

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

Eloir Pereira Gwozdz

IOGURTE GREGO COM ARAÇÁ VERMELHO (*Psidium cattleianum* Sabine):
PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS

ERECHIM, RS – BRASIL

OUTUBRO DE 2021.

UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
URI ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

IOGURTE GREGO COM ARAÇÁ VERMELHO (*Psidium cattleianum* Sabine):
PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS

Eloir Pereira Gwozdz

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Campus Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI Erechim.

ERECHIM, RS – BRASIL
OUTUBRO DE 2021.

**IOGURTE GREGO COM ARAÇÁ VERMELHO (*Psidium cattleianum* Sabine):
PROPRIEDADES FÍSICO QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS**

Eloir Pereira Gwozdz

Dissertação submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof^ª. Jamile Zeni, D. Sc.

Orientadora - URI-Erechim

Prof. Geciane Toniazco Backes, D. Sc.

Orientador - URI-Erechim

Prof. Rogério Luis Cansian, D. Sc.

URI-Erechim

Prof^ª. Giovana Cristina Ceni, D. Sc.

UFSM – Campus de Palmeiras das Missões

Erechim, Outubro de 2021.

G995i Gwozdz, Eloir Pereira

Iogurte grego com araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine): propriedades físico químicas, bioativas e sensoriais / Eloir Pereira Gwozdz. – 2021.
107 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2021.

“Orientação: Prof^a Dra Jamile Zeni, Prof^a Dra Geciane Toniazco Backes”

1 Iogurte grego 2. Antocianinas 3. *Psidium cattleianum* I. Título

C.D.U.: 664

Catálogo na fonte: bibliotecária Sandra Milbrath CRB 10/1278

AGRADECIMENTOS

No momento de agradecer passa um filme na minha cabeça, a filha de um pedreiro Sr. Jesus Pereira (*in Memoriam*) e de uma mãe doméstica a Sra. Salete da Silva Lopes Pereira, sempre acreditou que para mudar a condição em que vivia, o melhor caminho era o trabalho e o estudo.

Mais um sonho que se torna realidade, e esse caminho foi trilhado pela fé, que foi a minha âncora para não desistir, e por pessoas que estiveram ao meu lado, as quais eu tenho que agradecer.

A primeira pessoa que preciso agradecer é meu esposo Claudiomir Antonio Gwozdz meu maior incentivador, meu amigo, meu parceiro de sonhos, o meu anjo da guarda e também aos nossos “filhos” Brutus e a Mel, devo à vocês a minha felicidade e minha gratidão, em vocês eu encontrei o apoio diário para poder seguir.

Agradeço a URI - Campus Erechim por ter me dado a chance de realizar esse sonho, ao Professor Cansian, pelas palavras de incentivo nos momentos de incertezas, as minhas orientadoras as Professoras Jamile e Geciane pelo suporte nesse último ano, pois, sem a compreensão de vocês nesse momento nada seria possível. Agradeço também à todos os outros professores do Mestrado, professoras Juliana, Clarice, Alexandre, Marcos, Rogério, Natália por dividirem comigo o conhecimento.

Como é bom demais poder agradecer, um sentimento de felicidade invade meu coração e quero dizer à Rosicler Colet, a Ilizandra Fernandes (Sandy), Marília Vendruscolo, Yasmim Machado, Luiz Menosso e Victor Stachelski, muito obrigada, esse trabalho só foi possível ser finalizado porque vocês se dedicaram à ele.

Não posso esquecer de agradecer aos “meus” filhos que ganhei durante o Mestrado Giovana Feltes, (Gio serei eternamente grata à você) Patricia Griep, (Princesa, por mais pessoas como você nesse mundo), Bruno Fischer, (que prazer em ter conhecido você menino), “filhos” muito obrigada pelo carinho, pela compreensão, com a “mamis”, pelas aulas particulares, pelas risadas e principalmente pela amizade, saibam que vocês estarão para sempre no meu coração. Aos amigos/colegas de turma que fiz durante esses dois anos, muito obrigada.

Agradeço à todos que de uma forma ou de outra contribuíram que esse trabalho fosse concluído.

Dedicatória

Dedico esse trabalho ao meu maior incentivador, meu esposo Claudimir Antonio Gwozdz e aos nossos “filhos” Brutus e Mel pelo amor, carinho e compreensão nesses últimos anos.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

**IOGURTE GREGO COM ARAÇÁ VERMELHO (*Psidium cattleianum* Sabine):
PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, BIOATIVAS E SENSORIAIS**

Eloir Pereira Gwozdz

Orientadores: Prof. Dr^a. Jamile Zeni e Prof. Dr^a. Geciane Toniazzo Backes

Os consumidores estão em busca de alimentos que possuam compostos benéficos à saúde, também chamados de bioativos ou fitoquímicos. O araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) pertencente à família das Myrtaceae, fruto de casca avermelhada quando madura, de sabor ácido e adocicado que se destaca por apresentar antocianinas, que se configuram como pigmentos naturais. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é elaborar iogurte grego com adição de araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e avaliar suas propriedades físico-químicas, bioativas, microbiológicas e sensoriais. O araçá-vermelho *in natura* (casca e polpa) foi caracterizado quanto os teores de proteínas, extrato etéreo, resíduo mineral fixo (RMF) e minerais (Zn, Mg, Cu, Ca, Na, K), sendo que a polpa apresentou os maiores teores de proteínas e extrato etéreo, 0,87 e 1,27%, respectivamente. A casca e a polpa possuem quantidades consideráveis de K, Na, Ca e o Mg. Os parâmetros de cor, pH, a_w e umidade foram determinados na casca e polpa *in natura* e liofilizada. A casca, tanto *in natura* como liofilizada, apresentou maior cromaticidade a^* e menor L^* , em relação a polpa. Para avaliar os compostos bioativos da fruta fez-se a determinação de antocianinas, compostos fenólicos, carotenoides, flavonoides e se observou que a casca tem os maiores teores e conseqüentemente, os melhores valores para atividade antioxidante. Na sequência foram elaboradas 3 formulações de iogurte grego com 0,5% (F2), 1,75% (F3) e 3% (F4) de araçá-vermelho liofilizado (AVL), os quais foram caracterizados quanto a_w , acidez, pH e cor durante 21 dias de armazenamento, em comparação ao padrão, sem adição de fruta. Observou-se que ao aumentar a concentração de AVL, houve redução do pH, a_w , umidade e luminosidade e aumento da acidez e da cor a^* . Durante o armazenamento do iogurte ocorreu alteração da cor independente da concentração de AVL adicionado. As análises microbiológicas indicaram boas condições sanitárias do produto, sendo

consideradas próprias para o consumo. O teste de aceitabilidade e intenção de compra demonstraram que as 3 formulações não diferiram estatisticamente entre si ($p < 0,05$), desta forma a formulação F3 foi caracterizada físico-quimicamente. Os teores de acidez, umidade, lipídios, proteína bruta e cinzas foram de 1,39%, 65,56 g/100g, 6,50 g/100g, 8,74 g/100g e 0,80 g/100g, respectivamente. Já para os minerais tiveram destaque Na, K e Ca. Sendo assim, a adição de araçá-vermelho liofilizado no iogurte grego pode contribuir em benefícios para a saúde devido as propriedades bioativas como antocianinas, compostos fenólicos totais, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante.

Palavras-chave: *Psidium cattleianum*; Antocianinas; Iogurte grego

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

GREEK YOGHURT WITH RED ARAÇÁ (*Psidium cattleianum* Sabine): PHYSICAL-CHEMICAL, BIOACTIVE AND SENSORY PROPERTIES

Eloir Pereira Gwozdz

Advisors: Prof. Dr^a. Jamile Zeni and Prof. Dr^a. Geciane Toniazzo Backes

Consumers are looking for foods that have compounds that are beneficial to health, also called bioactives or phytochemicals. The red araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) belongs to the Myrtaceae family, a fruit with a reddish peel, when ripe, with an acidic and sweet taste that stands out for presenting anthocyanins, which are configured as natural pigments. In this context, the objective of this work was to prepare Greek yogurt with the addition of red araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) and to evaluate its physicochemical, bioactive, microbiological and sensory properties. The red araçá in natura (peel and pulp) was characterized in terms of protein, ethereal extract, fixed mineral residue (RMF) and mineral contents (Zn, Mg, Cu, Ca, Na, K) being that higher protein and ether extract contents, 0.87 and 1.27%, respectively. The skin and pulp contain considerable amounts of K, Na, Ca and Mg. The parameters of color, pH, aw and moisture were determined in the peel and pulp in natura and lyophilized. The peel, both in natura and freeze-dried, presented higher chromaticity a* and lower L*, in relation to the pulp. To evaluate the bioactive compounds of the fruit, vitamin C, anthocyanins, phenolic compounds, carotenoids, flavonoids were determined and it was observed that the peel has the highest contents and consequently the best values for antioxidant activity. Subsequently, 3 formulations of Greek yogurt were prepared with 0.5% (F2), 1.75% (F3) and 3% (F4) of freeze-dried red araçá (AVL), which were characterized by aw, acidity, pH and color for 21 days of storage, compared to standard, without addition of fruit. It was observed that by increasing the concentration of AVL, there was a reduction in pH, aw, humidity and luminosity, and an increase in acidity and a* color. During yogurt storage, color change occurred regardless of the concentration of added AVL. Microbiological analyzes indicated good sanitary conditions of the product, being considered suitable for consumption. The acceptability and purchase intention test showed that the 3 formulations did not differ statistically from each other

($p < 0.05$), thus the F3 formulation was characterized physicochemically. The contents of acidity, moisture, lipids, crude protein and ash were 1.39%, 65.56 g/100g, 6.50 g/100g, 8.74 g/100g and 0.80 g/100g, respectively. As for the minerals, Na, K and Ca were highlighted. Therefore, the addition of freeze-dried red macaw to Greek yogurt can contribute to health benefits due to bioactive properties such as anthocyanins, total phenolic compounds, carotenoids, flavonoids and antioxidant activity.

Keywords: *Psidium cattleianum* Sabine; Anthocyanins; Greek yogurt.

SUMÁRIO

SUMÁRIO	11
LISTA DE FIGURAS	13
LISTA DE TABELAS	14
ABREVIACÕES	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 Iogurte	19
2.2 Processamento do iogurte	19
2.3 Tipos de iogurtes de acordo com a natureza físico-química do coágulo	23
2.3.1 Iogurte grego	23
2.4 Iogurte com propriedades funcionais ou bioativas	24
2.5 Araçá-vermelho (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine)	27
2.6 Antioxidantes	29
2.6.1 Compostos fenólicos	31
2.6.2 Flavonoides	34
2.6.3 Antocianinas	36
3. MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1 Colheita, armazenamento e caracterização dos frutos de araçá-vermelho	43
3.2 Elaboração e caracterização do iogurte grego	45
3.2.1 Rendimento	46
3.3 Análises microbiológicas do iogurte grego	46
3.4 Análise sensorial do iogurte grego	47
3.5 Metodologia analítica	49
3.5.1 Umidade.....	49
3.5.2 Atividade de água (aw).....	49
3.5.3 pH	49
3.5.4 Acidez titulável.....	49
3.5.5 Proteína.....	49
3.5.6 Extrato Etéreo	49
3.5.7 Cinzas	49
3.5.8 Minerais	50
3.5.9 Compostos fenólicos totais.....	50
3.5.10 Flavonoides.....	50
3.5.11 Carotenóides	51
3.5.12 Atividade antioxidante.....	51

3.5.13 Parâmetros de cor	51
3. 6 Análise Estatística.....	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.1 Caracterização do araçá-vermelho	53
4.2 Iogurte grego de araçá-vermelho	60
4.3 Análise multivariada: Componentes principais (ACP) e correlação de Pearson	68
5. CONCLUSÃO.....	72
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	73
7. REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICES	105

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas do processo de produção dos diferentes tipos de iogurtes e do iogurte grego.	20
Figura 2 - Esquema simplificado da rota de produção de compostos fenólicos.	31
Figura 3 - Via metabólica de produção dos compostos fenólicos nas plantas.	32
Figura 4 - Estrutura química dos flavonoides.....	34
Figura 5 - Estrutura química dos subgrupos de flavonoides.	35
Figura 6 - Estrutura química das antocianinas.	37
Figura 7 - Mecanismo de síntese das antocianinas.....	38
Figura 8 - Efeito do pH na estrutura e cor das antocianinas.....	41
Figura 9 - Diagrama simplificado das etapas realizadas na elaboração do iogurte grego com araçá-vermelho.	43
Figura 10 - Aspecto visual dos frutos de araçá vermelho (<i>Psidium cattleianum</i> Sabine).	44
Figura 11 - Liofilizador (Marca Terroni, modelo LS3000M) (a) e aspecto visual do araçá-vermelho liofilizado (b).....	44
Figura 12 - Imagens ilustrativas do processo de dessoragem do iogurte.	46
Figura 13 - Testes preliminares das concentrações de araçá-vermelho liofilizado (<i>Psidium Cattleianum</i> Sabine) de 3 dias.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Trabalhos citados na literatura que empregam compostos naturais, com propriedades bioativas, no desenvolvimento de iogurte.	25
Tabela 2 - Composição centesimal de frutos de araçá.....	28
Tabela 3 - Classe dos compostos fenólicos nas plantas: categorias.	33
Tabela 4 - Estruturas das antocianinas.....	39
Tabela 5 - Fonte de naturais de antocianinas e a principal estrutura.	40
Tabela 6 - Teores de resíduo mineral fixo (RMF), proteínas, extrato etéreo e minerais da casca e polpa do araçá-vermelho <i>in natura</i>	53
Tabela 7 – Parâmetros de cor, pH, a_w e umidade da casca e polpa do araçá-vermelho <i>in natura</i> e liofilizados.	55
Tabela 8 - Teores de antocianinas, compostos fenólicos, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante da casca e polpa de araçá-vermelho <i>in natura</i> e liofilizado.	57
Tabela 9 - A_w , umidade, acidez, pH e cor das formulações de iogurtes grego com e sem adição de araçá-vermelho, armazenado por 21 dias à 5°C.....	62
Tabela 10 - Contagem microbiana realizadas nas formulações F2, F3 e F4 de iogurte grego adicionado de AVL.....	64
Tabela 11 - Valores médios do teste de aceitação e intenção de compra para as diferentes formulações do iogurte grego adicionado ao AVL.	65
Tabela 12 - Caracterização físico-química do iogurte grego, adicionado de 1,75% de araçá-vermelho liofilizado.....	67
Tabela 13 - Matriz de correlação (r) de Pearson para as variáveis a_w , umidade, acidez, pH, cor L^* , a^* , b^* , ΔE , C^* e aceitabilidade (A) de formulações de iogurte grego (F1, F2, F3 e F4) nos 1º, 7º, 14º e 21º dia de armazenamento.	71

ABREVIACÕES

a*: Cromaticidade.

