyane Ribeiro Meira¹. *Parâmetros Físico-Químicos, Teor de Fibra Bruta e Alimentar de Pós Alimentícios Obtidos de Resíduos de Frutas Tropicais*. *Segurança Alimentar e Nutricional*, Campinas, 15(2): 58-65, 2008

ULLOA, J. Z.; SUÁREZ, H. R. *De México al mundo: importancia y perspectivas de los productos no tradicionales*. *Revista Claridades Agropecuarias*, Mexico, n. 132. 2004

VINHOLES, Juliana; LEMOS, Graciele; BARBIERI, Rosa Lia; FRANZON, Rodrigo C; VIZZOTTO, Márcia. *In vitro assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga*. *Food Bioscience* 19, 92–100. 2017

4.2 EFEITO DA INGESTÃO DE FARINHA DE ARAÇÁ-BOI (*EUGENIA STIPITATA*) NOS NÍVEIS DE GLICOSE SANGUÍNEA E ASPECTOS HISTOPATOLÓGICOS DE RATOS WISTAR ²

² Parte de Tese de Doutorado que será submetida em formato de artigo na revista Nutrition Research

RESUMO

Considerando as propriedades e potencial nutricional da fruta *Eugenia stipitata* e visando analisar os efeitos da ingestão de farinha do fruto por animais, este trabalho foi realizado no Biotério do Centro Universitário do Espírito Santo - UNESC, em colaboração com o Laboratório de Química e Bioquímica do Ifes Campus Itapina e o Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da UENF. Os objetivos foram: analisar o efeito da ingestão de farinha de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) nos níveis de glicose sanguínea e aspectos histopatológicos de ratos wistar, através da avaliação de sua resposta glicêmica e análise de fígado em teste biológico. Foram utilizados 35 ratos Wistar divididos em 5 grupos com 7 ratos em cada, que receberam 5 diferentes tipos de dieta com diferentes concentrações de farinha de araçá-boi verde e maduro, sendo um grupo controle, durante 21 dias. Observou-se que a adição de 10% de farinha na alimentação dos animais mostrou resposta glicêmica menor, em comparação aos demais grupos, mas não diferindo estatisticamente. Uma tendência a menor índice glicêmico também foi observada no grupo que recebeu 10% de farinha de araçá-boi maduro, porém, essa tendência não foi estatisticamente relevante. Já a análise histopatológica dos fígados demonstrou que os ratos que receberam concentrações de 10% de farinha apresentaram menores degenerações vesiculares, em relação ao grupo controle e que receberam 5% de farinha. Desta forma, sugere-se que a composição nutricional atrelada à presença de compostos bioativos da farinha de araçá-boi, pode ter influenciado na atenuação do surgimento de lesões do tecido hepático dos animais.

Palavras-chave: *Eugenia stipitata*, índice glicêmico, farinha, análise histopatológica

ABSTRACT

Property and nutritional potential of the fruit *Eugenia stipitata* and analyzes the effects of the ingestion of fruit meal by animals, this work was carried out at the Laboratory of the University Center of Espírito Santo - UNESC, in collaboration with the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of the Ifes-Campus Itapina and the

Food Technology Laboratory (LTA) of UENF. The objectives were: analysis of the effect of the ingestion of araçá-boi flour (*Eugenia stipitata*) on blood glucose levels and histopathological aspects of wistar rats, through the evaluation of their glycemic response and liver analysis in a biological test. Thirty-five Wistar rats were used, divided into 5 groups with 7 rats each, which received 5 different types of diet with different types of green and ripe araçá-boi flour, being a control group, for 21 days. It was observed that the addition of 10% of flour to the animals' food revealed a lower glycemic response, compared to the other groups, but not statistically significant. A trend towards lower glycemic levels was also observed in the index group that contains 10% of ripe araçá-boi flour, however, this trend was not statistically relevant. A histopathological analysis of the livers required that rats that received 10% flour had less vesicular degeneration compared to the control group that received 5% flour. Thus, it is necessary that a nutritional composition linked to the presence of bioactive compounds from the araçá-boi flour may have influenced the attenuation of the appearance of lesions in the liver tissue of animals.

Keywords: *Eugenia stipitata*, glycemic index, flour, histopathological analysis

INTRODUÇÃO

Estudos epidemiológicos indicam que a ingestão frequente de frutas pode reduzir os efeitos causados pelo estresse oxidativo, induzido por espécies reativas de oxigênio (ERO) e consequentemente a diminuição de doenças cardiovasculares de vários tipos de câncer (Costa et al., 2013). Algumas espécies de frutas e seus subprodutos (cascas, polpas e sementes), tem propriedades antioxidantes, pois apresentam alta capacidade de inativar espécies reativas de oxigênio, sendo que os resultados obtidos se correlacionam também com atividade anti-inflamatória (Infante et al., 2016; Lazarini et al., 2016).

Myrtaceae é uma das principais famílias de fruteiras comerciais do mundo. Entre 121 gêneros pertencentes a esta família, o gênero *Eugenia* é composto por uma variedade de frutas, que além de apresentarem excelente valor nutricional e

serem consideradas fonte de fitoquímicos (como compostos fenólicos, carotenoides e compostos voláteis), essas espécies apresentam grande potencial de desenvolvimento econômico. Muitos desses fitoquímicos estão relacionados à prevenção e ao tratamento de várias doenças crônicas e degenerativas, incluindo câncer, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2, obesidade e outras doenças (Farias et al., 2020).

Além de sua importância ecológica, as espécies representativas de Myrtaceae são plantas aromáticas, com grande potencial agroindustrial (Sardi et al., 2017).

Pesquisas têm buscado compostos terapêuticos em plantas do gênero *Eugenia* como potencial fonte de fitoquímicos e propriedades antidiabéticas. Estudos *in vitro* e *in vivo* comprovaram que os compostos bioativos do gênero *Eugenia* podem afetar positivamente os biomarcadores do diabetes, atuando no metabolismo de carboidratos, homeostase de glicose e secreção de insulina, inibir carboidrases e reduzir o estresse oxidativo, suprimindo a formação de produtos finais de glicação avançada e protegendo células β pancreáticas (Araújo et al., 2021).

A busca por alimentos mais saudáveis tem aumentado constantemente como alternativa para melhorar a qualidade de vida (Abreu et al., 2018) e, simultaneamente, a busca por inovação e desenvolvimento de produtos alimentícios que contribuam para atender às expectativas e necessidades dos consumidores também tem aumentado (Oliveira et al., 2019).

O vasto território e as diversas condições climáticas fazem com que, além do fornecimento de substâncias biologicamente ativas, diversos espécimes vegetais da flora brasileira sejam considerados importantes matérias-primas, que podem ser utilizadas no fornecimento de insumos e/ou na fabricação de produtos alimentícios para diversos fins (Araújo, 2011).

O araçá-boi (*Eugenia stipitata*) é um cultivar frutífero nativo da Amazônia, sendo produzido em alguns países latinos como Brasil, Peru, Bolívia, Equador e Colômbia. Os frutos são arredondados ou achatados, com peso entre 30 a 80 g, com pequenas quantidades de sementes (4 a 10 por fruto), casca fina de cor amarela, polpa carnuda de cor amarelo claro e muito ácida (pH = 2,28), com rendimentos médios de 89,65% (polpa + casca) e 10,35% (semente) (Sacramento et al., 2008).

A polpa de araçá-boi possui propriedades funcionais, nutraceuticas e terapêuticas, por apresentar atividade antioxidante, antimicrobiana, antimutagênica e antiproliferativa devido à abundância de compostos fenólicos totais presentes na polpa do fruto, sendo os principais epicatequina, miricetina, quercetina, campferol, além de apresentar teores de fibra dietética (12,32 g/100 g) e folatos (47,25 mg/100 g). O fruto também possui teores importantes de vitaminas, como carotenoides, principalmente a luteína, ácido ascórbico e tocoferol (Virgolin, 2015; Hamacek et al., 2013; Neri-Numa et al., 2013; Garzon et al., 2012; Medina et al., 2011; Rogez et al., 2004).

Considerando o potencial deste cultivar observado em pesquisas realizadas, o presente estudo objetivou analisar o efeito da ingestão de farinha de araçá-boi (*Eugenia stipitata*) nos níveis de glicose sanguínea e aspectos histopatológicos de ratos wistar.

MATERIAIS E MÉTODOS

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Itapina está situada na Rodovia BR-259, s/n - Zona Rural, no distrito de Itapina, pertencente ao município de Colatina, estado do Espírito Santo. Sua estrutura física dispõe de um conjunto arquitetônico de 134 imóveis, no total de 29.344,90 m² de área construída e 16.733,00 m² de área externa que compreende o campo de futebol e quadras de esporte e lazer. Possui área rural de 2.959.108,726 m², aproximadamente, 61 alqueires de terra distribuídos entre os setores e área de cultivo (Ifes, 2018).

O município de Colatina, faz parte de uma zona climática quente e seca, com relevos acidentados, porém fértil, sendo que há algumas manchas com solos pouco férteis (Brasil, 2010).

Tendo em vista a facilidade de cultivo em diferentes tipos de solos, o cultivar do araçá-boi apresentou boa adaptação às condições edafoclimáticas da região noroeste do estado do Espírito Santo e atualmente constitui de 72 plantas

cultivadas no Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Itapina, com produção de frutos ao longo do ano.

Os frutos foram coletados em duas diferentes épocas do ano, conforme suas características fenológicas, no mês de Dezembro e Julho de 2019.

Através do ensaio biológico objetivou-se analisar a possível resposta glicêmica da farinha de araçá-boi em ratos wistar, como também determinar o índice glicêmico das dietas adicionadas deste ingrediente em diferentes concentrações.

O índice glicêmico (IG) é uma medida realizada *in vivo*, em que se realiza a ingestão de alimentos que possuem carboidratos em sua constituição e observa-se a concentração de glicose plasmática após esta ingestão. É uma ferramenta útil para a escolha de alimentos saudáveis, pois auxilia na redução do risco de doenças como diabetes e doenças cardiovasculares, e na redução de peso corporal da população (Jenkins et al., 1981).

Foram utilizados 35 ratos Wistar, adultos, normoglicêmicos, com peso entre 200 a 330 g, provenientes do biotério da Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. O experimento foi conduzido no Biotério do Centro Universitário do Espírito Santo - UNESC em ambiente termoneutro (22-24 °C), com gaiolas compartilhadas de polipropileno e em ciclo claro-escuro de 12 horas.

O teste teve a duração de um período de 21 dias, sendo que nos 7 dias anteriores os animais passaram pela fase de adaptação, quando receberam a dieta padrão elaborada de acordo com Reeves et al. (1993) do Instituto Americano de Nutrição (AIN).

Os animais foram pesados e aleatorizados, em delineamento inteiramente casualizado, em 5 grupos com 7 ratos em cada um. As dietas foram elaboradas, pesadas e oferecidas a cada três dias, em horário único, assim como a pesagem dos animais, para evitar o estresse devido à manipulação.

Durante a fase de tratamento, os animais receberam diferentes dietas, com modificações em relação à fonte de fibras, conforme Tabela I, sendo adicionada farinha de araçá-boi nas concentrações de 5% e 10% em detrimento da celulose, conforme a seguinte disposição dos grupos: Grupo 1 (Controle - CTRL), dieta padrão AIN-93M, Grupo 2 (FABM5), dieta padrão + 5% de farinha de araçá-boi maduro, Grupo 3 (FABM10), dieta padrão + 10% de farinha de araçá-boi maduro,

Grupo 4 (FABV5), dieta padrão + 5% de farinha de araçá-boi verde, Grupo 5 (FABV10), dieta padrão + 10% de farinha de araçá-boi verde.