ABLV: Associação Brasileira da Indústria de Lácteos.

ACP: Análises dos componentes principais.

AGES: Glicação avançada.

AVL: Araçá vermelho liofilizado.

Aw: atividade de água.

b*: Cromaticidade.

Ca: Cálcio.

CEPEA: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada.

Cu: Cobre.

CY: Cianidina-3-glicosídeo.

Dp: Delfinidina.

DPPH: 2,2-difenil-1-picril-hidrazil.

EC: *Escherichia coli*.

FAAS: Varian, modelo SpectrAA 55.

Fe: Ferro.

GST: Glutathione-S-transferase.

H₂O₂: Peróxido de hidrogênio.

HE: Agar Entérico de Hectoen.

HTST: High Temperature and Short Time.

IA: Índice de aceitação.

IAL: Instituto Adolfo Lutz.

IC: Intenção de compra.

IC₅₀: Inibidor de atividade enzimática.

IN: Instrução Normativa.

K: Potássio.

L: Luminosidade.

LIA: Agar Ferro Lisina.

LST: Caldo Lauril Sulfato Triptose

LTLT: *Low Temperature Long Time.*

Mg: Magnésio.
Mn: Manganês.
Mv: Malvidina.
NaClO: Hipoclorito de sódio.
NMP: número mais provável.
Pe: Peonidina.
pH: Potencial Hidrogeniônico.
Pl: Perlagonidina.
Pt: Pentunidina.
RMF: resíduo mineral fixo.
ROS: Reações de oxidação;
RV: Rappaport Vassiliadis.
TSI: Tríplice Açúcar Ferro.
TT: Tetracionato.
UA: Agar Urease.
UFGT: Flavonoides-3-O-glucosiltransferase.
UHT: *Ultra High Temperature*.
UV: Ultravioleta.
XLD: Agar Xilose Lisina Desoxicolato.
Zn: Zinco.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2019, foram produzidos 33.417 bilhões de litros de leite, conforme a Associação Brasileira da Indústria de Lácteos Longa Vida (ABLV, 2019). A média de consumo de leite pelo brasileiro é de 166,5 L/hab., valor abaixo da média comparada as de países desenvolvidos (250-300 L/hab.) (EMBRAPA, 2019).

Dentre os derivados do leite, o iogurte tornou-se uma das escolhas predominantes, conforme Pimentel et al., (2017), em média o brasileiro consome 13 kg/ano, enquanto a Argentina o consumo é de até 15kg/ano. Já em períodos econômicos desfavoráveis esse consumo, pelos brasileiros, cair para 7,5 kg/Ano.

O iogurte por ser considerado um alimento com alto valor nutricional, fornecendo excelentes fontes de nutrientes essenciais, e como sua popularidade vem aumentando, tornam-se ótimo veículo para a tecnologia de alimentos trabalhar seu enriquecimento (FAZILHA et al., 2018).

Segundo DAS et al. (2019), dentre as novas tecnologias e tendências de mercado de alimentos com funcionalidades biológicas o iogurte tipo grego, que em 2015 foi responsável por 50% da participação do mercado, e com projeção de crescimento de 5% nos anos seguintes.

Observa-se que os consumidores estão em busca de alimentos que possuam compostos benéficos à saúde, também chamados de bioativos ou fotoquímicos (REISSIG, 2015), os quais são substâncias derivadas do metabolismo secundário dos vegetais. Dentre estes compostos, as antocianinas merecem um enfoque especial por configurarem como pigmentos naturais, que podem ser utilizados no processamento de alimentos, além de ser potencialmente benéficas à saúde na prevenção de doenças (MEREGALLI et al., 2020).

A literatura apresenta alguns estudos com adição de compostos bioativos em iogurtes como, extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) (PRECI et al., 2011), bagaço de maçã (WANG et al., 2019), peptídeos bioativos e ácido gama-aminobutírico (EL-FATTAH et al., 2018), pó de linhaça (MARAND et al., 2019), arroz (ANUYAHONG et al., 2020), proteínas do leite (LESME et al., 2020), grão de bico (HUSSEIN et al., 2020), extrato de sementes de camu-camu (*Myrciaria dúbia*) (FIDELIS et al., 2019), extrato de fruta *Siraitia grosvenorii* (ABDEL-HAMID et al., 2020), extrato e hidrolisado de resíduos de canela (TANG et al., 2019), peles de avelã (BERTOLINO et al., 2015),

extrato de casca de romã (EL-SAID et al., 2014), hortelã-pimenta, endro e manjeriço (AMIRDIVANI, 2011).

O araçá-vermelho possui quantidades significativas de compostos fenólicos, sendo epicatequina e ácido gálico seus componentes principais (CORRÊA, 2009), ácidos graxos insaturados (DALLA NORA et al., 2014), carotenoides (FETTER et al., 2010), com propriedades antimicrobiana e antioxidante (MEDINA et al., 2011). Apresentando assim, potencial para exploração comercial, visto que até o presente momento não existem estudos na literatura que utilizem a casca do araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) na produção de iogurte tipo grego. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi produzir o iogurte tipo grego com adição de casca e polpa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine), e também avaliar suas propriedades físico-químicas, bioativas, microbiológicas e sensoriais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Iogurte

O Iogurte faz parte da alimentação da humanidade há milênios, e era denominado conforme a região onde era produzido. Acredita-se que a palavra iogurte seja oriunda da palavra turca “*yogʻurmak*”, que significa engrossar, coagular (FISBERG; MACHADO (2015).) Acredita-se que tenha origem no Oriente Médio, antes da era fenícia, cerca de 7000 a.C. Historicamente a fermentação do leite era usada como forma de conservação do produto, técnicas eram utilizadas para remoção do soro do leite e assim um produto mais espesso e concentrado, com alto teor de sólidos e ácido lático, sendo denominado como iogurte condensado (CHANDAN et al., 2017).

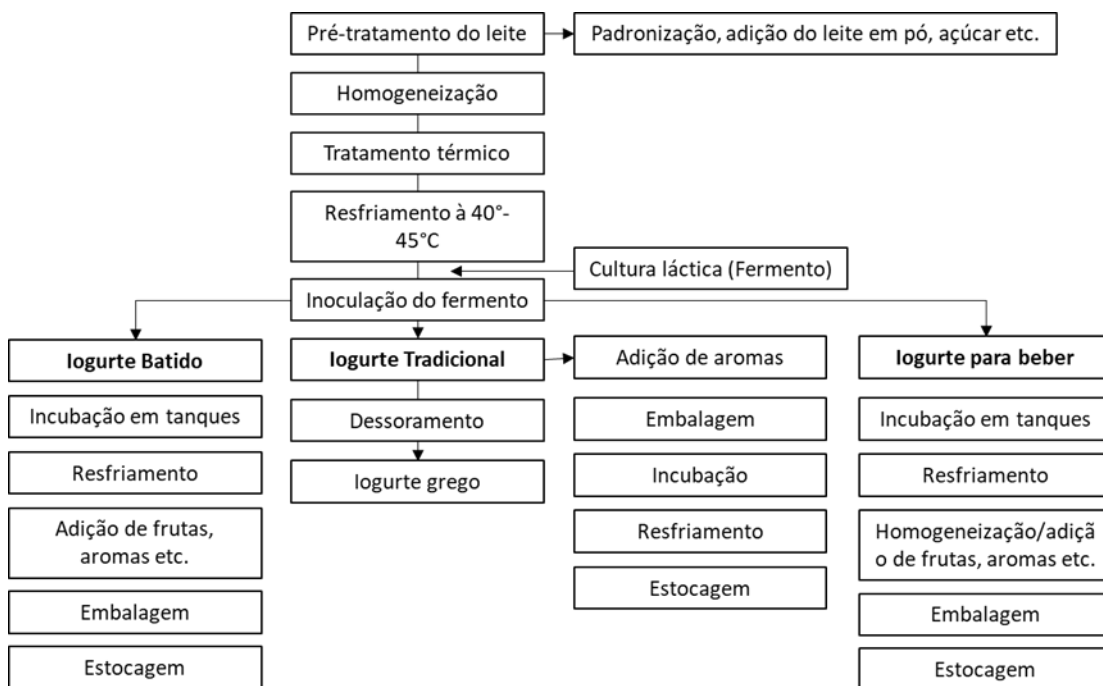
Os nômades produziam o iogurte condensado em bolsas de pele de animal o que resultava em um iogurte mais espesso e com alto teor de sólidos e ácido lático. Esse tipo de iogurte condensado recebe denominações diferentes conforme seu país de origem, na Armênia (*Than*), já na Índia (*Shirkhand*), em países como Irã, Iraque, Líbano e na Turquia (*kishk*) e na Grécia (iogurte grego) (CHANDAN; KILARA, 2013).

Instrução Normativa (IN) nº 46 de 23 de outubro de 2007, define-se como iogurte produto obtido por coagulação e diminuição do pH do leite, ou do leite reconstituído, adicionado ou não de outras substâncias alimentícias, sendo que sua fermentação se realiza com cultivos protossimbóticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, aos quais podem acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final.

2.2 Processamento do iogurte

A Figura 1 apresenta as etapas do processo de fabricação industrial do iogurte. O Processo inicia com o pré-tratamento do leite, sendo que o mesmo deve apresentar requisitos físico-químicos de 3% teor de gordura em 100 gramas de leite e no mínimo 2,9 g; de proteína, o pH entre 6,6 e 6,8; já a densidade relativa entre 1,028 g/mL e 1,034 g/mL, na temperatura de 15° C; índice crioscópico entre -0,512° C e -0,531° C; e o extrato seco total e extrato seco desengordurado no mínimo de 8,4%. A temperatura de conservação do leite na propriedade de 7° C e na indústria processadora de 10° C (BRASIL, 2011).

Figura 1- Etapas do processo de produção dos diferentes tipos de iogurtes e do iogurte grego.



Fonte: Silva (2012) e adaptado pela autora.

A padronização do leite é fundamental para a elaboração de diversos produtos lácteos, esse processo resulta em um produto com composição química definida. O leite deve chegar ao laticínio sem nenhuma alteração em sua composição, conforme definido pela Instrução Normativa IN 76.

Em seguida ocorre a homogeneização, processo de quebra mecânica dos glóbulos da gordura do leite, facilitando a dispersão homogênea dos estabilizadores na mistura do iogurte (CHANDAN, 2017). A homogeneização aumenta a viscosidade, reduzindo a sinérese, melhorando o sabor, consistência e a digestibilidade do produto (PIMENTEL et al., 2017).

Posterior a homogeneização, ocorre o tratamento térmico, para eliminar microrganismos patogênicos e os que competem com as culturas do iogurte, chamado pasteurização (BRASIL, 2011). O tratamento térmico pode ser por pasteurização lenta (LTLT “*Low Temperature Long Time*”) por 63° C/30min.; rápida (HTST “*High Temperature and Short Time*”) por 75-120° C/15seg ou muito rápida (UHT “*Ultra High Temperature*”), por 135° C/4seg., sendo o último de maior valor comercial devido a seu maior tempo de prateleira (BUSANELLO et al., 2011; ZHU et al., 2020).

O tratamento térmico do leite promove a desnaturação das proteínas do soro que reduz a contração do coágulo da caseína do iogurte, diminuindo, conseqüentemente, a sinérese, criando um ambiente ideal para o crescimento da cultura das lácteas (BOGAHAWATHTHA et al., 2018).

Ao finalizar o tratamento térmico, o leite deve estar na temperatura adequada para inoculação das culturas lácteas, a temperatura para leite fermentado e iogurte diferem, variando de 37 à 40 °C e 42 à 45 °C. Temperaturas abaixo disso prolongam a fermentação e mais altas que essas recomendações podem reduzir a atividade enzimática das culturas (PIMENTEL et al., 2017).

O processo de fermentação ocorre pela ação das culturas *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, que podem ser acompanhadas por outras bactérias ácido-láticas que, devido suas atividades, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

Ao ocorrer a fermentação do leite através das bactérias, parte da lactose é metabolizada, resultando em ácido láctico. Através da incubação, pelo período de quatro à cinco horas, em temperatura variada de 40 à 44 °C, o leite tem sua consistência alterada, devido ocorrer a coagulação de suas proteínas (VAN DE WATER, 2003).

Durante a fermentação as bactérias lácticas promovem a hidrólise das proteínas (caseína) em aminoácidos e peptídeos, as lipases se encarregam da quebra da gordura e liberando ácidos graxos e glicerol, assim como vitaminas e outros constituintes do leite sofrem ação das bactérias lácticas. A fermentação láctica produz outros intermediários cuja função é controlar o crescimento de vários microrganismos e também regular a flora intestinal (ZICKER, 2011).

Quando o pH atinge 5,1-5,2, resultante da produção do ácido láctico durante a fermentação, ocorre a desestabilização das micelas de caseína, mas a coagulação completa irá ocorrer quando o pH, atingir 4,5. Nesse momento deve ocorrer a interrupção da fermentação através do resfriamento com temperaturas que variam entre 1 à 5 °C para interromper a acidificação (CORRIEU; BEÁL, 2016).

As bactérias lácticas, *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, são termofílicas e homofermentativas. (CARVALHO, 2010). O *Streptococcus thermophilus* é uma bactéria Gram-positiva, esférico a ovoide não móvel, anaeróbia, e não produtora de catalase. É utilizada em fermentações lácticas, sendo única espécie do gênero utilizada como cultura starter em produtos lácticos. Responsável pela metabolização da porção

glicose da molécula de lactose. As culturas de *S. thermophilus* geralmente produzem um fraco coágulo, devido à baixa produção de ácido (HARNETT, et al., 2011).