Tabela I – Composição das dietas experimentais*

Ingredientes	Quantidade em g/kg**					
	PDR**	CTRL	FABM5	FABM10	FABV5	FABV10
Caseína		140	140	140	140	140
Amido dextrinizado		155	155	155	155	155
Sacarose		100	100	100	100	100
Celulose microfina		50	0	0	0	0
Óleo de soja		40	40	40	40	40
Mix mineral		35	35	35	35	35
Mix vitaminas		10	10	10	10	10
L-cistina		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Bitartarato de colina		2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Amido de milho		465,7	465,7	465,7	465,7	465,7
Tetrabutyl-hidroquinona		0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
Farinha de Araçá-boi		0	50	100	50	100

* Baseada na dieta AIN93M; **PDR= Dieta AIN93M; CTRL = Dieta AIN93M; FABM5% = CTRL + 5% FABM; FABM10% = CTRL + 10% FABM; FABV5% = CTRL + 5% FABV; FABV10% = CTRL + 10% FABV.

Para o experimento a farinha de araçá-boi foi peneirada em tela com mesh de 0,32 mm de abertura antes da adição à ração. Foi mantida sob refrigeração até a produção das dietas em recipiente fechado e livre de luminosidade. A dieta padrão foi adquirida de uma farmácia da cidade de Colatina-ES e adicionada da farinha em diferentes concentrações pelo pesquisador, no laboratório.

No primeiro dia do experimento, após jejum de 12h, foram realizadas análises de glicemia capilar na veia caudal com glicosímetro e fita teste. Os valores obtidos foram referidos como glicemia de jejum (mg/dL) do início do experimento e foram registrados.

Após 21 dias de tratamento, os animais foram submetidos a 12 horas de jejum com análise da glicemia capilar posteriormente. Em seguida, permaneceram por mais 3 horas em jejum e, ao concluir 15 horas de jejum, tiveram acesso as

diferentes dietas experimentais, na quantidade de 4 g por animal, durante 20 min. Após o consumo das dietas realizou-se avaliação da glicemia pós-prandial, sendo esse considerado tempo 0. As análises de glicemia capilar, através da veia caudal, foram realizadas a cada 15 min com o uso de fita teste e glicosímetro, até completarem 120 min (2 horas). Os dados obtidos foram utilizados para elaboração de curva glicêmica, totalizando 12 análises por animal com valores expressos em mg/gl de sangue.

Pesou-se as sobras das dietas e separadamente foram descontados dos 4 g fornecidas a cada animal. Após o tratamento dos dados realizou-se o cálculo do índice glicêmico.

A curva glicêmica foi montada após a obtenção dos resultados de glicose sanguínea pela perfuração da cauda dos animais do experimento. Após o desenvolvimento da curva, o índice glicêmico das dietas foi calculado considerando os incrementos da área sob a curva glicêmica em relação ao grupo controle. Esta metodologia foi proposta pela FAO/WHO (1998) e foi usada e adaptada para o uso em modelos animais de experimentação.

Com os dados de peso dos animais e massa total de ração consumida, foi calculado o Coeficiente de Eficiência Alimentar (CEA) de cada grupo. Segundo Nery et al. (2011) o CEA é a relação entre o ganho de peso por quantidade de alimento consumido: $CEA = (PF - PI) / TA$. Em que PF: peso final (g) do animal durante o período de acompanhamento; PI: peso corporal do animal no início do experimento em gramas, TA: quantidade total de alimento ingerido no período em gramas.

Este modelo experimental baseou-se em trabalhos descritos na literatura, como proposto por DeAngelis-Pereira et al. (2016) e Pereira et al. (2016), com modificações, sendo considerado adequado pela possibilidade de diferença nas variáveis do estudo com resultados em curto prazo.

Para análise estatística, os pressupostos de normalidade (Teste Shapiro-Wilk), homogeneidade de variâncias (Teste de Levene) e esfericidade (Teste de Mauchy) foram utilizados para caracterização das variáveis e escolha dos testes comparativos. Os dados coletados de glicemia e peso foram tratados através do teste ANOVA de 1 via com PostHoc Tukey. O teste ANOVA foi usado para avaliar a significância das diferenças entre os tratamentos para cada variável, e a diferença de médias foi resolvida através do teste de Tukey. Já os resultados da análise

histopatológica foram submetidos ao teste Qui-quadrado/Exato de Fisher. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$.

Os animais foram mantidos, manipulados e eutanasiados de acordo com os princípios éticos para uso de animais de laboratório, estabelecidos pela Lei 11.794 (Brasil, 2008), que regulamenta a utilização de animais com fins científicos no Brasil, e a pesquisa aprovada pelo Comissão de Ética no Uso de Animais sob parecer 602029.

Após vinte e três dias de experimentação os animais sofreram eutanásia, utilizando-se sobredosagem da associação de anestésicos dissociativos injetáveis aprovados pelo comitê de ética. Foram coletadas amostras de fígado de todos os animais, lavados em solução fisiológica NaCl 0,9%, seccionados e estocados em formaldeído 10% v/v tamponado para análises posteriores.

Para o descarte das carcaças dos animais, foram usados sacos plásticos, devidamente identificados de acordo com a simbologia adotada internacionalmente (com o indicativo de risco biológico) e destinados ao serviço de coleta apropriado seguindo normas de Biossegurança preestabelecidas (Anvisa, 2004).

Realizou-se também a avaliação histopatológica qualitativa do fígado dos animais, através da coloração com hematoxilina/eosina. As lâminas do material foram confeccionadas por laboratório credenciado e localizado na cidade de Colatina-ES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a realização do teste biológico, os resultados foram organizados para interpretação e análise.

Na Tabela II observa-se os valores da glicemia de jejum do experimento com animais. Os resultados não diferiram estatisticamente entre os grupos, indicando que a adição de FABM e FABV, em diferentes concentrações (0, 5 e 10 por cento) nas dietas, não alterou o metabolismo da glicemia de jejum nos animais. A regulação da glicose no sangue, depende basicamente de dois hormônios, glucagon e insulina. O papel do glucagon é estimular o fígado a produzir glicose e o papel da insulina é prevenir essa produção, além de aumentar a captação de

glicose pelos tecidos periféricos sensíveis à insulina. Com isso, eles vão promover o ajuste da homeostase da glicose minuto a minuto (Guyton e Hall, 2011). A estabilidade no metabolismo da glicemia, indica que a farinha analisada não interferiu no funcionamento correto dos órgãos envolvidos na homeostase, como o fígado e pâncreas.

No experimento, observou-se que, na concentração de 10%, a FABM e a FABV podem reduzir a resposta glicêmica da dieta. No entanto, não houve diferença significativa nestes parâmetros entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Os valores de índice glicêmico podem ser expressos de 1 a 100, sendo o valor expresso o resultado conforme a resposta do alimento analisado. São considerados alimentos com baixo índice glicêmico aqueles que apresentam valor abaixo de 55, entre 56 e 69 aqueles que apresentam moderado índice glicêmico, e acima de 70 alimentos de alto índice glicêmico (Siqueira et al., 2007).

Tabela II - Valores médios e desvio padrão de glicose em jejum e índice glicêmico obtido de animais alimentados durante 21 dias com farinha de araçá-boi maduro e verde em diferentes concentrações

Grupo	Glicose Jejum		
	Glicose Jejum (mg/dL)	após 21 dias (mg/dL)	Índice Glicêmico
Controle	85,1 ± 10,1	88 ± 31,2	146,85
FABM5	86,5 ± 9,5	83,5 ± 8,3	121,69
FABM10	77,4 ± 6,3	84,1 ± 5,1	66,14
FABV5	81,1 ± 8,0	85,4 ± 4,8	164,49
FABV10	81,3 ± 7,7	93,1 ± 6,3	93,67

DeAngelis-Pereira et al. (2016) realizaram condições experimentais semelhantes para avaliar as respostas glicêmicas da farinha de banana em ratos wistar. Os autores observaram que o consumo de farinhas de casca e polpa de banana não afetou a glicemia de jejum de ratos com glicemia normal. Esses resultados corroboram com os apresentados neste estudo.

Oriondo et al. (2016) observaram, ao analisar o índice glicêmico de frutas, que o suco puro do fruto araçá-boi apresentou o menor IG (43,8) em relação ao padrão glicose, em ratos adultos. Este dado reforça a observação do presente estudo, de uma tendência a menor índice glicêmico entre os ratos do grupo que utilizaram a ração enriquecida com 10% de farinha de araçá-boi maduro (FABM10). Porém, essa tendência não foi estatisticamente relevante na ANOVA ($p=0,055$).

Segundo Araújo et al. (2021b), a parte comestível de *Eugenia stipitata*, compreendendo casca e polpa, possuem 64,3% de fibras totais. Já Baldini et al. (2017) ao estudarem a composição química, encontraram o valor de 36,59%.

A ingestão de fibras está associada a uma redução significativa dos níveis de glicose, pressão arterial e de lipídeos séricos. Adicionalmente, pode estar associada à diminuição de marcadores inflamatórios em inflamação de baixo grau (Bernaud e Rodrigues, 2013).

Na Figura 1 observa-se que as glicemias variaram com uma tendência ascendente entre os tempos 0 e 120 após o consumo da ração ($p=0,00$) e não houve efeito dos grupos que receberam os diferentes tratamentos sobre os resultados glicêmicos em cada tempo ($p=0,663$).

O extrato de *Eugenia stipitata* tem sido apontado com um potencial agente antidiabético, pois apresentou altos teores de derivados glicosilados da quercetina, e causou alta inibição de α -glucosidase e inibição média a baixa de α -amilase. Os derivados glicosilados da quercetina parecem estar relacionados ao padrão de glicosilação atuando como inibidores de enzimas que atuam no metabolismo de carboidratos (Gonçalves et al., 2010). Resultados semelhantes também foram encontrados com o extrato de um cultivar pertencente à mesma família, *Myrcia hatschbachii*, na inibição da α -glucosidase e da lipase pancreática relacionada à presença do ácido gálico na espécie (Gatto et al., 2021).

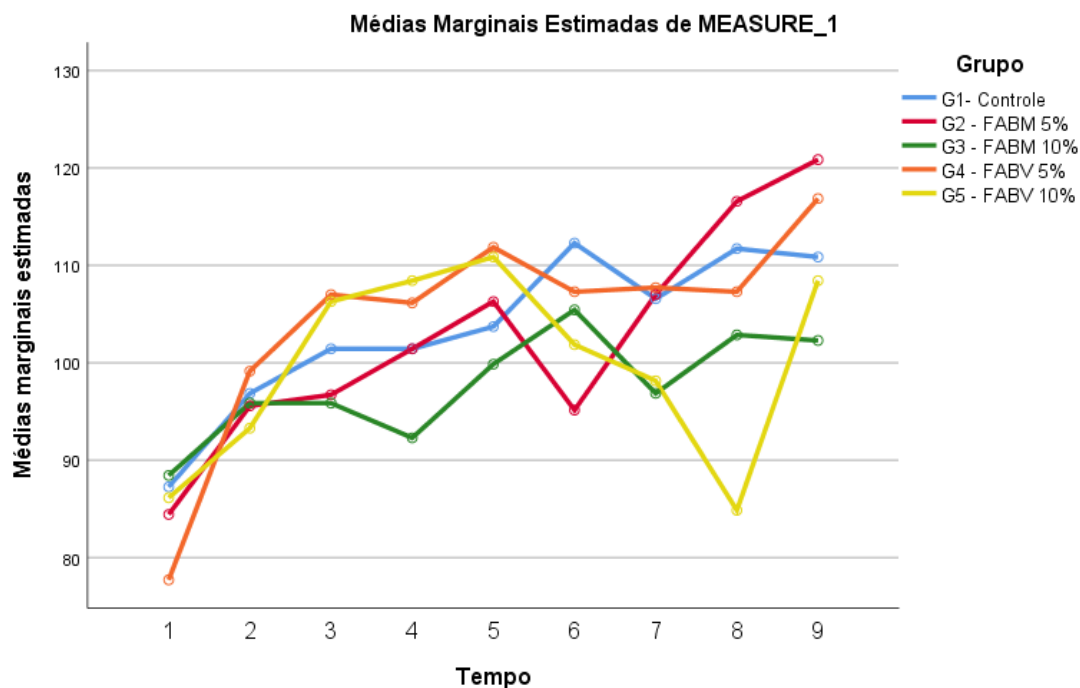


Figura 1 – Valores médios (mg / dL) de níveis de glicose pós-prandial de animais alimentados com dietas adicionadas de farinha de araçá-boi maduro (FABM) em concentrações de 5 % (FABM5), 10 % (FABM10) e farinha de araçá-boi verde (FABV) em concentrações de 5 % (FABV5), e 10 % (FABV10), comparado ao grupo controle.

Observou-se também que não houve efeito da aplicação dos diferentes tratamentos sobre a média glicêmica geral ($p= 0,812$), conforme tabela III. Comparando-se com estudos realizados com a farinha do mesocarpo do maracujá-do-mato (*Passiflora nitida* Kunth) quando houve uma diminuição significativa da média glicêmica geral de ratos normais, que chegou a 60% nos grupos tratados (Lima et al., 2012) a farinha de araçá-boi não interferiu nas médias glicêmicas dos grupos que receberam os tratamentos em comparação ao grupo controle.

TEMPO (min)	GLICEMIA (mg/dL)				
	G1	G2	G3	G4	G5
0,0	106,6	84,4	88,4	77,7	86,1
15,0	96,9	95,6	95,9	99,1	93,3
30,0	101,4	96,7	95,9	107,0	106,3
45,0	101,4	101,4	92,3	106,1	108,4
60,0	103,7	106,3	99,9	111,9	110,9
75,0	112,3	109,7	105,4	107,3	101,9
90,0	106,6	107,0	110,1	107,7	98,1
105,0	111,7	116,6	102,9	107,3	99,4
120,0	110,9	120,9	102,3	116,9	108,4

Tabela III- Valores médios de glicemia obtidos em animais alimentados com farinha de araçá-boi maduro e verde em diferentes concentrações pelo tempo de 120min. G1 = controle, G2 = FABM5, G3 = FABM10, G4 = FABV5, G5 = FABV10

Rech et al. (2014) em seu estudo com farinha de banana verde, também não verificaram diferença estatística significativa nos valores médios de glicemia entre os grupos experimentais, que receberam diferentes concentrações da farinha analisada.

De acordo com a figura 2, após a realização do experimento, as diferentes concentrações de FABM e FABV não provocaram efeitos o sobre o ganho de peso dos animais durante os 21 dias ($p=0,153$). Araújo (2011), ao utilizar diferentes concentrações de farinha da casca de jabuticaba na alimentação de ratos wistar, também observou que não houve diferença significativa para o ganho de peso entre os grupos experimentais.

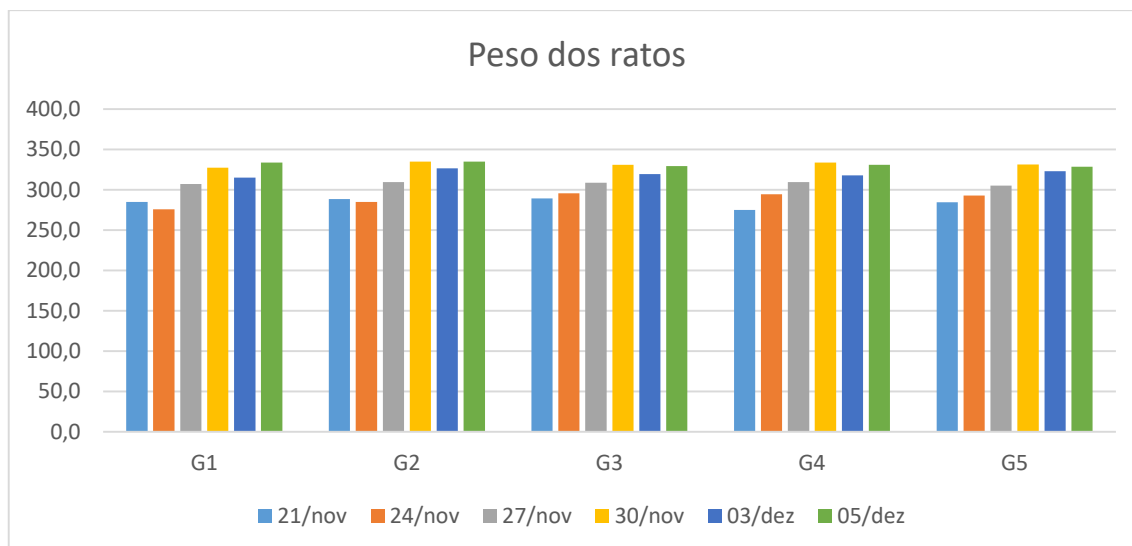


Figura 2 – Valores médios (g) do peso dos animais alimentados com diferentes concentrações de farinha de araçá-boi verde e maduro, durante 21 dias, comparado ao grupo controle.

Em relação ao coeficiente de eficiência alimentar (CEA), também não houve diferença significativa entre os animais dos grupos, que somando-se a ausência de diferenças sobre o ganho de peso, demonstra total aproveitamento das dietas de todos os grupos, sem causar sobrepeso ou efeitos de redução.

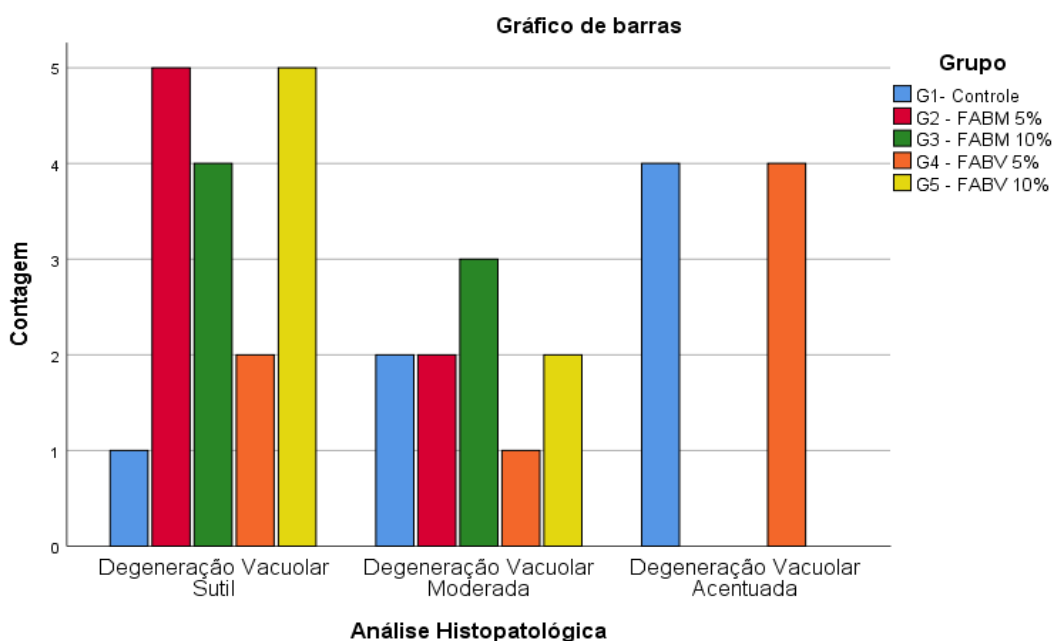


Figura 3 – Resultados da análise histopatológica dos fígados dos animais de cada grupo experimental.

Os resultados da análise histopatológica expressos na figura 3, evidenciaram que a degeneração vacuolar acentuada foi mais prevalente entre os ratos do grupo controle e FABV 5%, enquanto a degeneração vacuolar sutil foi menos prevalente no grupo controle ($p=0,032$).

Observa-se que os tratamentos FABM 5%, FABM 10% e FABV 10%, aparentemente, apresentaram degeneração vacuolar moderada e sutil com prevalência nos tecidos hepáticos, identificado na figura 4A e 4B, sendo sugestivo de redução da quantidade de vacúolos nos animais que tiveram ingesta de proporção maior de farinha.

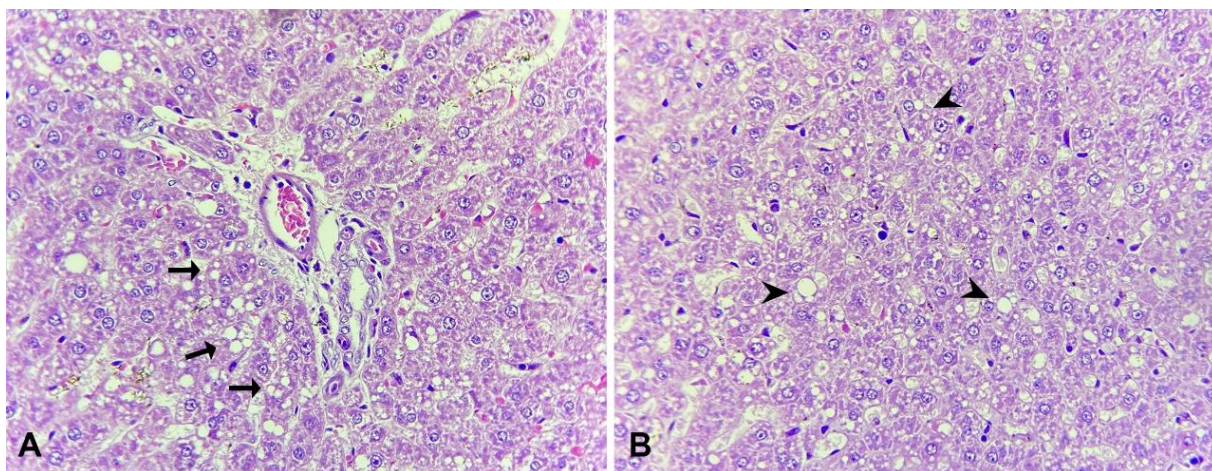


Figura 4. Fotomicrografias de cortes transversais do tecido hepático dos ratos Wistar do grupo FABM10. A. Degeneração vacuolar microvesicular sutil em hepatócitos próximos à tríade portal (setas). B. Observa-se degeneração vacuolar microvesicular moderada em hepatócitos (cabeça de setas).