Segundo Chandan; O'Rell, (2006) o *S. thermophilus* pode sobreviver à 60 °C por 30 minutos, porém não se multiplica à 10 °C. Esse micorganismo multiplica-se bem em cooperação com *Lactobacillus bulgaricus*, à 42 °C, temperatura essa utilizada na produção do iogurte.

Lactobacillus bulgaricus é um bacilo Gram-positivo, não móvel, não produtor de catalase. Tem capacidade de produzir ácido láctico e peróxido de hidrogênio, além da enzima lactase, que hidrolisa a molécula da lactose em glicose e galactose. Sua temperatura ótima de multiplicação é 45 °C, mas, para produção de iogurte, a temperatura de 42-43 °C é utilizada por ser mais próxima da temperatura ótima para *S. thermophilus* (CHANDAN; O'RELL, 2006).

As bactérias starter do iogurte apresentam uma relação simbiótica obrigatória durante sua multiplicação no leite. O *Streptococcus thermophilus*, tem seu desenvolvimento favorecido com o início da fermentação (acidez < 20 °D), ele é estimulado pelo *Lactobacillus bulgaricus*, que libera alguns aminoácidos, como a valina, resultando no aumento da acidez. (ZOURARI et al., 1992).

O *Streptococcus thermophilus*, por sua vez, estimula o desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus*. Ao se atingir aproximadamente 46 °D, o meio torna-se pouco propício ao *Streptococcus thermophilus*, favorecendo o rápido desenvolvimento do *Lactobacillus bulgaricus*, que produz acetaldeído, o principal responsável pelo aroma característico do iogurte (WALSTRA et al., 1999; VEDAMUTHU, 2006).

A multiplicação associada destas duas culturas resulta em menor tempo de coagulação do leite, maior produção de ácido láctico e maior desenvolvimento de sabor e aroma no iogurte (TAMIME; DEETH, 1980; SABOYA et al., 1997).

A fermentação é uma das etapas mais importantes, pois as características de textura e sabor são desenvolvidas, pela coagulação das proteínas e em consequência a formação do gel (MOKOONLALL et al., 2016). Nesta fase ocorre a definição dos tipos de iogurte de acordo com a natureza físico-química do coágulo (iogurte tradicional- natural, batido e para beber).

2.3 Tipos de iogurtes de acordo com a natureza físico-química do coágulo

O iogurte é o leite fermentado mais conhecido e consumido no mundo, atualmente é uma das bebidas funcionais mais populares. Segundo Granato (2007) os iogurtes são classificados conforme em suas características físicas do gel:

- Iogurte natural: o processo de fermentação ocorre dentro da embalagem, o produto não sofre homogeneização após a fermentação, resultando em uma consistência firme do iogurte a ponto de ser consumido com uma colher;
- Iogurte batido/mexido: o processo de fermentação ocorre em tanques ou incubadoras, com subsequente batida do gel e embalagem. A textura semissólida é obtida após o resfriamento do produto e espessantes podem ser adicionados. Para o iogurte mexido o resfriamento ocorre em um trocador de calor externo, onde a temperatura varia de 18 °C e 25 °C, em menos de uma hora para plantas industriais;
- Iogurte para beber líquido ou fluído: o processo de fermentação é realizado em tanques, seguido pela quebra do gel e a homogeneização, adquirindo consistência líquida. É comercializado em embalagens plásticas.

Segundo Ferreira (2005), os principais tipos de iogurtes e leites fermentados são caracterizados pela sua diversidade:

- Textura: pode ser firme, mexido, líquido, congelado, concentrado ou em pós;
- Sabores: naturais, adoçados, aromatizados ou com pedaços de frutas ou mel;
- Vida útil diversificada/nutrição: com teor de gordura e teor residual de lactose.

De acordo com Robert, (2008) pode ser classificado de acordo com teor de gordura:

- Com creme: matéria-gorda mínima de 6g/100g;
 - Integrais: matéria-gorda mínima de 3g/100g;
 - Parcialmente desnatados: matéria-gorda máxima de 2,9g/100g;
- Desnatados: matéria-gorda máxima de 0,5g/100g.

2.3.1 Iogurte grego

No Brasil, segundo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, (CEPEA, 2018), o iogurte grego foi introduzido em 2012, sendo que seu consumo está associado as condições econômicas da população. Em média o brasileiro consome 13 kg/ano, enquanto a Argentina o consumo é de até 15kg/ano. Já em períodos econômicos desfavoráveis esse consumo, pelos brasileiros, cair para 7,5 kg/Ano (PIMENTEL et al., 2017). As vendas, em 2017, foram de R\$ 13,6 bilhões, segundo a *Yoghurt and Sour Milk*

Products in Brazil, ainda assim o Brasil representa o maior mercado de produto lácteos da América Latina, com 37% das receitas totais.

Apesar de ainda não existir uma legislação específica que regule a identidade e qualidade do iogurte grego no Brasil, Magalhães; Della Torres (2018), relatam que existem estudos comparativos da composição físico-química e o perfil sensorial de cinco diferentes marcas de iogurtes gregos, resultando em uma discrepância na composição química das amostras, resultada da falta de legislação específica. O iogurte grego apresenta maior volume de sólidos (proteína e gordura, entre outros) destacando-se como um produto diferencial sob aspecto sensorial, composição nutricional e textura (RAMOS et al., 2009; COSTA et al., 2019).

Atualmente existem uma variedade de iogurtes concentrados no mundo, os quais recebem nomes diferentes conforme sua origem, *labneh* (Oriente), *skyr* (Islândia), *shrikhand* (Índia) e iogurte grego (Grécia) (ARYANA; OLSON, 2017).

O iogurte tipo grego, é o resultado do iogurte tradicional resfriado fermentado que passa por um processo de remoção do soro do leite, mantendo assim uma característica própria, mais concentrado em comparação ao tradicional (DESAI; SHEPARD; DRAKE, 2013). O processo para retirada do soro é feito por ultra filtração, centrifugação ou reversão por osmose, sendo a ultra filtração a mais utilizada pela indústria (UDUWERELLA et al., 2018; CHEN et al., 2018).

2.4 Iogurte com propriedades funcionais ou bioativas

Substâncias bioativas podem ser nutrientes ou não nutrientes presentes em alimentos, o qual possuem ação metabólica ou fisiológica específica no organismo (BRASIL, 2018). O potencial bioativo das frutas e vegetais são evidenciados por Coman et al. (2019), que destacam as ações destes compostos em aplicações alimentícias, originando os alimentos funcionais. El-Said (2014), também pontua o crescente interesse na aplicação dos resíduos de processamento de frutas (cascas, sementes, flores) como ingredientes de alimentos funcionais e bioativos.

A Tabela 1 apresenta trabalhos citados na literatura que empregam compostos naturais, com propriedades bioativas, no desenvolvimento de iogurte.

Tabela 1 - Trabalhos citados na literatura que empregam compostos naturais, com propriedades bioativas, no desenvolvimento de iogurte.

Produto	Composto com Propriedade Bioativa	Quantidade de Composto Adicionado	Propriedade Bioativa	Referência
Iogurte funcional	<i>Siraitia grosvenorii</i> (SGF)	Extrato de SGF (0,5, 1 e 2%)	Atividades antioxidantes, enzima de conversão da angiotensina bioatividades inibitórias (ECA-I) e antibacteriana.	Abdel-Hamid et al. (2020).
Iogurte grego	Pó de café e soro do leite (CW-SCG)	(CW-SCG) CW-SCG (100/0, 75/25, 25/75 e 0/100 em peso/peso)	Atividade antioxidante.	Osorio-Arias et al. (2020).
Iogurte	Farinha de grão de bico	1, 2 e 3%	Agente prebiótico, antioxidante	Hussein et al. (2020).
Iogurte	Marmelada de flores de Hibiscos	0, 15, 20%	Antioxidante	Arslaner et al. (2021).
Iogurte	Extrato de arroz Riceberry	0,125% e 5%	Antocianinas e antioxidante	Anuyahong et al. (2020).
Iogurte para beber	Bagaço de maçã	2, 4 e 6% 1, 2 e 3%	Estabilizante natural e aumento de fibra alimentar	Wang et al. (2019).
Iogurte	Hortelã-pimenta, endro e manjeriço	Ervas embebida na proporção (1:10)	Antioxidante e anti-enzima de conversão de angiotensina (ECA-I).	Amirdivani; Baba (2019).
Iogurte	Suco de romã em pó	1 a 5% de suco de romã em pó	Atividade antioxidante	Pan et al. (2019).
Iogurte	Goma de manjeriço (BSG)	Uma solução de BSG a 0,5 e 1%	Atividade antioxidante	Kim et al. (2019).
Iogurte	Extrato de semente de Chia	Extrato de chia 0,05 ou 0,1% (v/v)	Antioxidante e anti-inflamatórias	Kwon et al. (2019).

Iogurte	Extrato de semente de Camu-camu (LCE)	LCE (0, 0,25, 0,5, 0,75 e 1,0 g/100 g)	Agente antioxidante e antiproliferativo	Fidelis et al. (2019).
Iogurte	Extrato de hidrolisado de resíduo de canela	10%	Antioxidante	Tang et al. (2019).
Iogurte	Pó de linhaça	0, 1, 3 e 5%	Antioxidante	Marand et al. (2019).
Iogurte funcional	Concentrado de proteína de soro de leite (WPC)	WPC 3%	Composto bioativos	El-Fattah et al. (2018).
Iogurte	Extrato de moringa	0 a 0,2% de extrato de moringa	Propriedades antioxidantes	Zhang et al. (2018).
Iogurte em pó	Casca de romã e mel	Pó de romã (0-10%) Mel (0-5%)	Propriedades antioxidantes	Kennas et al. (2018).
Iogurte	Chá verde em pó (GTP)	GTP 0-3%	Atividade antioxidante	Jeong et al. (2018)
Iogurte	Folhas de oliveira	2, 4, 6, 8, 10%	Atividade antioxidante	Tavakoli et al. (2018)
Iogurte	Polpa de flores mirtilo	1 e 5%	Atividade antioxidante	Liu; Lv. (2018).
Iogurte	<i>Spirulina platensis</i>	0,25%	Atividade antioxidante	Barkallah et al. (2017).
Iogurte	Polpa de morango concentrado	15 e 30%	Atividade antioxidante	Jaster et al. (2017).
Iogurte	Casca de avelã	3 e 6%	Atividade antioxidante	Bertolino et al. (2015).
Iogurte	Extrato de casca de Romã	5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35%	Atividade antioxidante	El-Said et al. (2014).
Iogurte de romã	Suco de romã	40%	Atividade antioxidante	Trigueros et al. (2014).
Iogurte	Extrato de erva mate	11,50; 18,58; 22,94; 23,21; 42,66; 55, 40; 84,31 e 99,52%	Atividade antioxidante	Preci et al. (2011).

Portando, de acordo com o que foi observado na literatura até o momento não existem estudos com a produção do iogurte adicionado de fruta ou de extrato da fruta araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine).

2.5 Araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine)

Psidium Cattleyanum Sabine, é o nome científico de araçá, araçazeiro ou araçá coroa (FRANZON; SILVA, 2018). Ele está presente na mata atlântica, da Bahia até o Rio Grande do sul, bem como em outros países da América do Sul (FRANZON, 2009).

Sua classificação taxonômica é: classe Magnoliopsida, ordem Myrtales, família Myrtaceae, gênero *Psidium* e espécie *P. cattleyanum* (DE ALMEIDA LOPES; DE OLIVIERA SILVA, 2018).

Seu período de floração é de junho a dezembro, e a maturação do fruto ocorre de setembro a março, como não é uma planta muito exigente pode ser cultivado também em pomares domésticos (BRASIL, 2004; SOBRAL et al., 2015).

Do gênero *Psidium*, são mais de 100 espécies encontradas no Brasil, destes 5 são encontrados no Rio Grande do sul: a *Psidium austrele Cambesèdes*, *P. incanum* (Berg) Burret, *P. Luridum* (Sprengel) Burret, *P. pudifolium* Burret e *P. Cattleyanum* Sabine (BRASIL, 2004; SOBRAL et al., 2015).

No sul do Brasil a floração pode ocorrer em 3 épocas, sendo a primeira em setembro à outubro, a segunda em dezembro e uma eventual terceira floração pode ocorrer em março, sendo assim os frutos podem ser colhidos de outubro à março (PEREIRA et al., 2018). Pode-se produzir até 10 toneladas de frutos por hectare em um pomar de araçá em condições específicas (FRANZON et al., 2009).

O nome “araçá” origina-se do tupi *ara'sa* ou do guarani *ara* (que significa céu) e *aza* (Olho), ou seja, fruto com olhos (DONADIO et al., 2002; SILVA JÚNIOR, 2005). Os frutos são compostos por bagas globosas, arredondados, de coloração verde, amarela ou vermelha, de acordo com a espécie. A polpa é branca-amarelada ou avermelhada, mucilagínosa, aromática, numerosa em sementes (TULER, 2018; FRANZON, 2009; BRASIL, 2004).

A fruta araçá-vermelho pode ser consumida *in natura* ou processada, sua composição química e suas características nutricionais conferem ao araçá, potencial para industrialização por meio de preparações como geleias, sucos, sorvetes e licores, entre outros, e de suas sementes pode ser extraído óleo (REISSIG et al., 2016; PATEL, 2012; BEZERRA et al., 2006). Seu sabor exótico (polpa doce, levemente ácido/picante)

(BIEGELMEYER et al., 2011) e presença de compostos funcionais em seus frutos, tornam-se interessantes do ponto de vista comercial, principalmente para aqueles mercados que buscam por alimentos com potencial bioativo (FRANZON et al., 2019).

O araçá vermelho possui altos teores de açúcares, fibra alimentar, e uma excelente fonte de vitamina C, que podem representar entre quatro à sete vezes mais vitamina C que as frutas cítricas, também são fontes de compostos naturais com potencial fitoquímicos/bioativos (compostos fenólicos e carotenoides), e apresenta também atividade antioxidante, anti-inflamatória, bactericida e fungistática, os quais são benéficos a saúde na prevenção de doenças (MEREGALLI, 2017; REISSIG, 2015; BRASIL, 2015; DALLA NORA et al., 2014). O araçá possui cálcio, magnésio, cobre, manganês, potássio e rico em fibras, conforme destacado na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal de frutos de araçá.