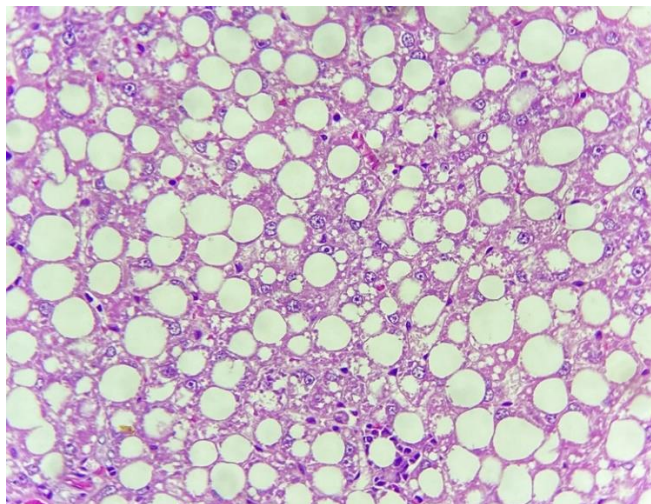


Figura 5. Fotomicrografia de corte transversal do tecido hepático dos ratos Wistar do grupo G1 - Controle. Degeneração vacuolar macrovesicular acentuada em hepatócitos. Hepatócitos em balão contendo um grande vacúolo.

Na Figura 5 observa-se arquitetura lobular hepática alterada pela intensa vacuolização dos hepatócitos, apresentando inúmeros espaços claros. Presença de hepatócitos aumentados de volume, arredondados, apresentando vacúolos citoplasmáticos grandes, únicos e claros que ocupam todo o citoplasma da célula. O núcleo apresenta-se rechaçado para a periferia e esses hepatócitos apresentam o aspecto de adipócitos. Hassan et al. (2018) encontraram lesões semelhantes em ratos induzidos a desenvolverem doença hepática gordurosa não alcoólica (DHGNA). Os autores atribuíram as alterações encontradas a uma supernutrição prolongada, que levou ao acúmulo de ácidos graxos livres e triglicerídeos no fígado (esteatose), associados a outros fatores, como estresse oxidativo, lesão mitocondrial, lipotoxicidade de ácidos graxos, imunidade inata e citocinas inflamatórias, causando graus variáveis de vacuolização citoplasmática nos hepatócitos e demais danos celulares.

A DHGNA possui como característica histológica a presença de esteatose, que é causada pelo aumento do influxo de ácidos graxos ou da utilização prejudicada dos ácidos graxos nos hepatócitos (Mahtab e Fazle, 2013).

Nesta pesquisa não foi confirmado que o conteúdo dos hepatócitos é realmente de gordura, para isto é necessário a realização de análises com coloração especial para identificação de lipídio. No entanto, comparado ao estudo

realizado por Maia (2019) e Fontes (2015), a degeneração macrovesicular acentuada encontrada assemelha-se ao quadro de esteatose hepática em ratos.

Quando o conteúdo dos hepatócitos está relacionado à gordura, a vacuolização citoplasmática é atribuída à peroxidação lipídica devido ao estresse oxidativo que danifica a membrana celular, bem como as membranas das organelas celulares, levando ao aumento de sua permeabilidade e perturbação das concentrações de íons no citoplasma e organelas celulares (Panqueva, 2014). Hepatócitos em balão, podem ser atribuídos à ruptura microtubular e lesão celular grave (Tiniakos e Kittas, 2005).

O estresse oxidativo é causado pela presença excessiva de radicais livres no organismo, que podem ser provenientes de diferentes vias e situações, como através do metabolismo mitocondrial, nas reações metabólicas das proteínas do tipo purina, através da enzima xantina oxidase, nos peroxissomos, na inflamação e em fagócitos, no processo de isquemia. Também pode ocorrer por influência de fatores externos, como poluição, radiação, medicamentos, pesticidas, dentre outros (Guan e Lan, 2018).

Compostos que atuam na redução do estresse oxidativo podem ter papel benéfico nas células, ao reagirem com os radicais livres. Neste aspecto, Barros et al. (2017) identificaram que os principais compostos bioativos do araçá-boi são o ácido cinâmico e ácido gálico, que atuam como antioxidantes. Ademais, estudos anteriores também observaram a presença de potentes antioxidantes, como a miricetina, quercetina e kaempferol na polpa fresca do fruto (Gonçalves et al., 2010; Neri-Numa et al., 2013). Vários carotenoides também foram identificados, incluindo xantofilas (livres e esterificadas como seus mono e diésteres) e carotenos, sendo luteína, β -criptoxantina e zeinoxantina como os carotenoides majoritários (Garzón et al., 2012).

O processo de amadurecimento do fruto envolve uma mistura de pigmentos, como o verde, nas clorofilas; amarelo, laranja e vermelho, nos carotenoides; vermelho, azul e violeta, nas antocianinas; amarelo, nos flavonoides, que alteram o aspecto visual, sabor, aroma e constituição nutricional. A perda do pigmento verde no início do amadurecimento é causada pela degradação da clorofila e a conversão de cloroplastos em cromoplastos, que atuam como sítio para a acumulação de carotenoides (Taiz et al., 2017).

A atenuação das alterações de vacuolização nas células hepáticas, conforme figura 4A, detectadas nos animais que receberam concentrações maiores de farinha de araçá-boi (10%) maduro e verde, pode estar relacionado ao conteúdo de compostos fenólicos antioxidantes presentes, provenientes do fruto. Neste aspecto, Cuellar et al. (2013) analisaram a capacidade antioxidante do araçá-boi, em diferentes estágios de maturação, e relataram que o fruto nos estádios verde e maduro apresentam a maior capacidade antioxidante e conteúdo de polifenóis, principalmente no epicarpo, sendo os compostos fenólicos ácido gálico, clorogênico e cafeico os principais contribuintes.

Além disto, relaciona-se este achado com o provável conteúdo de fibras da *Eugenia stipitata*. As fibras, em nível intestinal, promovem redução na reabsorção de sais biliares pelo intestino, ocasionando a utilização do colesterol sérico para a síntese hepática de novos ácidos biliares, o que evitaria seu acúmulo neste órgão (Camire e Dougherty, 2003; Savaiano e Story, 2000).

Devido a sua alta capacidade antioxidante, as frutas da Amazônia, dentre elas o Araçá-boi, são recomendadas para consumo humano a fim de reduzir os radicais livres no organismo, diminuindo assim o estresse oxidativo (Oriondo et al., 2016).

Maia (2019) observou que a suplementação de quercetina em ratos wistar alimentados com dieta obesogênica, resultou em diminuição da degeneração lipídica no fígado deste grupo, baixo escore lesional e redução do quadro de esteatose hepática.

Já Fontes (2015) utilizou o extrato de *Calendula officinalis*, enriquecido em flavonoides, em ratos wistar e obteve resultados semelhantes aos encontrados nesta pesquisa. A análise morfológica dos fígados dos ratos demonstrou que o tratamento com a formulação fitoterápica afetou a histologia do fígado, atenuando uma possível esteatose hepática. Em comparação, o grupo controle apresentou gotículas lipídicas mais numerosas e volumosas (macrovesiculares). Assim, a autora afirma que compostos ricos em flavonoides podem preservar a morfologia do tecido hepático de possíveis danos induzidos por lipídeos da dieta.

Os compostos fenólicos são compostos não nutritivos, sintetizados pelo metabolismo secundário das plantas, encontrado em pequenas quantidades nas frutas e vegetais e que desempenham um papel importante na manutenção da saúde (Araújo et al., 2020; Kose et al., 2015; Bursal et al., 2013; Bursal e Gülçin,

2011). É crescente a evidência da correlação da dieta praticada com o início de doenças crônicas, assim, a presença de compostos fenólicos em alimentos é importante, pois muitos desses compostos têm várias aplicações bioativas, como antimicrobiana, anti-inflamatória, antitumoral, antiobesidade e antioxidantes (Araújo et al., 2019; Araújo et al., 2020; Farias et al., 2020).

Os compostos bioativos identificados no fruto do araçá-boi possuem sua atividade mantida mesmo após a digestão, como observaram Araújo et al. (2021 b). Ao analisarem a bioacessibilidade gastrointestinal e bioatividade de compostos fenólicos dos frutos de *Eugenia stipitata*, identificaram 9 flavonoides, incluindo apigenina, catequina, epigallocatequina, e ácidos fenólicos como o ácido cafeoil tartárico, ácido fértrico, ácido vanílico.

Seixas (2017) analisou a polpa de araçá-boi e encontrou baixos teores de açúcares e lipídios, além da presença de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante. Além disto, a ingestão por ratos promoveu a redução do colesterol total, apresentando-se seguro para ingestão, com relação à fisiologia do organismo de mamíferos.

Desta forma, sugere-se que o perfil nutricional e a presença de compostos bioativos na farinha de araçá-boi, objeto desta pesquisa, pode ter influenciado na atenuação de lesões presentes no tecido hepático dos animais. É importante ressaltar que os resultados podem não ser atribuídos a um único componente, mas sim a interação e sinergismo entre vários compostos que levaram aos efeitos favoráveis.

CONCLUSÃO

Observou-se que a farinha do fruto de araçá-boi verde e maduro, em concentrações de 10%, pode apresentar resposta glicêmica menor quando testada na alimentação de ratos wistar. Já, especificamente, a farinha de araçá-boi maduro, na oferta de 10%, apresentou o menor índice glicêmico em comparação aos demais grupos.

Em análise histopatológica, a farinha do fruto maduro, na concentração de 10%, pode ter influenciado positivamente na proteção dos tecidos hepáticos de

ratos wistar contra danos provocados por estresse oxidativo, sendo uma alternativa promissora para a prevenção de doenças crônicas degenerativas.

As observações realizadas corroboram com as propriedades da espécie *Eugenia stipitata* já encontradas na literatura, enfatiza os benefícios de seu perfil de compostos bioativos e potencial funcional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2004) Resolução RDC 306 de 07 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília: Diário Oficial da União.

Araújo, C. R. R. (2011) *Composição química, potencial antioxidante e hipolipidêmico da farinha da casca de Myrciaria cauliflora (jaboticaba)*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em química, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina - MG, 119p.

Araújo, F. F. de, Neri-Numa, I. A., Farias, D. de P. F., Cunha, G. R. M. C. da, Pastore, G. M. (2019) Wild Brazilian species of (Myrtaceae) as an innovation hotspot for food and pharmacological purposes. *Food Research International* 121, 57–72.

Araújo, F. F. de, de Paulo Farias, D., Neri-Numa, I. A., & Pastore, G. M. (2020) Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. *Food Chemistry*, 338, 127535.

Araújo, N.M.P.; Arruda, H. S.; Farias, D. de P.; Molina, G.; Pereira, G. A.; Pastore, G. M. (2021 a) Plants from the genus *Eugenia* as promising therapeutic agents for the management of diabetes mellitus: A review. *Food Research International*, v 142, April, 110182

Araújo, F. F. de; Farias, D. de P.; Neri-Numa, I. A.; Dias-Audibert, F. L.; Delafiori, J. D.; de Souza, F. G.; Catharino, R. R. C.; Sacramento, K. do; Pastore, G. M. (2021 b) Gastrointestinal bioaccessibility and bioactivity of phenolic compounds from araçá-boi fruit. *Food Science and Technology* 135.

Baldini, T., Neri-Numa, I., do Sacramento, C., Schmiele, M., Bolini, H., Pastore, G., & Bicas, J. (2017) Elaboration and Characterization of Apple Nectars Supplemented with Araça-boi (*Eugenia stipitata* MacVaugh—Myrtaceae). *Beverages*, 3(4), 59.

Barros, R. G. C., Andrade, J. K. S., Denadai, M., Nunes, M. L., & Narain, N. (2017) Evaluation of bioactive compounds potential and antioxidant activity in some Brazilian exotic fruit residues. *Food Research International*, 102, 84–92.

Bernaudo, F. S. R.; Rodrigues, T. C. (2013) Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. Dietary fiber – Adequate intake and effects on metabolism health. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 57p.

Brasil (2008) República Federativa do Brasil. Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 dez.

Brasil (2010). Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA). Secretaria de Desenvolvimento Territorial – SDT. Plano territorial de desenvolvimento rural sustentável do território pólo Colatina - Espírito Santo. São Paulo.

Bursal, E., Gülçin, I. (2011) Polyphenol contents and in vitro antioxidant activities of lyophilised aqueous extract of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Research International*, 44(5), 1482–1489.

Bursal, E., Koksal, E., Gülçin, I., Bilsel, G., & Goren, A. C. (2013) Antioxidant activity and polyphenol content of cherry stem (*Cerasus avium* L.) determined by LC-MS/MS. *Food Research International*, 51(1), 66–74.

Camire, M. E.; Dougherty, M. P. (2003) Raisin dietary fiber composition and in vitro bile acid binding. *J Agric Food Chem*, v. 51, n. 3, p. 834-837.

Costa, A.G. V.; Diaz, D. F. G.; Jimenez, P.; Silva, P. I. (2013) Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. *Journal of Functional Foods*, 539 – 549

Cuellar, F A et al. (2013) Research of antioxidant capacity of araza (*Eugenia stipitata* McVaugh) during the ripening. *Rev.Colomb.Quim.*, Bogotá , v. 42, n. 2, p. 21-28. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012028042013000200003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 18 out 2020.

Deangelis-Pereira, M.C., Barcelos, M.D.F.P., Pereira, J.D.A.R., Pereira, R.C; de Sousa, R.V. (2016) Chemical composition of unripe banana peels and pulps flours and its effects on blood glucose of rats. *Nutrition & Food Science*, Vol. 46 No. 4, p. 30.

FAO/WHO (1998). Carbohydrates in Human Nutrition: Report a Joint FAO/WHO Expert Consultation, FAO, Roma.

Farias, D. de P., Neri-Numa, I. A., de Araújo, F. F., & Pastore, G. M. (2020) A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. *Food Chemistry*, 306.

Fontes, G. G. (2015) *Efeito de formulação fitoterápica contendo calendula officinalis no metabolismo lipídico em ratos wistar alimentados com dieta de cafeteria*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Bioquímica Agrícola, Viçosa, MG.

Garzón, G. A., Narváez-Cuenca, C.-E., Kopec, R. E., Barry, A. M., Riedl, K. M., & Schwartz, S. J. (2012) Determination of carotenoids, total phenolic content, and antioxidant activity of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), an Amazonian fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(18), 4709–4717.

Gatto, L. J.; De Oliveira, G. R. B.; Rech, K. S.; Moura, P. F.; Gribner, C. G.; Merino, F. J. Z.; Avila, S.; Dias, J. de F. G.; Miguel, O. G.; Miguel, M. D. (2021) Inhibition of α -glucosidase, pancreatic lipase, and antioxidant property of *Myrcia hatschbachii* D. Legrand containing gallic and ellagic acids. *Bol Latino am Caribe Plant Med Aromat*, 20 (3): 226 – 243.

Gonçalves, A. E. D. S. S., Lajolo, F. M., Genovese, M. I. (2010) Chemical composition and antioxidant/antidiabetic potential of Brazilian native fruits and commercial frozen pulps. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(8).

Guan G, Lan S. (2018) Implications of Antioxidant Systems in Inflammatory Bowel Disease. *BioMed Research International*, 2018; 1290179.

Guyton, A. C. M. D.; Hall, J. E. P. D. (2011) Tratado de Fisiologia Médica. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1151p.

Hamacek, F. R.; Santos, P. R. G.; Cardoso, I. M.; Ribeiro, S. M. R.; Sant'ana, P. H. M. (2013) 'Araçá of cerrado' from the Brazilian savannah: physical characteristics, chemical composition, and content of carotenoids and vitamins. *Fruits*, v. 68, p. 467–481

Hassan, N. F; Soliman, G. M; Okasha, E. F; Shalaby, A. M. S. (2018) Histological, Immunohistochemical, and Biochemical Study of Experimentally Induced Fatty Liver in Adult Male Albino Rat and the Possible Protective Role of Pomegranate. *J Microsc Ultrastruct*. Jan-Mar; 6(1): 44–55.

Infante, J.; Rosalen, P. L.; Lazarini, J. G.; Franchin, M.; Alencar, S. M. (2016) Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of Unexplored Brazilian Native Fruits. *PlosOne*, v 11, n 4, e0152974

Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). (2018) História Institucional. Página do Ifes – Campus Itapina. Disponível em: <<http://itapina.ifes.edu.br/>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. (1981) Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *The American journal of clinical nutrition*. 34: 362-6.

Kose, L. P., Gülçin, I., Goren, A. C., Namiesnik, J., Martinez-Ayala, A. L., & Gorinstein, S. (2015) LC-MS/MS analysis, antioxidant and anticholinergic properties of galangal (*Alpinia officinarum* Hance) rhizomes. *Industrial Crops and Products*, 74, 712–721.

Lazarini J.G., Franchin M., Infante J., Paschoal J.A.R., Freires I.A., de Alencar S.M., Rosalen P.L. (2016) Anti-inflammatory activity and polyphenolic profile of the

hydroalcoholic seed extract of *Eugenia leitonii*, an unexplored Brazilian native fruit. *Journal of Functional Foods*, 26, pp. 249-257.

Lima, E.S.; Schwertz, M.C.; Sobreira, C.R.C., Borrás, M.R.L. (2012) Efeito hipoglicemiante da farinha do fruto de maracujá-do-mato (*Passiflora nitida* Kunth) em ratos normais e diabéticos. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu, v.14, n.2, p.383-388.

Mahtab MA, Fazle Akbar SM. (2013) Non-alcoholic fatty liver disease: A review. *J Gastroenterol Hepatol Res.*; 2:439–44.

Maia, J. P. C. (2019) *Suplementação com quercetina reduz a dislipidemia e a esteatose hepática em ratos alimentados com dieta obesogênica*. Mestrado (Dissertação), Unoeste. Presidente Prudente – SP.

Medina, A. L.; Haas, I. I. R.; Chaves, F. C.; Salvador, M.; Zambiasi, R. C.; da Silva, W. P.; Nora, I.; Rombaldi, C. V. (2011) Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*, v. 128, n. 4, p. 916-922

Neri-Numa IA; Carvalho, S. LB; Morales, JP; Malta, LG; Muramoto, MT; Carvalho, JE; Ruiz, ALTG; Junior, MRM; Pastore, GM. (2013) Evaluation of the antioxidant, antiproliferative and antimutagenic potential of araçá-boi fruit (*Eugenia stipitata* McVaugh - Myrtaceae) of the Brazilian Amazon Forest. *Food Research International*, 50:70-76.

Nery, C. da S. et al. (2011) Medidas murinométricas e eficiência alimentar em ratos provenientes de ninhadas reduzidas na lactação e submetidos ou não ao exercício de natação. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. v. 17, n. p. 49-55.

Oliveira, N. A. de S.; Winkelmann, D. O. V.; Tobal, T. M. (2019) Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete. *Braz. J. Food Technol.* Campinas, v. 22, e2018246

Oriundo, G., R. L.a; Valdivieso I., Lázaro R.a; Oré S., María R.a; Arnao S., Acela I.a; Palomino P., Miriamb; Estrada M., Enriqueta.c; Cordero V., Adriana b; Chirinos O., María M.a; Castillo R., Milagros L.a. (2016) Evaluación de la capacidad antioxidante y el índice glicémico de frutos promisorios amazónicos del Perú. *Agroind Sci*, v73, p.19

Panqueva RP. (2014) Pathological aspects of fatty liver disease. *Rev Col Gastroenterol*, 29:72–8.

Pereira, J. A. R.; Barcelos, M. F. P.; Ferreira, E. B.; Pereira, R. C.; De Angelis-Pereira, M. C. (2016) Changes in glucose levels and fecal excretion of lipids due to consumption of yacon flour. *Nutrition & Food Science*, Vol. 46, No. 6, p. 791-802.

Rech, C.; Freygang, J.; Azevedo, L. C. (2014) Efeito da farinha de banana verde sobre o perfil lipídico e glicídico de ratos Wistar. *Braz. J. Food Nutr.*, Araraquara, Jan-Mar; 25(1): 7-11

Reeves, P.G., Ielsen, F.H., Fahey, G.C.(1993) AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc writing Committee on the reformulation of the AIN-76 A Rodent diet. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v.123, p.1939-1951

Rogez, H.; Buxant, R.; Mignolet, E.; Souza, J.N.S.; Silva, E.M.; Larondelle, Y. (2004) Chemical composition of the pulp of three typical Amazonian fruits: araçá-boi (*Eugenia stipitata*), bacuri (*Platonia insignis*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). *European Food Research and Technology*, Berlin, v.218, p.380-384.

Sacramento, C.K.; Barreto, W.S.; Faria, J.C. (2008) Araçá boi: uma alternativa para agroindústria. *Revista Bahia Agrícola*, v.8, n.2, p.22-24.

Sardi, J. de C. O., Freires, I. A., Lazarini, J. G., Infante, J., de Alencar, S. M., & Rosalen, P.L. (2017). Unexplored endemic fruit species from Brazil: Antibiofilm properties, insights into mode of action, and systemic toxicity of four *Eugenia* spp. *Microbial Pathogenesis*, 105, 280–287.

Savaiano, D. A.; Story, J. A. (2000) Cardiovascular disease and fiber: is insulin resistance the missing link? *Nutrition Reviews*, v. 58, n. 11, p. 356-358.

Seixas, F. R. F. (2017) *Frutas do bioma Amazônia: caracterização físico-química e efeito da ingestão sobre os parâmetros fisiológicos em ratos*. Tese (Doutorado). São José do Rio Preto – SP.

Siqueira, FR; Rodrigues, FLP; Frutuoso, MFP. (2007) Índice Glicêmico como ferramenta de auxílio de prescrição de dietas. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, São Paulo, vol 22, n. 01, p. 54-58.

Taiz, L.; Zeiger, E. (2017) *Fisiologia vegetal*. 6. ed., Porto Alegre: Artmed, 858 p.

Tiniakos, DG, Kittas, CH. (2005) Pathology of nonalcoholic fatty liver disease. *Ann Gastroenterol*, 18:148–59.

Virgolin, L. B. (2015) *Caracterização físico-química de polpas de frutas do bioma Amazônia* (Dissertação). São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista - IBILCE.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O araçá-boi é nativo da região amazônica, mas se adaptou às características edafoclimáticas da região de Colatina-ES, sendo cultivado no Ifes-Campus Itapina. O fruto deste cultivar tem sido alvo de pesquisas recentes, no intuito de averiguar sua potencialidade nutricional. No entanto, ainda são escassos os estudos que utilizaram o fruto de araçá boi como matéria-prima no desenvolvimento de produtos alimentícios, assim, o presente estudo buscou uma nova alternativa de utilização do fruto e sua resposta em teste biológico.