Componentes		Teores
Água (g/100g)		82,80
Carboidratos totais (g/100g)		4,85
Fibras Alimentares (g/100g)		10,49
Lipídios (g/100g)		0,62
Proteínas (g/100g)		0,46
Valor energético total (kcal)		24,46
Minerais (mg/100g)	Cálcio	174,04
	Cobre	0,81
	Ferro	0,17
	Fósforo	26,59
	Manganês	6,87
	Potássio	315,44
	Sódio	26,20
	Zinco	0,74

Fonte: Brasil (2015).

O araçá vermelho (*Psidium Cattleianum*) apresenta atividade antiglicêmica (VINHOLES et al., 2015), atividade antioxidante (VINHOLES et al., 2015; SCUR et al., 2016; VINHOLES et al., 2017), inibição da α -glucosidase (VINHOLES et al., 2017), atividade antimicrobiana (PEREIRA et al., 2019; SCUR et al., 2016; BUSO-RAMOS et

al., 2017; ALVARENDA et al., 2015), compostos fenólicos (MEDINA et al., 2011; SILVA et al., 2014; FALEIRO et al., 2016; MALLMANN et al., 2020) e presença de taninos, flavonoides e triterpenoides (SCUR et al., 2016). Além destes, estão presentes nos metabólitos secundários, as catequinas, saponinas, antraquinonas, taninos, glicosídeos e esteroides (FALEIRO et al., 2016).

Os fitoquímicos/compostos bioativos encontrados no araçá, são compostos naturais, resultantes do metabolismo secundário das plantas, para as plantas esses compostos naturais tem a função de proteção à estresses bióticos e abióticos, e muito importante na nutrição humana por possuírem valores nutricionais e farmacológicos, além de serem utilizados como aditivos aromáticos e corantes (BORGES; AMORIM, 2020). Esses compostos naturais são divididos em três grandes grupos: os terpenos, os compostos fenólicos e compostos nitrogenados (KORTBEEK et al., 2019; DE LA ROSA et al., 2019; PAGARE et al., 2015).

2.6 Antioxidantes

Os compostos naturais que se destacam com ação antioxidante são os compostos fenólicos (antocianinas, flavonoides e ácidos orgânicos) e os carotenoides (licopeno, β -caroteno, zeaxantina, entre outros) (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; LIN et al., 2016; GRANATO, 2016).

Para ser considerado um bom agente antioxidante, esse deve ser capaz de prevenir a oxidação das espécies reativas, estimular o mecanismo de defesa do organismo e fornecer uma grande quantidade de moléculas com propriedades sequestrantes de radicais livres (MUNHOZ et al., 2014).

A capacidade antioxidante dos compostos fenólicos está associada à presença de seus grupamentos hidroxila, esses são capazes de doar íons H^+ para os radicais livres, impedindo a formação das reações de oxidação em cadeia. Sendo importante determinar o seu teor nos alimentos para avaliar as possíveis contribuições como agentes antioxidantes (LOSADA-BARREIRO; BRAVO-DIA, 2017).

As reações de oxidação (ROS) podem produzir radicais livres que se refere a um átomo ou moléculas instáveis/altamente reativo com único elétron, que podem retirar o elétron ou átomo de outros substratos e induzem a decomposição oxidativa do substrato. Quando produzidos em excesso os radicais livres causam danos às células e tecidos. O estresse oxidativo (ROS) está relacionado a doenças como câncer, doenças

neurodegenerativas (Alzheimer) e cardiovasculares, diabetes, depressão, e doenças do envelhecimento (LUO et al., 2019; IBI; YABE-NISHIMURA, 2020).

No estresse oxidativo ocorre um desequilíbrio entre o oxidante e os antioxidantes, então ocasionando o dano molecular, e conseqüentemente em doenças crônicas ou degenerativas, o estresse oxidativo pode ser gerado endogenamente (metabolismo celular) o exogenamente (exposição) (SIES, 2020). Dessa forma, quando o organismo é exposto a agentes oxidantes como radiação ultravioleta, luz visível e radiação infravermelha, poluição do ar, fumaça de tabaco, estresse, ozônio e uma série de outros fatores podem desencadear as espécies reativa de oxigênio (ROS) (KRUTMANN et al., 2017; FUSSELL; KELLY, 2019). Embora exista o conceito que ROS seja prejudicial a células e tecidos, estudos apontam que ROS é um guia secundário para determinar reatividade e a função das células imunes (células B, células T, MDSC e granulócitos) sob diferentes situações (ZHANG et al., 2019), e atua também na interação com as vias de degradação autofágica, responsável pela homeostase celular (ORNATOWSKI et al., 2020). Um estudo de revisão feito por Zhang et al. (2019), para compreender as principais vias de geração e liberação de ROS, destacou que ROS serve como mediadores críticos na regulação e sinalização celular em ambos, estado fisiológico e fisiopatológico.

A escala de ROS e sua diferentes contribuições nas funções celulares, no nível 1 na homeostase redox, ROS contribui para sinalização fisiológica, no nível 2 contribui para a proliferação e angiogênese; no nível 3 com o aumento moderado de ROS, contribui para resposta inflamatória e imunidade nata, já no nível 4 com desequilíbrio de ROS, o mesmo contribui para vários tipos de morte celular (SUN et al., 2020).

A função do antioxidante é inibir a oxidação de outras moléculas, prevenindo assim os danos oxidativos a lipídios, proteínas, RNA e DNA (CHRISTENSEN, 2018). Os antioxidantes são divididos em dois grupos os antioxidantes endógenos (enzimático ou não enzimático) e antioxidantes exógenos (CÖMERT; GÖKMEN, 2020).

A defesa antioxidante nos sistemas vivos, atuam em diferentes níveis, podem ser preventivos de radicais, eliminação de radicais e reparo de danos induzidos por radicais. Sendo assim, os antioxidantes de defesa endógeno enzimáticos e não enzimáticos podem ser classificados como antioxidantes de primeira, segunda, terceira e quarta linha (MIROŃCZUK-CHODAKOWSKA et al., 2018).

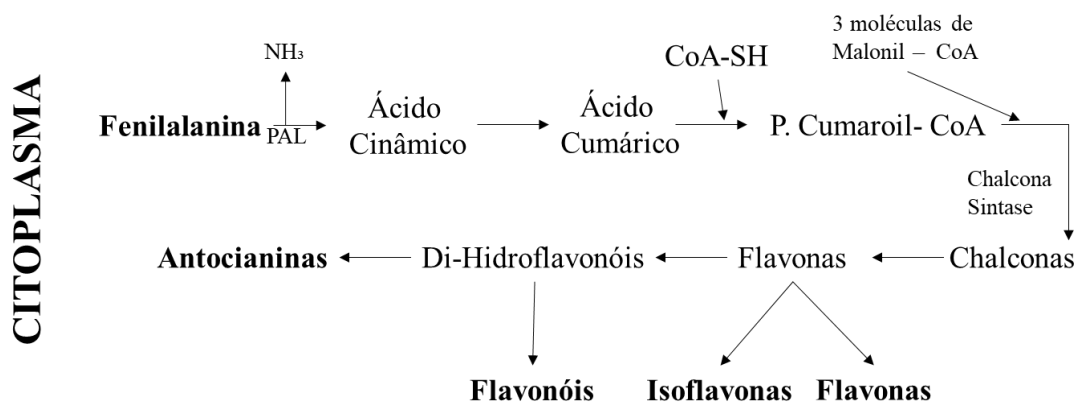
Já os antioxidantes de origem exógena são os carotenoides, vitamina E, A e C, flavonoides (NEHA et al., 2019), que são encontrados em frutas e vegetais de cores variadas (WALL-MEDRANO; OLIVAS-AGUIRES, 2020). Os antioxidantes de origem

dietética, estão associados à prevenção do estresse oxidativo crônico relacionados a doenças, incluindo alguns tipos de câncer, doenças cardiovasculares, diabetes e doenças neurológicas e neurodegenerativas (CÖMERT; GÖKMEN, 2018; COSTA-RODRIGUES et al., 2018; CHANG et al., 2018; HAJIALYANI et at., 2019; PAROHAN et al., 2019; DYCK ET AL., 2019; VAN DER SCHAFT et al., 2019; SAINI et al., 2020; SUN et al., 2020).

2.6.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos têm grande diversidade química, desempenhando um papel muito importante na saúde humana, pelo seu potencial nutricional, antioxidante, antibacteriana e antifúngica. Nas plantas, os compostos fenólicos desempenham função importante como agentes atrativos para a polinização e disseminação de sementes, (MEDINA et al., 2011; LIN et al. 2016; VUOLO et al., 2019). Grande parte dos compostos fenólicos, são derivados da fenilalanina (TAIZ; ZEIGER, 2009), conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Esquema simplificado da rota de produção de compostos fenólicos.

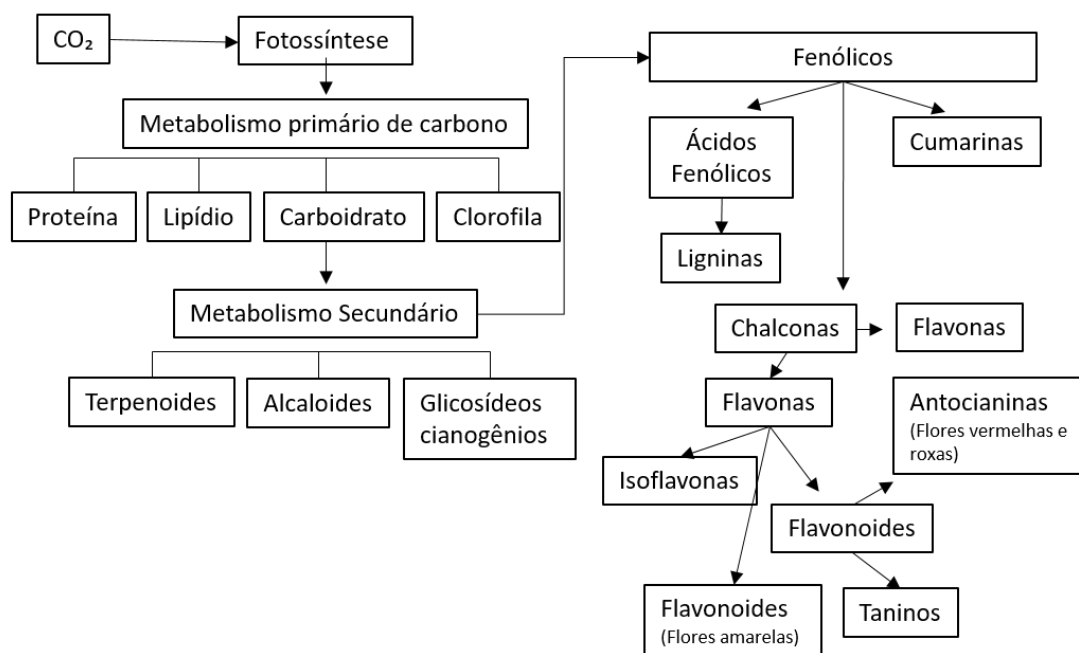


Fonte: Taiz; Zeiger (2009).

Os compostos fenólicos são provenientes prioritariamente do metabolismo secundário das plantas, que estão diretamente ligados ao metabolismo primário e sintetizados através da via do acetato e chiquimato e pela metabolização dos fenilpropanoides em plantas (Figura 3). A função dos metabolitos secundários está relacionada diretamente à defesa, proteção e prevenção da saúde da planta, em condições de estresse biótico e abiótico,

oxidação, radiação ultravioleta dentre outros (LIN et al., 2016; TSIMOGIANNIS; OREOPOULOU, 2019; VUOLO et al., 2019).

Figura 3 - Via metabólica de produção dos compostos fenólicos nas plantas.



Fonte: Vuolo et al. (2019).

Os compostos fenólicos que mais se destacam em alimentos são os fenilpropanoides, os flavonoides e os taninos, sendo primordial a quantificação e identificação desses compostos dotados de propriedades biológicas e químicas benéficas à saúde, normalmente responsáveis pela cor, sabor, e aroma de várias frutas, flores, vegetais e até especiarias, (CHIKEZIE; IBEGBULEM; MBAGWU, 2015; NUNES; BESTEN, 2016; FERREIRA et al., 2017).

Os fenólicos presentes nas frutas, verduras e legumes são uma das principais fontes de antioxidantes da dieta juntamente com os carotenoides; ambos apresentam a capacidade de proteger o organismo contra danos oxidativos (LIN et al., 2016; BARBA et al., 2017)

Os compostos fenólicos possuem um anel aromático que apresenta um ou mais grupos hidroxila, sua estrutura pode variar desde uma simples molécula fenólica à um complexo polímero de elevado peso molecular (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAN, 2006, DEL RIO et al., 2013). Sendo encontrados na sua forma livre ou ligados a carboidratos, proteínas ou lipídeos podem apresentar uma porção extraível e outra não

extraível. A fração extraível, ou seja, solúvel são fenólicos que podem ser extraídos usando diferentes solventes normalmente esses fenólicos estão em sua forma livre ou ligados fracamente a outros compostos. Já a fração não extraível (insolúveis), são fenólicos que estão ligados a polissacarídeos da parede celular ou a proteínas, formando compostos insolúveis e complexos estáveis (ALVARENDA et al., 2015; ARRUDA et al., 2018), apesar dos compostos fenólicos insolúveis não serem extraídos pelos solventes orgânicos, quando digeridos sofrem ação de enzimas e da microbiota intestinal e podem ser liberados, metabolizados e absorvidos pelo organismo (WANG et al., 2016; ARRUDA et al., 2018).

As classes de compostos fenólicos mais importantes encontradas na dieta humana são os ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Quimicamente, os ácidos fenólicos têm pelo menos um anel aromático em que pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupo hidroxila (HELENO et al., 2015). Atualmente, são conhecidas mais de 8.000 estruturas de compostos fenólicos. Eles podem ser categorizados em várias classes, conforme mostrado na Tabela 3 (DEL RIO et al., 2013).

Tabela 3 - Classe dos compostos fenólicos nas plantas: categorias.