Observou-se que a farinha atendeu aos requisitos exigidos pela legislação vigente em relação ao padrão no teor de umidade, aliado ao valor de pH baixo, apresenta-se como uma alternativa de menor ataque microbiano, além do baixo teor de açúcares expresso no teor de sólidos solúveis. Possui teor de lipídios semelhante ao encontrado na farinha de bagaço de laranja e o teor de cinzas aproximou-se aos valores encontrados em pós alimentícios de goiaba e maracujá. Apresentou também teores de carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante.

A farinha de araçá-boi possui propriedades nutricionais benéficas, comparadas a estudos de outras farinhas de frutas, podendo contribuir para a prevenção de doenças crônico degenerativas e para a melhora da qualidade nutricional da alimentação da população.

Neste aspecto, a farinha do fruto de araçá-boi verde e maduro, em concentrações de 10%, pode apresentar resposta glicêmica menor quando testada

na alimentação de ratos wistar. Já, especificamente, a farinha de araçá-boi maduro, na oferta de 10%, apresentou o menor índice glicêmico em comparação aos demais grupos.

Em análise histopatológica, a farinha do fruto maduro, na concentração de 10%, pode ter influenciado positivamente na proteção dos tecidos hepáticos de ratos wistar contra danos provocados por estresse oxidativo, sendo uma alternativa promissora para a prevenção de doenças crônico degenerativas.

As observações realizadas corroboram com as propriedades da espécie *Eugenia stipitata* já encontradas na literatura, enfatizando os benefícios de seu perfil de compostos bioativos e potencial funcional, e fornecendo subsídios para futuros estudos visando estimular o cultivo de frutos silvestres brasileiros para consumo e novos ingredientes alimentares.

Pesquisas dessa natureza são importantes e podem estimular a realização de abordagens futuras que visam avaliar os efeitos da alimentação com produtos de frutas pouco exploradas, como o araçá-boi, rica em compostos fenólicos, que têm grande potencial na área da saúde e assim contribuem para o desenvolvimento de novos alimentos e melhora da saúde da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrafrutas (2021) Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. Dados de Exportação 2020: <
<https://abrafrutas.org/2021/02/dados-de-exportacao-2020/>> em 19 mai 2021.
- Abreu, E., Preci, D., Zeni, J., Steffens, C., & Steffens, J. (2018). Desenvolvimento de Frozen Yogurt de iogurte em pó de leite de ovelha. *Revista Ceres*, 65(1): 7-15.
- Adebajo AC; Oloke KJ; Aladesanmi AJ (1989) Antimicrobial activity of the leaf and extract of *Eugenia uniflora*. *Phytother Research*. 3:258-259.
- Ajila, C. M. et al.(2010) Characterization of bioactive compounds from raw and ripe *Mangifera indica* L. peel extracts. *Food and Chemical Toxicology*. 48:3406–3411.
- Al-Gubory, K.H; Fowler, P. A.; Garrel, C. (2010) The roles of cellular reactive oxygen species, oxidative stress and antioxidants in pregnancy outcomes. *The International Journal of Biochemistry e Cell Biology*. 42:1634 – 1650.
- Amié, D.; Davidovié-Amié, D.; Beslo, D., Trinajstíé, N. (2003) Structure-radical scavenging activity relationships of Flavonoids. *Croatica Chemica Acta*. 76: 55-61.
- Anuário Brasileiro da Fruticultura (2017). Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 88.
- Anuário Brasileiro da Fruticultura (2018). Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, p. 88.
- AOAC (2005) Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists. 18 ed. Gaithersburg, Maryland.

- Araujo, C. R. R. (2011) *Composição química, potencial antioxidante e hipolipidêmico da farinha da casca de Myrciaria cauliflora (jabuticaba)*. Dissertação (Mestrado em Química) – Diamantina - MG, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 119p.
- Ayala-Zavala, J. F. et al. (2011) Agroindustrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. *Food Research International*. 44:1866-1874.
- Azevedo, Elaine de; Rigon, Silvia Amaral. (2010) Sistema alimentar com base no conceito de sustentabilidade. In: Taddei, j.a.; Lang, r.m.f.; Longo-silva, g.; Toloni, M.H.A. (Org.). *Nutrição em Saúde Pública*. 1 ed. São Paulo: Editora Rubio. p.543-60.
- Babbar, N. et al (2011) Total phenolic content and antioxidante capacity of extracts obtained from six important fruit residues. *Food Research International*. 44:391-396.
- Barbosa, L. de S.; Macedo, J. L.; Santos, C. M.dos; Machado, A. V. (2014) Estudo da Secagem de Frutos Tropicais do Nordeste. *Revista Verde*. 9:186-190
- Barros MCTC. (2012) *Preparação de novos derivados flavonoides com potencial atividade biológica* (Dissertação Mestrado) Coimbra – PT, Universidade de Coimbra. 78p
- Bernaudo, F. S. R.; Rodrigues, T. C. (2013) Fibra alimentar: Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia*. 57(6):397-405.
- Bhat AH, Dar KB, Anees S, Zargar MA, Masood A, Sofi MA, Ganie SA. (2015) Oxidative stress, mitochondrial dysfunction and neurodegenerative diseases; a mechanistic insight. *Biomed Pharmacother*. 74: 101-110.
- Braga, A. C. D.; Lima, M. dos S.; Azevedo, L. C. de; Ramos, M. E. C. (2011) Caracterização e obtenção de farinha do resíduo gerado no processo industrial de clarificação do suco de acerola. *Revista Semiárido de Visu*. 1:126-133.
- Braga, A.; Medeiros, T. P. de; Araújo, B. V.de. (2010) Investigação da atividade antihiperlipidêmica da farinha da casca de Passiflora edulis Sims, Passifloraceae, em ratos diabéticos induzidos por aloxano. *Revista Brasileira de Farmacognosia*,. 20(2):186-191.
- Brasil (2005) Ministério da saúde (MS). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, 22 de setembro de 2005.
- Brasil (2007) Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2006: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.

- Brasil (2012) Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas. Brasília: <http://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/caisan/Publicacao/Educacao_Alimentar_Nutricional/1_marcoEAN.pdf>em 24 mai 2021.
- Brasil (2013) Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2012: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2014). Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira. 2ª ed. Brasília: Ministério da Saúde.
- Brasil (2015a). Ministério da Saúde (MS). Departamento de Atenção Básica. Marco de referência da vigilância alimentar e nutricional na atenção básica. Brasília: Secretaria de Atenção à Saúde.
- Brasil (2015b). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2014: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2016). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2015: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2017). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2016: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2018). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2017: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2019). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2018: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Brasil (2020). Ministério da Saúde (MS). VIGITEL Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. Brasília: Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde.
- Britton, G.; Liaaen-Jensen, S.; Pfander, H. (1995) Carotenoids: isolation and analysis. *Basel: Birkhauser*. 1: 27-70.
- Canuto, GAB; Xavier, AAO; Neves, LC; Benassi, MT. (2010) Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 32 (4): 1196-1205.

- Cardoso LM, Leite JPV, Peluzio MCG. (2011) Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 40(1):116-38.
- Carvalho, K. H.; Bozatski, L. C.; Scorsin, M.; Novello, D.; Perez, E.; Dalla Santa, H. S.; Scorsin, G.; Batista, M. G. (2012) Development of the cupcake added flour banana peel: sensory and chemical characteristics. *Alimentos e Nutrição*. 23:475-481
- Cavalcante, PB. (1991) Frutas comestíveis da Amazônia. 5 ed. Belém: Cejup, 279 p.
- Celestino, S. M. (2010) Princípios de Secagem de alimentos. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 49p.
- Cheng, R.. (2020) Can early and high intravenous dose of vitamin C prevent and treat coronavirus disease 2019 (COVID-19)?. *Medicine in Drug Discovery*. 5: 100028.
- Cho, S.; Devries, J. W.; Prosky, L. (1997) Dietary fiber analysis and applications. 15 ed. Gaithersburg, Md: AOAC International. 202p
- Costa, TR, Fernandes OFL, Santos SC, Oliveira CMA, Lião LM, Ferri PH, Paula RJ, Ferreira HD, Sales BHN, Silva MRR. (2000) Antifungal activity of volatile constituents of *Eugenia dysenterica* leaf oil. *Journal Ethnopharmacol*. 72: 111-117.
- Cruz, S. K. da.; Meireles, G. C.; Duarte, L. S.; Silveira, C. M. da.; Moura, C. M. (2014) Secagem de bagaço de oliveira: Influência da velocidade do ar na concentração de compostos bioativos. In: Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 8. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Pampa.
- Dadalto, G.G.; Silva, A. E. S. da; Costa, E. B. da; Galvêas, P. A. O.; Loss, W. R. (2016) Transformações da agricultura capixaba: 50 anos. Espírito Santo: Cedagro; Incaper; Seag, 128p.
- Dallmeier, K; Carlini, EA. (1981) Anesthetic, hypothermic, myorelaxant and anticonvulsant effects of synthetic eugenol derivatives and natural analogues. *Pharmacology*. 22:113-127.
- Davies NP, Morland AB. (2004) Macular pigments: their characteristics and putative role. *Progress in Retinal and Eye Research*. 23:533-59.
- De Carli, C. G. (2017) *Farinhas comerciais de frutas: caracterização física, físico-química e análise de imagem digital*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Pato Branco – PR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 120 p.

- DelArco, A. P. W.T.; Sylos, C. M. de. (2018) Efeito do processamento industrial para obtenção de goiabada sobre os compostos antioxidantes da goiaba (*Psidium guajava* L.) da cv. 'Paluma'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(2): e-011
- Denardin, C. C; Hirsch, G. E; Da Rocha, R. F; Vizzotto, M.; Henriques, A. T; Moreira, J. C. F; Guma, F. T. C. R; Emanuelli, T. (2015) Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian native fruits. *Journal of Food and Drug Analysis*. 23(3): 387-398
- De Souza, GC; Haas, APS; Von Poser, GL; Schapoval, EES; Elisabesky, E. (2004) Ethnopharmacological studies of antimicrobial remedies in the south of Brazil. *Journal Ethnopharmacol.* 90:135-143.
- Dornas W.C., Oliveira T.T.D., Rodrigues R.G.D.; Santos A.F.D., Nagem T.J. (2007) Flavonoides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, 28(3): 241- 249
- FAO/WHO (2003). Diet, nutrition and prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation. Geneve, p.72-78.
- FAO – Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (2019) Pérdida y desperdicio de alimentos: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/> em 17 jun 2019.
- Fernandes, F. G. et al. (2013) Sistema nutricional web e mobile – nutilife: <http://www.ceel.eletrica.ufu.br/artigos2013/ceel2013_026.pdf> em: 17 jun 2019.
- Ferreira, A. E.; Ferreira, B. S.; Lages, M. M. B.; Rodrigues, V. A. F.; Thé, P. M. P.; Pinto, N. A. V. D. (2012) Production, characterization and use in cookies of flour of peel of jaboticaba. *Alimentos e Nutrição*. 23(4):603-607.
- Franceschini, S. C. C.; Priore, S. E.; Euclides, M. P. (2012) Necessidades e recomendações de nutrientes. In: Cuppari, L. Guias de Medicina Ambulatorial e Hospitalar - Nutrição - Nutrição Clínica no Adulto - 2ª Ed. Barueri: Manole, p.3-32.
- Frauches, N. S., do Amaral, T. O., Largueza, C. B. D., & Teodoro, A. J. (2016). Brazilian Myrtaceae fruits: A review of anticancer proprieties. *British Journal of Pharmaceutical Research*. 12(1): 1–15.
- Freire, J. M. ; De Abreu, C. M. P.; Correa, A. D.; Simão, A. A.; Dos Santos, C. M. (2012) Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP. 34(3):847-852
- Freire, J. M.; De Abreu, C. M. P.; Correa, A. D.; Simão, A. A.; Dos Santos, C. M. (2012) Avaliação de compostos funcionais e atividade antioxidante em farinhas de polpa de goiabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal – SP. 34(3):847-852.

- Gallagher, M. L. (2012) Ingestão: Os nutrientes e seu metabolismo. In: Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. Rio de Janeiro: Elsevier, p.33-128.
- Galera, D. A. (2014) *Comportamento Alimentar dos Adolescentes*. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4292/3/MD_ENSCIE_2014_2_16.pdf> em 10 jun 2019.
- Galindo, E.; Teixeira, M. A.; De Araújo, M.; Motta, R.; Pessoa, M.; Mendes, L.; Rennó, L. (2021) Working Paper 4: Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil. *Working Paper Series Food for Justice*:<https://www.lai.fu-berlin.de/en/forschung/food-for-justice/publications/Publikationsliste_Working-Paper-Series/Working-Paper-4/index.html> em 19 mai 2021.
- Gayoso, C.W.; Lima, E.O.; Souza, E.L. (2004) Ação inibitória do óleo essencial de *Cinnamomum zeylanicum* Blume, a-pineno e b-pineno sobre fungos isolados de onicomioses. *Arquivos Brasileiros de Fitomedicina*. São Paulo. 1:25-29.
- Gentil, D.F.O.; Clement, C.R. (1996) The araza (*Eugenia stipitata*): results directions. *Interamerican Society For Tropical Horticulture Proceedings*, Curitiba, 452:9-18
- Ghelardini, C., Galeotti, N., Di Cesare Mannelli, L., Mazzanti, G., and Bartolini, A. (2001) Local anaesthetic activity of β -caryophyllene. *Il Farmaco*. 56: 387–389.
- Gondim, J. A. M. et al. (2005) Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 25 (4): 825-827.
- González, D A G; Mejías, J H T; Herreral, C H, Villalón, J L P. (2018) Factores asociados al estilo de vida en pacientes diagnosticados con cáncer colorrectal en un hospital de Chile. *Perspectivas en Nutrición Humana*. 20(1): 39 – 48.
- Halliwell, B., Aeschbach, R., Löllinger, J., Aruoma, O.I. (1995) The characterization on antioxidants. *Food and Chemical Toxicology*, Oxford. 33(7):601-617.
- Heijnen, C. G. et al. (2002) Protection of flavonoids against lipid peroxidation: the structure activity relationship revisited. *Free Radical Research*, 36: 575-581.
- Hernández, G. M. S.; Barrera, J.; Martínez, O.; Fernandez-Trujillo, J. P. (2009) Postharvest quality of arazá fruit during low temperature storage. *LWT – Food Science and Technology*. 42: 879-884.
- Holetz FB, Pessini GL, Sanches NR, Cortez DAG, Nakamura CV, Filho BPD. (2002) Screening of some plants used in the Brazilian folk medicines for the treatment of infectious diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*. 97: 1027-1031.
- Huber, L.S.; Rodriguez-Amaya, D.B. (2008) Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. *Alimentos e Nutrição*, Campinas.19(1):97-108.

- IBGE (2010) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 – POF. Rio de Janeiro.
- IBGE (2011) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Coordenação de Trabalho e Rendimento - Rio de Janeiro, 150 p.
- IBGE (2016) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal– Culturas Temporárias e Permanentes. Rio de Janeiro, 43v.
- IBGE (2020) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento - Rio de Janeiro, 120 p.
- Inada, K. O. P., Nunes, S., Martínez-Blázquez, J. A., Tomás-Barberán, F. A., Perrone, D., & Monteiro, M. (2019). Effect of high hydrostatic pressure and drying methods on phenolic compounds profile of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel and seed. *Food Chemistry*. 309:125794.
- Infante, J.; Selani, M.M.; Toledo, N.M.V.; Silveira-Diniz, M.F.; Alencar, S.M.; Spoto, M.H.F. (2013) Atividade antioxidante de resíduos. *Alimentos e Nutrição = Brazilian Journal of Food and Nutrition*. 24(1): 87-91.
- Iturri, M. S.; Calado, C. M. B.; Prentice, C. (2021) Microparticles of *Eugenia stipitata* pulp obtained by spray-drying guided by DSC: An analysis of bioactivity and *in vitro* gastrointestinal digestion. *Food Chemistry*, 334:127557
- Jaime, P. C. (2015) Prevalência e distribuição sociodemográfica de marcadores de alimentação saudável, Pesquisa Nacional de Saúde, Brasil 2013. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. Brasília. 24(2): 267-276.
- Jaswir, I.; Noviendri, D.; Hasrini, R. F.; Octavianti, F. (2011) Carotenoids: Sources, medicinal properties and their application in food and nutraceutical industry. *Journal of Medicinal Plants Research*. 5(33):7119-7131.
- Kim, J.Y. (2007) Antimelanogenic and Antioxidant Properties of Gallic Acid; *Biological and Pharmaceutical Bulletin*. 30(6):1052-1055.
- Kinupp, V. F.; Barros, I. B. I. de. (2008) Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 28:846–857.
- Lage, N. N. (2014) *Avaliação do potencial antioxidante da farinha de buriti (Mauritia flexuosa) in vitro e em ratos diabéticos*. Dissertação (Mestrado em Saúde e Nutrição) – Ouro Preto – MG. Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Nutrição, 71 p.
- Landrum, L.R. & Kawasaki, M.L. (1997) The genera of Myrtaceae in Brazil - an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia*. 49:508-536.

- Larhsini M, Oumoulid L, Lazrek HB, Wataleb S, Bousaid M, Bekkouche K, Jana M. (2001) Antibacterial activity of some Moroccan medicinal plants. *Phytotherapy Research*. 15:250-252.
- Licodiedoff, S.; Kolowski, L. A. D.; Ribani, R. H. (2013) Flavonois e atividade antioxidante do fruto *Physalis peruviana* L. em dois estadios de maturação. *Acta Scientiarum Technology*. 35: 393-399.
- Lima, I.O.; Oliveira, R. A. G.; Lima, E.O.; Souza, E.L.; Farias, N.P.; Navarro, D.F. (2005) Inhibitory action of some phytochemicals on yeasts potentially causing of opportunistic infections. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, São Paulo. 41:199-203.
- Lima, J. P.; Portela, J. V. F.; Marques, Lo-Ruama; Alcantara, M. A. ; EL-AOUAR, Â. A. (2015) Farinha de entrecasca de melancia em biscoitos sem glúten. *Ciência Rural*, Santa Maria. 45(9): 1688-1694
- Lino F. M. A.; Sá, A. L. Z.; Torres, I. M. S.; Rocha, M. L.; Dinis, T.C.P.; Ghedini, P.C.; Somerset, V. S.; Gil, E.S. (2014) Voltammetric and spectrometric determination of antioxidant capacity of selected wines. *Electrochimica Acta*. 128:25–31.
- Liu, L. (1995) Cinnamic acid: A natural product with potential use in cancer intervention. *International Journal of Cancer*. 62(3): 345-350.
- Lorenzi, H. et al. (2006) Frutas Brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo *in natura*). São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 672p.
- Ludwig DS, Hu FB, Tappy L, Brand-Miller J. (2018) Dietary carbohydrates: role of quality and quantity in chronic disease. *BMJ*. 361: 1-6
- Machado, R.H. V.; Feferbaum, R.; Leone, C. (2016) Consumo de frutas no Brasil e prevalência de obesidade. *Journal of Human Growth and Development*. 26(2): 243-252.
- Machado, H; Nagem T.J., Peters V.M., Fonseca C.S., Oliveira T.T.D. (2008) Flavonoides e seu potencial terapêutico. *Boletim do Centro de Biologia da Reprodução*. 27(2):33-39.
- Macready, AL; George, TW; Chong, MF; Alimbetov, DS; Jin, Y; Vidal, A et al. (2014) Flavonoid-rich fruit and vegetables improve microvascular reactivity and inflammatory status in men at risk of cardiovascular disease (FLAVURS): a randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. 99(5):479-89.
- Maia, J.R.P.; Schwertz, M.C.; Sousa, R.F.S.; Aguiar, J.P.L.; Lima, E.S. (2015) Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, Campinas. 17(1):112-119.

- Makki K, Deehan EC, Walter J, Bäckhed F. (2018) The Impact of Dietary Fiber on Gut Microbiota in Host Health and Disease. *Cell Host Microbe*. 13 (23): 705-715.
- Medeiros JR, Medeiros N, Medeiros H, Davin LB, Lewis NG. (2003) Composition of the bioactive oils from the leaves of *Eugenia stipitata* McVaugh ssp. *sororia* from the Azores. *Journal of Essential Oil Research*, 15: 293-295.
- Melo, E. A.; Araújo, C. R. (2011) Mangas das variedades espada, rosa e tommy atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. *Semina: Ciências Agrárias*. 32: 1451- 1460.
- Mendonça, S. N. T. G. (2010) Nutrição. 1. ed. Curitiba: Editora do Livro Técnico, 128p.
- Meneses, V. P. de; Silva, J. R. A. da; Neto, J. F.; Rolim, H. O.; Araújo, A. L. M. de; Lima, P. S. E. (2018) Subprodutos de frutas tropicais desidratados por secagem convectiva. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 13(4): 472-482.
- Mildner- Szudlarz, S. et al. (2013) White grape pomace as a source of dietary fibre and polyphenols and its effect on physical and nutraceutical characteristics of wheat biscuits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 93: 389 – 395.
- Molz, P. et al. (2015) Relação do consumo alimentar de fibras e da carga glicêmica sobre marcadores glicêmicos, antropométricos e dietéticos em pacientes pré-diabéticos. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção, Santa Cruz do Sul*. 5(3):131-135.
- Moraes, C. C. de; Souza, T. A. de. (2018) Panorama mundial do desperdício e perda de alimentos no contexto de cadeias de suprimentos agroalimentares. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*. 11(3): 901-925.
- Moreira, A. V. B. (2007) Vitaminas. In: Silva, S. M. C. S; Mura, J. D. P. *Tratado de alimentação, nutrição e dietoterapia*. 1 ed. São Paulo: Roca, p.77-104.
- Negri, T. C.; Berni, P. R. de A.; Brazaca, S. G. C. (2016) Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. *Biosaúde*. 18(2): 82-96.
- Neves, N de A.; Stringheta C. P; da Silva I F.; García-Romero E, Gómez-Alonso S, Hermosín-Gutiérrez I. (2021) Identification and quantification of phenolic composition from different species of Jabuticaba (*Plinia* spp.) by HPLC-DAD-ESI/MSn. *Food Chemistry*. 1: 355, 129605.
- Nicklett, EJ; Kadell, AR. (2013) Fruit and vegetable intake among older adults: a scoping review. *Maturitas*. 75(4): 305-312.
- Novaes, G. M; Silva, M. J. D; Achkar, M. T.; Vilegas, W. (2013) Compostos antioxidantes e sua importância nos organismos. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*. 11(2): 535-539.