Classe	Estrutura
Fenólicos simples, benzoquinonas	C6
Ácidos hidroxibenzóicos	C6 – C1
Ácidos hidroxicinâmicos, fenilpropanóides	C6 – C3
Acetofenonas, ácidos fenilacéticos	C6 – C2
Xantonas	C6 – C1 – C6
Estilbenos, antraquinonas	C6 – C2 – C6
Flavonas, flavonóis, Isoflavonas, antocianinas	C6 – C3 – C6
Lignanas, neolignanos	(C6-C3) 2
Ligninas	(C6-C3) n
Taninos condensados	(C6-C3-C6) n

Fonte: Del Rio et al. (2013).

A absorção dos compostos fenólicos é dependente de diversos fatores, dentre eles, fatores exógenos e endógenos, como a predisposição genética individual, idade, tempo de trânsito intestinal, complexidade da matriz alimentícia, estrutura química, dentre outros. O metabolismo dos compostos fenólicos e demais fitoquímicos no organismo é

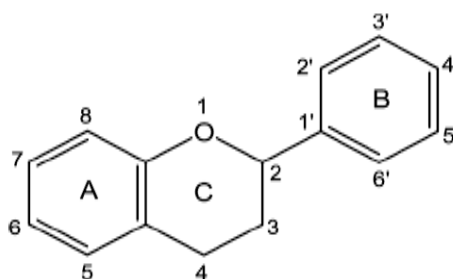
um processo complexo e sua ação benéfica à saúde depende da capacidade do organismo, de absorver, armazenar e utilizar esses compostos (HOLST; WILLIAMSON, 2008; BARBA et al., 2017).

2.6.2 Flavonoides

Os flavonoides são polifenólicos de baixo peso molecular, produzidos como metabólitos secundários da planta, globalmente difundido no reino vegetal, é essencial para sobrevivência da planta atua na coloração das flores, sinalização, transporte de auxina, inibição proteção ultravioleta (UV) e alelopatia (OWONA, 2020); (KHALID et al., 2019). Os flavonoides são encontrados em vegetais, frutas, feijão, grãos e ervas (SHENG et al., 2018; ARVANITI, et al., 2019; KHAN et al., 2019; CHHIKARA et al., 2019; SINGH et al., 2020; PEROVIĆ et al., 2020; GRAF et al., 2020; VERMA; SRIVASTAV, 2020).

Os flavonoides são compostos de baixo peso molecular, contendo 15 átomos de carbono, configurado na formação C₆-C₃-C₆. A estrutura química dos flavonoides é composta, por um esqueleto fenil-benzopirano, compostos por dois anéis aromáticos (A e B) ligados a um anela tretra-hidropirano (C) (DE ARAÚJO et al., 2020). A Figura 4 representa a estrutura química dos flavonoides.

Figura 4 - Estrutura química dos flavonoides.

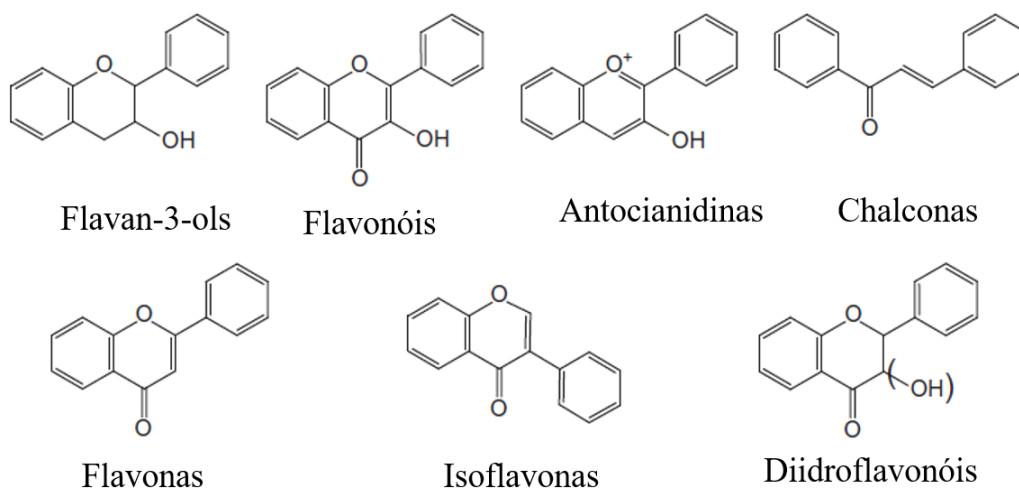


Fonte: Ren; Niah; Perussello, (2020)

Já foram identificados mais de 8.000 flavonoides diferentes, e um número considerável de flavonoides é descoberto a cada ano (ALSEEKH et al., 2019). Os flavonoides são descritos e classificados conforme sua estrutura química, mas principalmente pelo grau de oxidação e substituição presente no anel C. Os subgrupos (flavona, flavonol, flavan-3-ol, flavanona, flavanonol, isoflavona, chalcona e

antocianidinas) (ZHOU et al., 2020). Esses compostos podem ser subdividido em classes, as quais estão representados na Figura 5.

Figura 5 - Estrutura química dos subgrupos de flavonoides.



Fonte: Santos-Buelga et al. (2019).

Os flavonoides são compostos naturais benéficos à saúde, cada vez mais evidências científicas tem mostrado suas propriedades anti-inflamatórias, antioxidantes, antivirais, antifúngico, antialérgica, na prevenção de doenças cardiovasculares e diabetes tipo 2 e atua também na prevenção de câncer entre outros (MALEKI et al., 2019; MARK et al., 2019).

Segundo Wang; You (2016) ainda há uma série de desafios associados à disponibilidade (bioacessibilidade/bioatividade) na determinação de doses seguras para o consumo, ainda assim os flavonoides demonstram ser eficazes na prevenção e tratamento de doenças e terapia complementar.

Um estudo feito por Tavsan; Kayali (2019) os flavonoides demonstraram efeitos anticâncer nas células cancerosas do ovário. Um artigo de revisão feito por Bakoyiannis et al., (2019) fez um resumo da literatura destacando os efeitos dos flavonoides no sistema cognitivo, como aumento da neogênese e função cognitiva apropriada sob condições saudáveis ou patológicas. Perez Gutierrez; Velazquez (2020), isolaram flavonoides glicopiranosídeos do espinafre o mesmo demonstrou que inibem a formação de produtos finais da glicação avançada (AGEs) e atividade da aldose redutase que envolvidos nas complicações do diabetes. Os flavonoides também estão envolvidos na sobrevivência e

função das células beta-pancreáticas (GHORBANI et al., 2019). Um estudo feito por DOU et al., 2020) isolou flavonoides da flor *G. Veitchiorum*, o qual exibiu atividade antioxidante, reduzindo geração de ROS, mas também regulam metabolismo do colesterol. Os flavonoides são opções promissoras no desenvolvimento de alternativas eficazes na prevenção ou tratamento de doenças (BALLARD; MARÓSTICA, 2019).

2.6.3 Antocianinas

As antocianinas fazem parte família dos flavonoides e são consideradas como um composto bioativo principalmente devido às suas propriedades antioxidantes. As antocianinas são pigmentos naturais de frutas, flores, folhas e algumas plantas vasculares e em qualquer tecido vegetal. As quais são responsáveis pelas palhetas de cores características das antocianinas como tons de rosa, vermelho, laranja, roxo e azul, são solúveis em água e sofrem alterações dependendo do pH ambiental. E está difundida na dieta humana por alimentos à base de plantas (TARONE; CAZARIM; MAROSTICA JUNIOR, 2020; THORNTHWAITE et al., 2020).

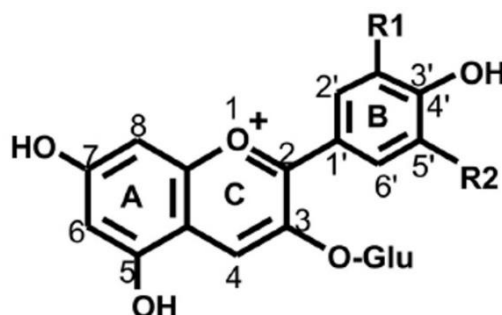
As antocianinas também são utilizadas como conservantes naturais, possui efeito antibacteriano, e também protegem ingredientes alimentícios contra estresse durante armazenamento e transporte e na produção de embalagens (SUN et al., 2018; MA et al., 2019; GONG et al., 2020; TIAN et al., 2020; YONG; LIU, 2020). O grande interesse nos compostos naturais em específico as antocianinas são evidenciados no Relatório do Mercado Global de antocianinas 2020-2025, onde destaca o uma previsão de crescimento de sua aplicação em torno de 4,5% até 2025.

As antocianinas são glicosídeos de polihidroxi e polimetoxi derivados de um esqueleto 2-fenil-benzopírico (cátion *Flavylium*) (VERMA et al., 2020). Sua estrutura é formada pela antocianidina (aglicona) e em algumas situações por grupo acila (BALLISTRERI et al., 2019). No núcleo da antocianidinas tem um esqueleto flavonoide (C₆-C₃-C₆), o qual possui um anel aromático ligado por C-C ligado a um constituinte fenil. As antocianidinas têm duas ligações no anel benzopirano, dessa forma possuem carga positiva. (WANG et al., 2020) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2019); (PINA et al., 2015). A Figura 6 representa a estrutura química das antocianinas.

As antocianinas nas plantas exercem um papel de proteção, muito mais que seu apelo estético elas tem importante papel na polinização e dispersão das sementes, protegem as plantas dos estresses bióticos e abiótico, adapta da planta as mudanças climáticas; atuam como agentes fotoprotetores, tem a capacidade de absorver raios ultravioletas e radicais

livres, também exercem um bom desempenho na pós colheita dos vegetais, e devido sua capacidade multifuncional na indústria de alimentos é amplamente utilizada como corante natural de alimentos e bebidas, muito importante também na indústria nutracêutica, farmacêutica e cosmética (BURTON-FREEMAN et al., 2016; LIU et al., 2020; BELWAL et al., 2020).

Figura 6 - Estrutura química das antocianinas.



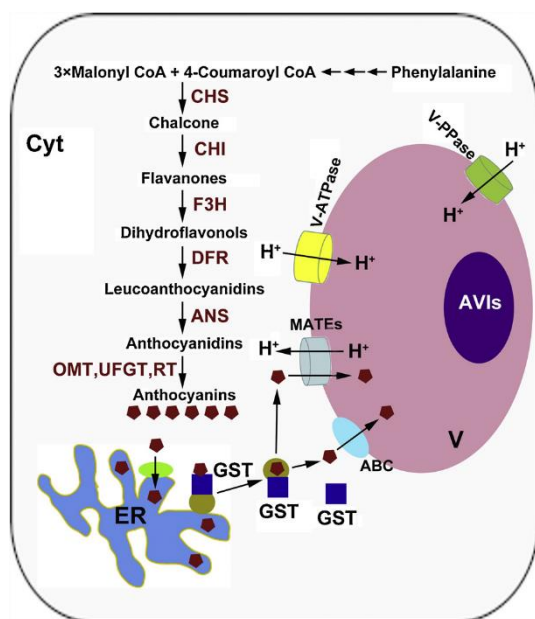
Fonte: Rodriguez-Amaya et al. (2019).

E quanto ao benefício das antocianinas na saúde humana, destaca-se pela grande número de estudos relacionados ao tema, sua atividade biológica está relacionada a suas atividades antioxidantes, antialérgicas, anti-inflamatório, antiviral, antiproliferativo, antimicrobiano, antimutagênicas, antitumorais, melhora da microcirculação capilar periférica, as antocianinas também estão associadas a baixa prevalência ou alívio de alguns distúrbios câncer, doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, declínio cognitivo (KIRAKOSYAN et al., 2018; XIE et al., 2018; GOWD et al., 2018; CASSIDY, 2018; KANG et al., 2019; GOMES et al., 2019; FALLAH et al., 2019; ZHANG et al., 2019; FAKHRI et al., 2020; SAKAKI et al., 2020). Um estudo feito por Zhang et al. (2018), desacataram o efeito das antocianinas na redução inflação de artrite em ratos. Uma revisão sistemática e meta-análise de testes clínicos estudou o efeito das antocianinas dietéticas sobre os biomarcadores do controle glicêmico e metabolismo da glicose e conclui que as antocianinas dietéticas podem ser usadas como terapia adjuvante para melhorar os biomarcadores do controle glicêmico e do metabolismo da glicose, especialmente em diabéticos (FALLAH et al., 2020). Outro estudo feito por Han et al. (2018), sobre a digestão e absorção das antocianinas da uva vermelha e vinho trato gastrointestinal, conclui que as antocianinas podem exercer benefícios sobre à saúde, não apenas por meio de seus compostos intactos, mas também pela via de metabólitos degradados, mas pontua que são necessários mais estudos para explorar a digestão e

absorção de antocianidinas em uvas vermelhas e vinho. Mas Braga et al. (2018), destacam que propriedades benéficas das antocianinas dependem muito de sua biodisponibilidade, em função disso muitos estudos estão investigando a biodisponibilidade das mesmas.

O mecanismo de síntese das antocianinas (Figura 7) acontece pela influência de UDP-glucose: flavonoides-3-O-glucosiltransferase (UFGT) e são convertidos em antocianinas estáveis, que são transportadas para vacúolos para armazenamento, a glutathione-S-transferase (GST participa desse processo de transporte) (GU et al., 2019). A biossíntese é regulada por dois genes, um codifica as enzimas na via sintética e o outro codifica fatores de transcrição, os quais regulam a expressão dos genes estruturais (CHEN et al., 2019; SAIGO et al., 2020).

Figura 7 - Mecanismo de síntese das antocianinas.



Fonte: Zhao (2015).

As antocianinas mais encontradas são diferenciadas por sua estrutura química, que também é responsável pela variação de cores das antocianinas, sendo a Cianidina-3-glicosídeo (Cy), a mais encontrada na natureza. Nas frutas, as antocianinas mais encontradas são a Perlagonidina (Pl) (cor laranja/vermelho), cianidina (cor vermelha) e delphinidina (Dp) (cor magenta), enquanto nas flores as mais encontradas são a peonidina (Pe) (cor Roxo ou azul), a pentunidina (Pt) (Cor roxo) e a malvidina (Mv) (cor roxo) (KAMMERER, 2016), que estão representados na Tabela 4. A diferença entre as antocianinas é devido ao número de hidroxilas e o grau de ligação do grupo metila, o

número e a natureza dos açúcares ligados para a molécula, a posição da ligação de açúcar, e a natureza e número de ácidos aromáticos ligados aos açúcares (SINOPOLI et al., 2019). A intensidade e a cor fornecidas pelas antocianinas dependem do número de grupos hidroxila e metoxila, quando aumenta o grupo metoxila ocorre a cor azulada, e quando aumenta o grupo hidroxila ocorre a cor vermelha (CALDERARO et al., 2020).