- Nunes JC, Lago MG, Castelo-Branco VN, Oliveira FR, Torres AG, Perrone D, Monteiro M. (2016) Effect of drying method on volatile compounds, phenolic profile and antioxidant capacity of guava powders. *Food Chemistry*. 197:881-90.
- Oliveira, A. B. A. de; Paula, C. M. D. de; Capalonga, R.; Cardoso, M. R. I.; Tondo, E. C. (2010) Doenças Transmitidas por Alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão. *Revista HCPA*. 30(3):279-285.
- Oliveira JRG, Ferraz CAA, Nunes XP, Almeida JRGS. (2014) Utilização de flavonoides no setor industrial farmacêutico: um estudo de prospecção tecnológica. *GEINTEC*. 4(2):859-66.
- OMS - Organização Mundial Da Saúde (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Genebra: OMS; 2003.
- OPAS - Organização Pan-Americana De Saúde (2003). Organização Mundial da Saúde (OMS). Doenças crônico-degenerativas e obesidade: estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde. Brasília: OPAS, OMS; 2003.
- Pereira, M. C.; Steffens, R. S; Jablonski, A.; Hertz, P. F; Rios, A. de O; Vizzotto, M.; Flôres, S. H. (2012) Characterization and Antioxidant Potential of Brazilian Fruits from the Myrtaceae Family. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60:3061–3067.
- Piovesana, A., Bueno, M.M., Klajn, V.M. (2013) Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. *Brazilian Journal of Food Technology*. 16(1):68-72.
- Pourgholami, MH; Kamalinejad, M; Javadi, M; Majzoob, S; Sayyah, M. (1999) Evaluation of the anticonvulsant activity of the essential oil of *Eugenia caryophyllata* in male mice. *Journal of Ethnopharmacology*. 64:167-171.
- Rajkumar V; Berwal, JS. (2003) Inhibitory effect of clove (*Eugenia caryophyllus*) on toxigenic molds. *Journal of Food Science and Technology*. 40:416-418.
- Reginato, F Z, H. da Silva, A. R., & de Freitas B., L. (2015). Evaluation of the flavonoides use in the treatment of the inflammation. *Revista Cubana de Farmacia*, 49 (3): 569-582
- Richer S; Stiles W; Statkute L; Pulido J; Frankowski J; Rudy D; et al. (2004) Double-masked, placebo-controlled, randomized trial of lutein and antioxidant supplementation in the intervention of atrophic age-related macular degeneration: the Veterans LAST study (Lutein Antioxidant Supplementation Trial). *Optometry*, 75:216-30.
- Rocha, J. S.; Souza, R. F. V. (2019). Síntese, caracterização e estudo das propriedades antioxidantes de complexos contendo quercetina e íons cobre. *Revista Brasileira de Iniciação Científica (RBIC)*. 6(3):143-156

- Rocha-Olivieri, CM. (2015) *Efeito das farinhas de jatobá-do-cerrado (Hymenaea stigonocarpa Mart.) in natura e extrusada no metabolismo lipídico e parâmetros fermentativos em hamsters e resposta glicêmica em humanos após a extrusão*. Tese (Doutorado) – São Paulo – SP. Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo - FSP-USP, 122p.
- Rodrigues, A. C. (2015) *Atividade anti-quorum sensing de extratos de grumixama (Eugenia brasiliensis) e pitanga (Eugenia uniflora L.)*. Dissertação (Mestrado em Saúde e Nutrição) - Ouro Preto – MG. Escola de Nutrição, Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, 76 p.
- Rolim, S. G.; Ivanauskas, N. M.; Rodrigues, R. R.; Nascimento, M. T.; Gomes, J. M. L.; Folli, D. A.; Do Couto, H. T. Z. (2006) Composição Florística do estrato arbóreo da Floresta Estacional Semidecidual na Planície Aluvial do rio Doce. Linhares, ES, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20(3): 549-561.
- Rufino, M. S. M. (2008) *Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais*. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 237p.
- Sacramento, C.K.; Barreto, W.S.; Faria, J.C. (2008) Araçá-boi: uma alternativa para agroindústria. *Revista Bahia Agrícola*. 8(2):22-24.
- Samoticha, J., Wojdyło, A., & Lech, K. (2016). The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *LWT - Food Science and Technology*. 66:484–489.
- Santiago, G. de L. (2018). *Compostos bioativos fenólicos de frutos nativos da família Myrtaceae: Avaliação da bioacessibilidade e do potencial funcional relacionado às doenças cardiovasculares*. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - São Paulo – SP. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 87p.
- Santos, A. A. O.; Cristina, I. V.; Santos, S. J. P. A. (2011) Elaboração de biscoitos de chocolate com substituição parcial da farinha de trigo por polvilho azedo e farinha de albedo de laranja. *Ciencia Rural*. 41(3): 531-536
- Santos, C. M.s dos; Rocha, D. A.; Madeira, R. A. V.; Queiroz, E. de R.; Mendonça, M. M.; Pereira, J.; Abreu, C. M. P. de. (2018) Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. *Brazilian Journal of Food Technology*. 21: e2017120.
- Santos, D. S. D.; Storck, C. R.; Fogaça, A. O. (2014) Biscoito com adição de farinha de casca de limão. *Disciplinarum Scientia*. 15(1):123-135.
- Santos, L. A. S. (2005) Educação nutricional no contexto de promoção de práticas alimentares saudáveis. *Revista de Nutrição*. 18(5):681-692.
- SBD- Sociedade Brasileira de Diabetes (2020). Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020. São Paulo

- Schmeda-Hirschmann, G; Theoduloz, C; Franco, L; Ferro, EB; Arias, AR. (1987) Preliminary pharmacological studies on *Eugenia uniflora* leaves: xanthine oxidase inhibitory activity. *Journal of Ethnopharmacology* 21: 183-186.
- SEAG - Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo (2017) O crescimento da fruticultura no Espírito Santo: <<https://seag.es.gov.br/o-crescimento-da-fruticultura-no-espírito> san#:~:text=A%20fruticultura%20no%20Esp%C3%ADrito%20Santo%20tem%20se%20destacado%20nos%20%C3%BAltimos%20anos.&text=A%20cria%C3%A7%C3%A3o%20dos%20polos%20de,Esp%C3%ADrito%20Santo%20em%20n%C3%ADvel%20nacional> em 20 maio 2021.
- SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2015). Boletim de Inteligência: Outubro – 2015:<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/\\$File/5791.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/64ab878c176e5103877bfd3f92a2a68f/$File/5791.pdf)> em: 19 março 2018.
- Silva, D. N. da; Costa, A. N. da. (2007) Estudo Setorial: Fruticultura. Novo PEDEAG 2007-2025, Vitória – ES.
- Silva, M. L. C.; Costa, R. S.; Santana, A. dos S.; Koblitz, M. G. B. (2010) Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*. 31(3): 669-682.
- Silva, N. A. da; Rodrigues, E.; Mercadante, A. Z.; Rosso, V. V. de. (2014) Phenolic Compounds and Carotenoids from Four Fruits Native from the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62: 5072–5084.
- Silva, W. P.; Nora, I.; Rombaldi, c. V. (2011) Araca (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*.128(4): 916-922.
- Soares, E. C. (2009) *Caracterização de aditivos para secagem de araçá-boi (Eugenia stipitata* McVaugh) *em leito de espuma*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Itapetinga – BA. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 89p.
- Soares, J. C. (2018). *Composição fenólica e atividade biológica in vitro e in vivo de frutas nativas brasileiras*. Tese (Doutorado Ciência e Tecnologia de Alimentos). Piracicaba-SP. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 157p.
- Sköld, M.; Karlberg, A. T.; Matura, M.; Börje, A. (2006) The fragrance chemical β -caryophyllene: Air oxidation and skin sensitization. *Food and Chemical Toxicology*. 44(4): 538-545.
- Sousa, C.M. de M., Silva, H.R., Vieira Júnior, G.M., Ayres, M.C.C., Sousa, M.S.B., Vieira, L.M., Silva, M. de J.M da, Lima, A de. (2011) Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. *Ciência Agrotécnica*. 35(3): 554-559.

- Storck, C. R.; Nunes, G. L.; Oliveira, B. B.; Basso, C. (2013) Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. *Ciência Rural*. 43(3): 537-543.
- Takao, L. K.; Imatomib, M.; Gualtieria, S. C. J. (2015) Antioxidant activity and phenolic content of leaf infusions of Myrtaceae species from Cerrado (Brazilian Savanna). *Brazilian Journal of Biology* 75(4): 948-952.
- Theoduloz, C; Franco, L; Ferro, EB; Schmeda-Hirschmann, G. (1988) Xanthine oxidase inhibitory activity of Paraguayan Myrtaceae. *The Journal of Ethnopharmacology*. 24: 179-183.
- Turner—Mcgrievy, G. M. et al. (2011) Decreases in dietary glycemic index are related to weight loss among individuals following therapeutic diets for type 2 Diabetes. *The Journal of Nutrition*. 141(8): 1469–1474.
- Uchôa Thomaz, A. A.; Sousa, E. C.; Lima, A. D.; Lima, R. M. T.; Freitas, P. A. P.; Sousa, M. A. M.; Thomaz, J. C. D. A.; Carioca, J. O. B. (2014) Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*Psidium guajava*) em pó. *HOLOS*. 5: 199-210.
- Ulloa, J. Z.; Suárez, H. R. (2004) De México al mundo: importancia y perspectivas de los productos no tradicionales. *Revista Claridades Agropecuarias*, México, 132.
- Valduga, E.; Tatsch, P. O.; Tiggemann, L.; Treichel, H.; Toniazzo, G.; Zeni, J.; Di Luccio, M.; Fúrigo Júnior, A. (2009) Produção de carotenoides: microrganismos como fonte de pigmentos naturais. *Química Nova*. 32(9): 2429-2436.
- Vargas, B. L. (2012) *Ação do camu-camu - Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh – liofilizado sobre a glicemia e o perfil lipídico de adultos jovens. Dissertação (Mestrado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal do Amazonas, 98 p.
- Vergara-Valencia, N.; Granados-Pérez, E.; Agama-Acevedo, E.; Tovar, J. Ruales, J.; Bello-Pérez, L. A. (2007) Fibre concentrate from mango fruit: Characterization, associated antioxidant capacity and application as a bakery product ingredient. *LWT- Food Science and Technology*. 40(4):722–729.
- Vinholes, J.; Lemos, G.; Barbieri, R. L.; Franzon, R. C.; Vizzotto, M. (2017) In vitro assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga. *Food Bioscience*. 19: 92–100.
- Wilson, P. G.; O' Brien, M. M.; Gadek, P. A.; Quinn, C. J. (2001) Myrtaceae Revisited: A Reassessment of Infraclassical Groups. *American Journal of Botany*, 88 (11): 2013-2025.
- Wilson, P.G., O'Brien, M.M., Heslewood, M.M.; Quinn, C.J. (2005) Relationships within Myrtaceae sensu lato based on a matK phylogeny. *Plant Systematics and Evolution*, 251:3-19.

Wojdylo, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P., & Oszmiański, J. (2014). Effect of convective and vacuum-microwave drying on the bioactive compounds, color, and antioxidant capacity of sour cherries. *Food and Bioprocess Technology*, 7(3): 829–841.