Tabela 4 - Estruturas das antocianinas.

Antocianina	R₁	R₂	R₃	Cor
Pelargonidina	H	H	H	Laranja/vermelho
Cianidina	OH	OH	H	Vermelho
Delfinidiana	OH	OH	OH	Magenta
Peonidina	OCH ₃	H	OH	Roxo ou azul
Petunidina	OCH ₃	OH	OH	Roxo
Malvidina	OCH ₃	OCH ₃	OCH ₃	Roxo

Fonte: Adaptado de Burton-Freeman (2016); Adaptado de Williamson (2020).

As antocianinas estão presentes em quase todas as plantas, porém em diferentes órgãos como flores, frutas, caules, folha e raízes (WALLACE; GIUST, 2015). As antocianinas podem ser encontradas em frutas como morango, Framboesa vermelha/Preta, amora, açaí, sabugueiro preto, laranja sanguínea, ameixa, romã, mirtilo e uva vermelha, já no vegetais são encontrados na cenoura preta, cebola vermelha, feijão preto, repolho roxo e batata roxa, já nos cereais são encontrados no milho roxo, milho azul, arroz roxo e preto, em nozes são encontrados as antocianinas no pistache e em flores comestíveis as antocianinas são encontradas na petúnia vermelha (CHAVES-SILVA et al., 2018; GOWD et al., 2018; HUANG et al., 2019; SHEN et al., 2020 ZHOU et al., 2020).

Na Tabela 5 estão representadas a fonte natural de antocianina em suas diferentes estruturas.

Tabela 5 - Fonte de naturais de antocianinas e a principal estrutura.

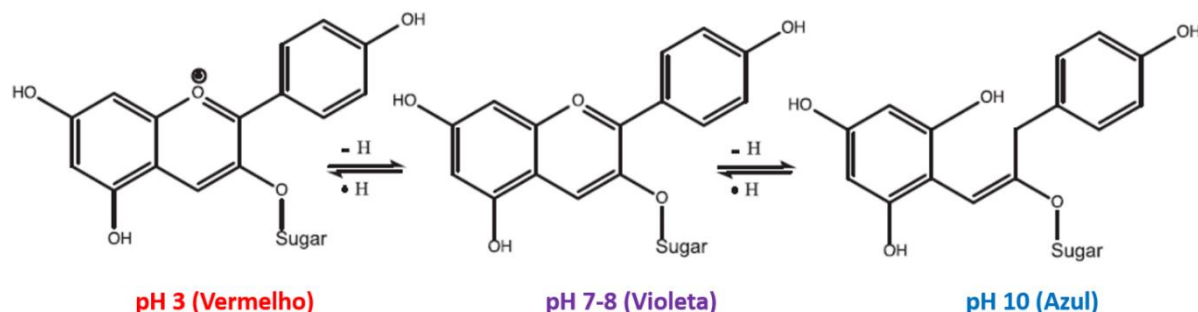
Fonte	Antocianina
Morango	Pl/Cy
Framboesa vermelha/Preta, amora, açai, sabugueiro preto, laranja sanguínea	Cy
Ameixa	Cy/Pe
Romã,	Pl/Cy/Dp/
Mirtilo,	Pe
Uva vermelha	My/Pt/Pe
Cenoura preta, repolho roxo	Cy
Cebola vermelha	Dp/Cy
Feijão preto	Pt/Dp/My
Batata Roxa	Pt/Pe
Milho roxo, milho azul	Cy/Pl/Pe
Arroz roxo	Cy/Pe
Arroz pret	Cy
Pistache	Cy
Petúnia vermelha	Cy
*Araçá vermelho	Cy

Fonte: Adaptado de Morata et al. (2019); *Meregalli et al. (2020).

As antocianinas são sensíveis ao pH, a qualidade, intensidade e estabilidade da cor depende do valor do pH. Quando ocorre mudança de pH de ácido para básico, ocorre uma mudança de cor reversível do vermelho para o azul (OLIVEIRA et al., 2014). As cores das antocianinas são causadas pela excitação da luz visível de duplo elétron ligado ligados a sua estrutura. As moléculas de antocianinas têm estruturas complexas, que são amplamente afetadas por situações ambientais, como pH, íons metálicos e nível de oxigênio impactam diretamente na cor. Em condições de pH ácidos (pH 1 a 3), a antocianina tem uma carga positiva localizada no átomo oxigênio, essa forma é conhecida com cátion flavílio, tem a cor vermelha e alta solubilidade em água. Quando o pH é aumentado para 4 a 6, ocorre a perda da carga positiva e a cor muda para violeta. Quando

o ambiente é alcalino, pH 8 a 10 a cor se modifica para azul profundo com o aumento da intensidade, ou seja, o pH tem influência na estrutura de cor da antocianina conforme Figura 8 (LIUDVINAVICIUTE et al., 2020; ZEECE, 2020).

Figura 8 - Efeito do pH na estrutura e cor das antocianinas.



Fonte: Zeece, (2020).

Um estudo feito por Tang et al. (2019), que investigaram a cinética sobre a cor das antocianinas com a variação do pH (2 a 10) e observaram que ocorrem mudanças na coloração, de vermelho brilhante para vermelho-rosa, roxo, violeta, azul e verde, com o aumento do pH.

As antocianinas são fitopigmentos instáveis, entre os flavonoides as antocianinas são as únicas que carregam carga positiva associada ao anel C do cátion flavílio, na ocorrência da hidrólise do anel C, ocorre a degradação da antocianina. Quando as células vegetais são rompidas e as antocianinas expostas elas podem formar um carbinol pseudo-base, quinoide ou chalcona, o que está associado a perda de cor (SABLANI, 2015). A taxa de cor é dependente do pH e temperatura, condições de luz, a presença de concentração de íons metálicos, oxigênio, ácido ascórbico, enzimas e concentração de antocianinas (SILVA et al., 2016; MARTYNENKO; CHEN 2016). Outro fator de instabilidade da antocianina é a formação de formas poliméricas, a qual está associada a uma cor no tom marrom e menos desejável (SCALZO et al., 2016).

A temperatura é um dos fatores que influenciam na degradação das antocianinas, a qual ocorre em temperaturas acima de 60°C. As antocianinas nos processos de produção e armazenamento não devem ser expostas a um ambiente de alta temperatura para evitar sua degradação (MU et al., 2017; MARTINSEN et al., 2020).

O pH é outro fator que influencia diretamente na estabilidade e propriedades das antocianinas, sendo o principal limitante no seu processamento e utilização. A cor das

antocianinas é dependente do pH, sendo vermelho em pH abaixo de 2 e mudando para azul e finalmente incolor conforme o pH aumenta (JIANG et al., 2018; TARONE; CAZARIM; MAROSTICA JUNIOR, 2020).

O ácido ascórbico pode aumentar a taxa de degradação das antocianinas, o efeito do ácido ascórbico nas antocianinas está relacionado com a formação de peróxido de hidrogênio (H_2O_2), resultante da reação do ácido ascórbico. O ácido ascórbico atua como ativador de oxigênio molecular, levando ao desenvolvimento de radicais livre provocando a interrupção do anel de pirílio (MUHAMAD et al., 2018).

A luz estimula a síntese de flavonoides, e a influência da luz na fotodegradação de fenóis dependem de alguns fatores como comprimentos de onda, pH concentração e estrutura (MUHAMAD et al., 2018).

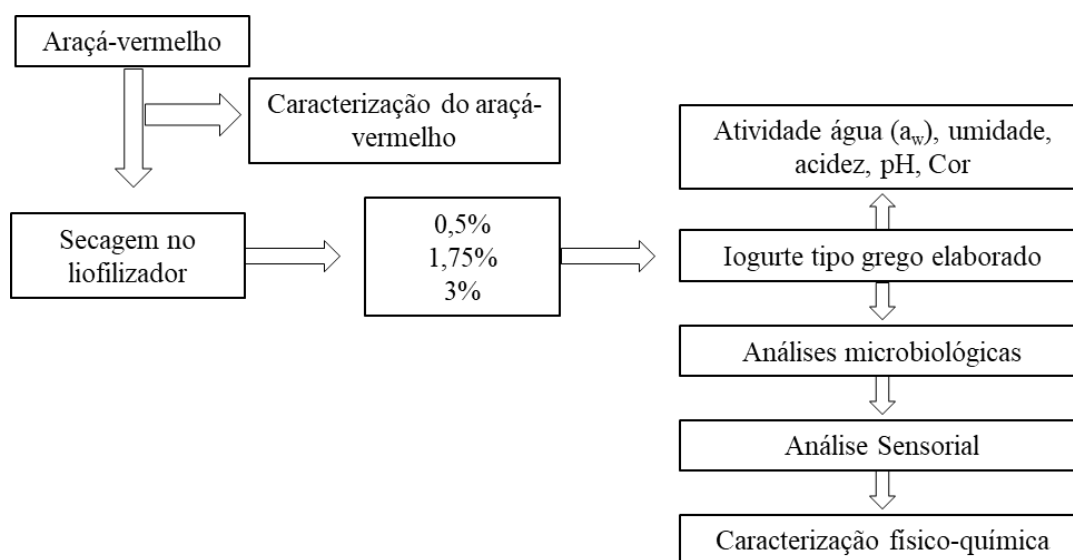
O oxigênio pode acelerar a degradação das antocianinas durante o processamento térmico, processamento e armazenamento (GUAN; ZHONG, 2015). As antocianinas podem ser oxidadas em contato com o ar, no geral as antocianinas diglicosiladas são mais suscetíveis à oxidação do que os monoglicosídeos (ESCRIBANO-BAILOÑ et al., 2019).

O açúcar é um ingrediente amplamente utilizado a alimentos e bebidas, o açúcar (sacarose) em concentração de 20% tem efeito protetor sobre as antocianinas, mas uma concentração mais alta provocará a degradação das antocianinas. Além da concentração do açúcar o tipo do açúcar pode influenciar na estabilidade das antocianinas (NIKKHAH et al., 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 9, apresenta um diagrama simplificado, mostrando as etapas realizadas na caracterização do araçá-vermelho e desenvolvimento e caracterização do iogurte grego.

Figura 9 - Diagrama simplificado das etapas realizadas na elaboração do iogurte grego com araçá-vermelho.



Fonte: Autor (2021).

3.1 Colheita, armazenamento e caracterização dos frutos de araçá-vermelho

Os frutos de araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) foram colhidos diariamente durante o período de janeiro a março de 2021, nas coordenadas -27.647844°, -52,283587°. Definiu-se, após avaliação visual, que o ponto de colheita ideal seria quando a porção inferior do fruto, ou seja, aquela que está ligada ao caule, estivesse com a coloração uniforme característica do araçá-vermelho. Após a colheita, os frutos foram selecionados manualmente, eliminando os avariados que porventura não tenham sido percebidos durante a colheita. Procedeu-se então uma lavagem com água corrente e imersão por 30 minutos em solução de NaClO a 200 ppm (BOTH et al., 1992). Em seguida, os frutos foram enxaguados. Os frutos foram acondicionados em embalagens de polietileno contendo a indicação de peso e data de colheita, e congelados à -10 °C (Figura 10). Uma amostra de galho com folhas e frutos foi incorporado no Herbário Pe. Balduino Rambo (HPBR), na URI- Erechim, sob o número de registro de exsicata 12609.

Figura 10 - Aspecto visual dos frutos de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine).



Fonte: o autor (2021).

Para a aplicação do araçá-vermelho na elaboração do iogurte gregos, os frutos foram desidratados pelo processo de liofilização. Para tanto, foi utilizado o liofilizador da marca Terroni, modelo LS3000M, conforme Figura 11a. Para iniciar o processo de liofilização, logo após a higienização dos frutos foi removida a semente do araçá-vermelho, de forma manual com um colher de sobremesa e em seguida foram picados e congelados em *freezer* convencional por 24 h (-18° C), e após, mantidos no liofilizador por aproximadamente 48 horas. Após o processo de secagem, as amostras foram armazenadas, a temperatura ambiente (20° C), em saco de polietileno embalado à vácuo (Figura 11b), revestidos com papel alumínio para proteger da luz.

Figura 11 - Liofilizador (Marca Terroni, modelo LS3000M) (a) e aspecto visual do araçá-vermelho liofilizado (b).



(a)



(b)

Fonte: O autor (2021).

A caracterização do araçá-vermelho foi realizada através das análises de umidade, pH, proteínas, cinzas, minerais, cor e atividade de água (a_w), antocianinas, compostos fenólicos totais, flavonoides, carotenóides totais e atividade antioxidante.

3.2 Elaboração e caracterização do iogurte grego

Foram realizados testes preliminares com concentrações de 1,75 a 5% de araçá-vermelho liofilizado utilizando iogurte tipo grego comercial (Vigor). Estas concentrações foram definidas tendo como base outros trabalhos publicados na literatura (HUSSEIN et al., 2020; ANUYAHONG et al., 2020; WANG et al., 2019; PAN et al., 2019; MARAND et al., 2019; TAVAKOLI et al., 2018). Foram avaliados os aspectos visuais e sabor durante 3 dias de armazenamento sob refrigeração.

Para a produção do iogurte grego foram utilizados 20 litros de leite integral (Santa Clara integral, pH de 6,74 e acidez 1,89%), 3% de leite em pó integral (CCGL), 16% de açúcar refinado (Caravelas) (GOMES et al., 2016) e 3% de iogurte natural (cultura *starter* – Batavo) (DIAS; PULZATTO (2009)). O leite foi aquecido a 90° C durante 3 minutos, já adicionado do leite em pó e açúcar previamente pesados (pH de 6,38 e acidez de 1,98%). Em seguida, foi resfriado até a temperatura de 42° C para a adição do iogurte natural (3%). Após a adição do iogurte natural, o leite foi transferido para iogurteira, até atingir o pH de 4,6. A fermentação ocorreu em um período de 6 horas.

No término do processo de fermentação, a massa do iogurte foi retirada da iogurteira e colocada em recipiente de plástico para o processo de resfriamento (20h) a fim de se inativar o processo fermentativo dos microrganismos produtores de ácido láctico. Em seguida, a massa de iogurte foi transferida para recipientes com sacos de algodão devidamente esterilizados para o processo de dessoragem à 5° C por 18 h e 30 minutos. Após a dessoragem, (Figura 12) a massa de iogurte foi pesada e dividida em 3 porções e de acordo com as formulações definidas e então adicionadas das concentrações do fruto de araçá-vermelho (0,5% - F2; 1,75% - F3; 3,0% - F4).

Figura 12 - Imagens ilustrativas do processo de dessoragem do iogurte.



Fonte: O autor (2021).

Após o processo de dessoragem foram realizadas análises de atividade água (a_w), umidade, acidez, pH e cor, durante 21 dias de armazenamento à 5°C. Após definida a melhor formulação determinou-se, proteína, lipídios e componentes minerais.

3.2.1 Rendimento

Após a dessoragem foi realizado o cálculo de rendimento do iogurte grego conforme Equação 1 descrito abaixo onde:

$$\% \text{ de Rendimento} = \frac{P_f \times 100}{P_i} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde, R é o rendimento, Pf é o peso final e Pi peso inicial.

3.3 Análises microbiológicas do iogurte grego

As análises microbiológicas do iogurte grego consistiram na pesquisa de *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, bolores e leveduras conforme estabelecido pela Instrução Normativa IN nº 60 de 23 de dezembro de 2019 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019) e bactérias lácticas.

Para pesquisa de *Salmonella*, 25 g de amostra foram pesadas em sacos estéreis e homogeneizadas em stomacher por 1 minuto em 225 mL de água peptonada tamponada e incubados a 36° C durante 18 a 24 horas. Foi realizado enriquecimento seletivo em

caldo Rappaport Vassiliadis (RV) com incubação a 42° C durante 24 horas e em caldo Tetrionato (TT) suplementado no momento do uso com 0,2 mL de iodo e 0,1 mL de verde brilhante a 0,001% e incubado a 36° C durante 24 horas. O plaqueamento diferencial foi realizado por transferência com alça de platina do caldo seletivo para placas de Agar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD) e Agar Entérico de Hectoen (HE). As placas foram incubadas a 36° C por 24 horas, para verificar o crescimento de colônias típicas de *Salmonella* sp. As colônias características de *Salmonella* spp. foram inoculadas em tubos com Agar Tríplice Açúcar Ferro (TSI), Agar Ferro Lisina (LIA) e Agar Urease (UA). As colônias com reações típicas foram submetidas a teste sorológico utilizando soro polivalente.

Para a determinação do número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* foi empregada a técnica dos tubos múltiplos (série de três tubos) utilizando Caldo Lauril Sulfato Triptose - LST (Kasvi) para o teste presuntivo e o Caldo *Escherichia coli*- EC (Kasvi), para o teste confirmativo (SILVA et al., 2006; SILVA et al., 2007). Alíquotas de 1mL das amostras previamente diluídas (para contagem de *S. aureus*) foram adicionadas, em três tubos de ensaio contendo 9 mL de caldo LST simples com tubos de Durham invertidos, para cada diluição. A incubação foi realizada de 35 a 37° C durante 24 - 48 horas. Transcorrido o tempo verificou-se a formação de gás nos tubos de Durham, indicando a presença de coliformes. Os tubos positivos foram repicados com auxílio de uma alça de platina em tubos contendo caldo EC e incubados a 45,5°C por 24 horas, para confirmação do resultado. A presença de gás nos tubos de Durham em caldo EC indica a presença de coliformes fecais, especificamente *E. coli*. A partir do número de tubos com gás e com o auxílio de uma tabela de Número Mais Provável (NMP) (SILVA et al., 2007), obteve-se o número mais provável de coliformes fecais ou *E. coli* por grama da amostra (NMP/g).

Para a contagem de bolores e leveduras empregou-se a metodologia descrita no Manual de Métodos e Análises Microbiológicas de Alimentos (SILVA et al., 1997).

Para a contagem de bactérias lácticas foi utilizada a metodologia descrita por BRASIL (1992), sendo que as amostras foram semeadas em profundidade em Caldo MRS (Man, Rogosa and Sharpe) para crescimento e incubadas a 30° durante 72 horas.

3.4 Análise sensorial do iogurte grego

Para análise sensorial, os participantes da pesquisa foram acondicionados em cabines individuais com iluminação da cor vermelha, e na sequência receberam 3 amostras de

iogurte tipo grego adicionado ao araçá-vermelho liofilizado (AVL) com as três formulações 0,5%, 1,75% e 3,0%, foi colocada uma amostra de cada uma das três formulações em copos de 50 mL em quantidades padronizadas de 30 g à 5° C e codificadas com 3 dígitos aleatórios para cada uma das três amostras e servidas utilizando um delineamento de blocos completos balanceados. Juntamente com as amostras, foi servida água, biscoito cream cracker e entregue a ficha para avaliação do iogurte grego.

Foram convidados a participar da pesquisa por 53 voluntários, não treinados, da comunidade acadêmica da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Erechim, envolvendo estudantes de graduação, professores e funcionários. Ressalta-se que foram seguidas todas as orientações de monitoramento e prevenção da contaminação causada pelo COVID 19, conforme protocolo estabelecido pela URI Erechim. O convite foi realizado por meio divulgação oral da análise sensorial na instituição de ensino. Todos os voluntários, assinaram primeiramente o Termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice I) e responderam em seguida o questionário (Apêndice II - Ficha de avaliação sensorial dos iogurtes), para possibilitar a caracterização dos mesmos sobre gênero, grau de escolaridade, faixa etária e se tinham o hábito de consumir iogurte tipo grego, com a finalidade de identificar a familiaridade destes provadores com o tipo de amostra apresentada. Para desenvolvimento do cálculo do índice de aceitação (IA) e do índice de intenção de compra (IC) dos iogurtes foi adotada a Equação 2.

$$IA \text{ ou } IC (\%) = 100 \times \frac{Média}{Maior \text{ nota } (9)} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: Média: representa nota média na escala hedônica, obtida para o produto analisado e, Maior nota: representa a nota máxima na escala hedônica que o produto recebeu.

Para o teste de aceitabilidade dos iogurtes grego adicionado de AVL, foi utilizada escala hedônica estruturada de 9 pontos onde o número 1 corresponde a “desgostei extremamente” e o número 9 a “gostei extremamente” (DUTCOSKY, 2013). E também foi avaliado a intensão de compra do iogurte grego adicionado ao AVL para as três formulações, onde os voluntários avaliaram cada amostra em uma escala de cinco pontos, em que 5 representa que “certamente compraria” o produto e, 1 “certamente não compraria” o produto (IAL, 2008).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI (RS), pela CAAE: 39470820.0.0000.5351 e Número do Parecer: 4.445.054, em cumprimento aos termos da Res. CNS 466/12 (BRASIL, 2013).

3.5 Metodologia analítica

3.5.1 Umidade: foi determinada pelo método de dessecação em estufa (Luccadema, modelo Lucca-001) com circulação de ar, à 105°C, utilizando aproximadamente entre 3 a 5g de cada amostra de acordo segundo metodologia 012/IV (IAL, 2005).

3.5.2 Atividade de água (aw): foi realizada utilizando o equipamento LabTouch, NOVASINA) o qual realiza leituras precisas do valor de atividade de água de amostras a partir de um sistema interligado de temperatura e sensor infravermelho.

3.5.3 pH: utilizando pHmetro de bancada (Digimed DM-22) o pH foi medido por meio da leitura direta na fruta in natura (descongelada), trituradas e diluídas em água destilada, conforme metodologia IAL (2005). Já para o iogurte foi realizada a leitura diretamente na amostra.

3.5.4 Acidez titulável: A acidez titulável foi determinada através da titulação com hidróxido de sódio 0,1N (acidez titulável).

3.5.5 Proteína: O teor proteico foi determinado pelo método de Kjeldahl, utilizando o sistema digestor-destilador (VELP – UDK 126A) (IAL, 2008), com o fator de conversão para o teor de proteína de 6,38 para o iogurte greto (IAL, 2008) para os EHS.

3.5.6 Extrato Etéreo: A determinação do extrato etéreo foi realizada por extração em Soxhlet (Nova Ética®, modelo NT340), utilizando éter de petróleo (Química Moderna® 30-60°C) como extrator (IAL, 2008).

3.5.7 Cinzas: O resíduo mineral foi determinado por combustão da matéria orgânica em mufla (Lavoisier, modelo 400C), a 550°C por 6h. Inicialmente a amostra (~5g) foi pré-carbonizada em chapa de aquecimento (VELP, modelo RC).

3.5.8 Minerais: Para a extração dos componentes minerais: Manganês (Mn), potássio (K), zinco (Zn), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe) e cálcio (Ca), presentes no iogurte grego, foi utilizado o método de espectrometria de absorção atômica com chama – FAAS (Varian, modelo SpectrAA 55) com prévia digestão das amostras. Onde 3g da amostra iogurte grego foram pesados em balança analítica (Marte, modelo AL 500) e acondicionados em cadinhos de porcelana que foram calcinados em mufla (Lavoisier®, modelo 400C) a 550°C por 6h. As cinzas foram diluídas em ácido nítrico 1M e filtradas em papel filtro Whatmann quantitativo nº5 para balão volumétrico de 50 mL até completar o volume. Após o término da digestão, a amostra foi diluída e preparada para a análise por FAAS.

3.5.9 Compostos fenólicos totais: O teor de fenólicos totais dos do araçá-vermelho foi determinado seguindo metodologia proposta por Singleton et al., (1999) com adequações propostas por Blainski et al. (2013) e Dai; Mumper (2010). Foram adicionados 0,5 mL da amostra e em seguida 2,5 mL do reagente de Folin-Cicocalteu a 0,2 N (Vetec®) sob agitação em agitador de tubos Vortex (IKA modelo MS 3B). A mistura permaneceu em repouso por 5 min, a temperatura ambiente e no escuro. Posteriormente, foi adicionado à mistura 2 mL de NaCO₃ 5% (Vetec®) e 50 µL de LiCl 10% (Synth®), incubando por 2 h no escuro e em banho-maria (Nova Ética modelo 501D) a 25°C. A medida de absorbância foi realizada em espectrofotômetro (Agilent modelo 8453E) a 760 nm. Os resultados foram expressos em Eq.mg de ácido gálico na amostra analisada, após construção de curva de calibração e obtenção da equação da reta com o padrão de ácido gálico comercial (Neon®) na concentração de 0,01 a 0,25 mg/mL.

3.5.10 Flavonoides: O teor de flavonoides totais dos extratos do araçá-vermelho foi determinado de acordo metodologia descrita por Zhishen et al. (1999), onde foi adicionado 0,25 mL da amostra em tubo de ensaio com 1,25 mL de água deionizada e 75 µL da solução de NaNO₂ 5% (Synth®), foi agitado em agitador de tubos Vortex (IKA modelo MS 3B), permanecendo em repouso por 6 min a temperatura ambiente (25 °C). Foi adicionado 150 µL de da solução de AlCl₃ 10 %, agitado novamente, permanecendo em repouso por mais 5 min. a temperatura ambiente. Em seguida foi adicionado 0,5 mL da solução de NaOH 1 mol/L (Dinâmica®) e 2,5 mL de água destilada em agitação (1200 rpm) e a medida foi feita em espectrofotômetro (Agilent modelo 8453E) a 510 nm. Os resultados foram expressos em Eq.mg de catequina/100g do araçá-vermelho após

construção de curva de calibração e equação da reta com padrão de catequina (Vetec®) na concentração de 0,01 a 0,25 mg/mL.

3.5.11 Carotenóides: O teor de carotenóides totais foi estimado a partir da leitura da absorbância dos extratos em espectrofotômetro (Agilent modelo 8453E) a 448 nm, conforme Equação 4 (DAVIES, 1976). O coeficiente de absorbância que foi utilizado referente ao β -caroteno para o etanol: $E_{1\%}^{1\text{cm}} = 2592$. Os resultados da concentração de carotenoides foram expressos em termos de carotenoides totais ($\mu\text{g/mL}$).

$$C = [\text{AbsC} \times V] / E_{1\text{cm}}^{1\%} \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde: C = carotenoides totais ($\mu\text{g/mL}$); ABS_C = absorbância do extrato; v = volume do extrato (mL); $E_{1\%}^{1\text{cm}}$ = coeficiente de extinção específico: 2592 (DAVIES, 1976).

3.5.12 Atividade antioxidante: A atividade antioxidante dos extratos foi determinada através da captação do radical livre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil), que apresenta o máximo de absorção a 515-520 nm. A metodologia utilizada foi a de Brand-Williams (1995), com modificações, onde 23,659 mg de DPPH (Sigma-Aldrich®) foi diluído em 1000 mL de metanol (Merck®). Em seguida, 100 μL de cada extrato na concentração 50mg/mL e 3900 μL de DPPH, foram adicionados em tubos de ensaio e agitados em agitador de tubos Vortex (IKA modelo MS 3B). A solução deverá ser mantida ao de eficiência da atividade antioxidante foi calculado a partir da Equação 5, e o valor expresso em % de inibição DPPH.

$$\text{AA}\% = 100 - \{[(\text{ABS}_{\text{amostra}} - \text{ABS}_{\text{branco}}) \times 100] + \text{ABS}_{\text{amostra}}\} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde: $\text{ABS}_{\text{branco}} = \text{amostra} + 3900 \mu\text{L}$ de metanol; $\text{ABS}_{\text{controle}} = 100 \mu\text{L}$ de metanol + 3900 μL de DPPH

3.5.13 Parâmetros de cor: foram avaliados utilizando um colorímetro Minolta (CR-400, Osaka, Japão) por meio do diagrama tridimensional de cores ($L^*a^*b^*$), onde a coordenada L^* representa a luminosidade da amostra variando de 0 (escuro) a 100 (claro), a^* indica cromaticidade tendendo do verde (-80) ao vermelho (+100) e b^* mostra a cromaticidade que varia do azul (-50) ao amarelo (+70). De acordo com as instruções do

fabricante, ao iniciar a medição, foi ajustado o equipamento ($y=93,10$, $x=0,3158$, $y=3321$).

A tonalidade cromática (C^*) foi calculada através da equação (6) abaixo, por meio dos valores obtidos no equipamento:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad \text{(Equação 6)}$$

Para calcular a diferença de cor total (ΔE^*) foi utilizada a Equação 7:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0,5} \quad \text{(Equação 7)}$$

3. 6 Análise Estatística

Os resultados ($n=3$) obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA), as médias comparadas pelo teste de Tukey e T-Student a nível de confiança de 95% ($p<0,05$), utilizando o software Statistica (versão 5.0 StatSoft, Inc., Tulsa OK, USA).

Para a realização de análise de correlação de Pearson e Análise dos Componentes Principais (ACP) utilizou-se a versão Free do programa XLSTAT 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item são apresentados e discutidos os resultados obtidos na caracterização físico-química do fruto de araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e do iogurte grego com AVL, mediante as análises físico-química, microbiológica e sensorial.

4.1 Caracterização do araçá-vermelho

A Tabela 6 apresenta os resultados de proteínas, lipídios, resíduo mineral fixo (RMF) e minerais (Zn, Mg, Cu, Ca, Na, K) para a casca e a polpa de araçá-vermelho *in natura*. Os parâmetros avaliados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de casca e polpa, exceto os minerais Zn, Cu e K e o RMF.

Tabela 6 - Teores de resíduo mineral fixo (RMF), proteínas, extrato etéreo e minerais da casca e polpa do araçá-vermelho *in natura*.

Parâmetros	Casca	Polpa	
Proteínas (%)	0,62 ^b ± 0,02	0,87 ^a ± 0,03	
Extrato etéreo (%)	0,74 ^b ± 0,08	1,27 ^a ± 0,05	
RMF (%)	0,63 ^a ± 0,06	0,62 ^a ± 0,01	
Minerais (mg/L)	Zn	0,22 ^a ± 0,03	0,18 ^a ± 0,05
	Mg	1,25 ^a ± 0,01	0,97 ^b ± 0,06
	Cu	0,19 ^a ± 0,06	0,16 ^a ± 0,04
	Ca	6,48 ^a ± 0,08	2,72 ^b ± 0,06
	Na	50,0 ^a ± 0,5	30,0 ^b ± 0,5
	K	70,5 ^a ± 3,5	65,25 ^a ± 3,75

Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste T-Student.

Os teores de proteínas e extrato etéreo apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de casca e polpa. O maior teor de proteínas foi encontrado na polpa, assim como para o extrato etéreo, apresentando 0,87 e 1,27%, respectivamente. McCook-Russel et al. (2012), encontraram valores maiores para proteína de 2,1% ao avaliar a fruta inteira assim como Dalla Nora et al. (2014) encontraram 3,77% de proteína na fruta inteira. Já Pomer, Oliveira e Santos (2013), que relataram valores entre 0,45 a 0,91 g/100g de fruto fresco provenientes de acessos do Maranhão e Sergipe, Brasil. Santos et al. (2007) obtiveram 0,24% de extrato etéreo na fruta inteira, valores inferiores à este estudo.

Cabe ressaltar que para as análises da polpa *in natura*, como foi o caso de tais análises, não foram separadas as sementes, e dessa forma a fração da polpa pode alterar na sua composição e possivelmente explicar esse comportamento em relação a casca.

As amostras de casca e polpa não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) para RMF, com valores de 0,63 e 0,62%, respectivamente. Meregalli et al. (2020), ao avaliar a casca do araçá-vermelho encontrou valores próximos a 6%, valor superior ao encontrado no presente estudo e similar aos da literatura, visto que Dalla Nora et al. (2014) e Santos et al. (2007), ao estudarem a fruta inteira, encontraram valores aproximados de 5%. As diferenças entre os resultados deste trabalho em comparação aos reportados na literatura, podem estar relacionadas ao método de extração e estágio de maturação do fruto. (GALHO et al., 2007).

Em se tratando dos minerais presentes na casca e polpa do araçá-vermelho, destacam-se o K, Na, Ca e o Mg. Estes minerais são essenciais para uma nutrição equilibrada, bem como para fortificar diferentes preparações alimentícias. O potássio e o sódio são fundamentais no equilíbrio adequado dos fluidos, atividade metabólica, transmissões nervosas, contração muscular, manutenção adequada da pressão arterial e eliminação de resíduos do organismo. O magnésio, por sua vez, é necessário para a formação das proteínas e para o sistema imunológico (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017; DE MELO; CAVALCANTE; AMANTE, 2020). O cálcio configura-se importante mineral para ossos e dentes saudáveis e no funcionamento dos nervos, na saúde do sistema imunológico, coagulação do sangue e regulação da pressão arterial, além de auxiliar no relaxamento e contração dos músculos (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017).

Os parâmetros de cor da casca e polpa do araçá-vermelho submetidos ao processo de desidratação por liofilização e *in natura* estão apresentados na Tabela 7. Dentre todos os parâmetros avaliados, em sua totalidade houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de casca *in natura* e liofilizada, polpa *in natura* e liofilizada, respectivamente.

Ao avaliar o comportamento do araçá-vermelho frente aos parâmetros de cor, o parâmetro L* (Luminosidade) apresentou valores positivos para todas as amostras, entretanto com valores menores para a casca visto que quanto menor o valor, mais escura é a amostra. Variando entre as cores verdes (-) e vermelho (+), a cromaticidade a* apresentou valores maiores para a casca *in natura* e liofilizada diferindo significativamente ($p < 0,05$) entre si. De Melo; Cavalcante; Amante (2020), ao avaliar os parâmetros de cor do araçá-vermelho após a liofilização encontrou 15,29 para a cromaticidade a*, valor semelhante ao encontrado para a casca liofilizada no presente

estudo, 14,34. A fruta *in natura*, apresentou valores de 20,47 e 10,09 para casca e polpa, respectivamente.

Tabela 7 – Parâmetros de cor, pH, a_w e umidade da casca e polpa do araçá-vermelho *in natura* e liofilizados.

Parâmetros	<i>In natura</i>	Liofilizado	<i>In natura</i>	Liofilizado
	Casca		Polpa	
L*	22,17 ^a ±0,02	19,66 ^b ±0,04	42,34 ^a ±0,03	33,96 ^b ±0,01
a*	20,47 ^a ±0,01	14,34 ^b ±0,07	10,09 ^a ±0,05	10,67 ^b ±0,02
b*	9,26 ^b ±0,00	11,96 ^a ±0,08	21,48 ^a ±0,04	16,97 ^b ±0,17
ΔE*	-	3,69 ^a ±0,08	-	9,54 ^a ±0,07
C*	22,47 ^a ±0,01	18,83 ^b ±0,07	23,7 ^a ±0,04	20,04 ^b ±0,14
pH	3,74 ^a ±0,03	3,77 ^a ±0,02	3,28 ^b ±0,02	3,47 ^b ±0,03
a_w	0,971 ^b ±0,01	0,257 ^a ±0,01	0,981 ^a ±0,01	0,190 ^b ±0,01
Umidade (%)	87,96 ^a ±0,21	1,46 ^b ±0,02	74,09 ^b ±0,18	1,50 ^a ±0,01

*Letras minúsculas diferentes na mesma linha apresentam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste T-Student entre as amostras casca/polpa *in natura* e liofilizada.

A cromaticidade b^* varia entre as cores azul (-) e amarelo (+), conhecendo a coloração amarelada/alaranjada da polpa do araçá-vermelho os maiores valores desse parâmetro foram detectados na polpa *in natura* e liofilizada, respectivamente 21,48 e 16,97, diferindo significativamente ($p < 0,05$) entre si. Na casca, houve um aumento no valor encontrado após a liofilização o que caracteriza uma coloração mais próxima ao amarelo. A cor pode variar devido a forma e ao tempo de armazenamento, a higroscopicidade da amostra e grau de maturação dos frutos, mas também pode estar relacionada a perda de nutrientes como vitaminas, oxidação lipídica, dentre outros fatores (FELLOWS, 2006).

Ao analisar a polpa liofilizada em relação ao ΔE , parâmetro que segundo Alves et al. (2008), determina a diferença total de cor do produto processado em relação ao original, sendo assim o aumento do valor encontrado é proporcional ao da diferença. Dessa forma, pode-se observar que a casca preservou a cor inicial apresentando valor 3,69 e se mostrou mais estável frente ao processo de liofilização ao considerar as características de cor e tonalidade.

O C^* é o parâmetro que define a intensidade de coloração vermelha das amostras analisadas, partindo-se do princípio de que quanto maior seu valor maior sua intensidade.

As amostras em geral apresentaram ligeira diferença significativa ($p < 0,05$) e mais uma vez a casca se mostrou estável ao processo de liofilização obtendo apenas 17% de redução de intensidade frente aos 16% encontrados para a polpa, que apresentou valor maior em seu estado *in natura* (23,7).

Ao analisar o pH da fruta, obteve-se valores de pH 3,74 e 3,28 para casca e polpa *in natura* respectivamente, e 3,77 e 3,47 para as mesmas amostras liofilizadas. O valor de pH obtido por Dalla Nora et al. (2014), para o araçá-vermelho liofilizado foi 3,31 o que corrobora com os valores citados anteriormente.

O teor de umidade da casca e polpa do araçá-vermelho *in natura* obtido neste estudo foi de 87,96 e 74,09%, respectivamente (Tabela 7). O valor encontrado na casca é semelhante aos encontrados por Santos et al. (2007) e Silva et al. (2008), que obtiveram 79,6 e 82,36%, respectivamente, sendo esses valores do fruto inteiro. De acordo com Meregalli et al. (2020), ao avaliar a umidade da casca do araçá-vermelho *in natura*, encontraram 78,85%, sendo inferior ao do presente estudo. Os teores de umidade das amostras liofilizadas apresentaram redução de aproximadamente 98% para casca e polpa.

A atividade de água apresentou comportamento semelhante ao da umidade, tendo sido obtidos valores de 0,971 e 0,981 para a casca e polpa *in natura*, respectivamente (Tabela 7). Demetrio et al. (2013), ao realizar a caracterização química do fruto inteiro *in natura*, obteve valor aproximado ao do presente estudo de 0,987. A redução desse valor para as amostras liofilizadas foi maior que o obtido para umidade, resultando em um decréscimo de 75% para a casca e 81% para a polpa, resultando respectivamente em 0,257 e 0,190.

A Tabela 8 apresenta os resultados para antocianinas, compostos fenólicos totais, carotenoides, flavonóides e atividade antioxidante para a casca e a polpa de araçá-vermelho. Todos os compostos avaliados apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras de casca e polpa. Esse comportamento já era esperado, visto que a polpa e a casca apresentam características diferentes, e o processo de liofilização não alterou estas características.

Tabela 8 - Teores de antocianinas, compostos fenólicos, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante da casca e polpa de araçá-vermelho *in natura* e liofilizado.

Compostos bioativos	Amostra	Casca	Polpa
Antocianinas (Eq. mg de cianidina-3-glicosídeo/100g de casca/polpa)	<i>In natura</i>	51,26 ^{Bb} ± 3,46	0,84 ^{Bb} ± 0,15
	Liofilizada	227,76 ^{Aa} ± 8,21	2,42 ^{Aa} ± 0,28
Compostos fenólicos totais (mg EAG/ 100g)	Liofilizada	552,89 ^a ± 0,04	271,9 ^b ± 0,03
Carotenóides (mg/ 100 g)	Liofilizada	71,723 ^a ± 0,06	10,75 ^b ± 0,03
Flavonóides (mg Eq/100 g)	Liofilizada	1463,16 ^a ± 0,03	1121,05 ^b ± 0,03
Atividade antioxidante mg/mL		IC ₅₀ = 5,935	IC ₅₀ = 6,497
	Liofilizada	y = 8,1525x + 1,615 R ² = 0,9631	y = 7,3025x + 2,5548 R ² = 0,9724

Média ± Desvio Padrão seguido de letras iguais minúsculas na mesma linha e letras iguais maiúsculas na coluna das antocianinas, indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste T-Student.

Conforme a Tabela 8, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras *in natura* e liofilizadas, sendo que as amostras liofilizadas apresentaram teores maiores de antocianinas tanto na casca quanto a polpa. O maior valor obtido foi de $227,76 \pm 8,21$ Eq. mg de cianidina-3-glicosídeo/100g de casca/polpa para a casca liofilizada, enquanto que a amostra *in natura* apresentou teor de $51,26 \pm 3,46$ Eq. mg de cianidina-3-glicosídeo/100g de casca/polpa. Já para a polpa liofilizada e *in natura* obteve-se $2,42 \pm 0,28$ e $0,84 \pm 0,15$ Eq. mg de cianidina-3-glicosídeo/100g de casca/polpa, respectivamente.

Ao analisar o teor de antocianinas no fruto inteiro do araçá-vermelho *in natura*, Fetter et al. (2010) alcançou valores de 36,12 mg/100 g, sendo esse menor que o valor obtido nesse estudo que totaliza valor próximo de 53 mg/100g. Em contrapartida, Meregalli et al. (2020), utilizando o mesmo método convencional de extração diferindo apenas no pH (1,5) atingiu 116,81 mg/100 g utilizando a casca da fruta *in natura*, conferindo o dobro em relação ao presente estudo. Essas variações podem ser explicadas em razão das diferentes condições de extração envolvidas, desde o solvente extrator utilizado, pH,

temperatura, tempo de extração e a relação da utilização de casca seca ou *in natura*, até mesmo, as diferentes regiões e safras de colheitas (HENTZ, 2015).

Bombana et al. (2021), ao realizar a extração de AT também obteve resultados relevantes da casca do guabiju *in natura* chegando a 152 mg/100 g de extrato, não avaliando a polpa, valores esses superiores a este estudo.

Conforme a Tabela 8, a casca liofilizada do araçá-vermelho apresentou um valor relevante de compostos fenólicos totais em relação a polpa, 552,89 e 271,9 mg EAG/ 100 g, respectivamente, apresentado diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras. Meregalli et al. (2020), ao analisar diferentes métodos de extração para obtenção de compostos fenólicos totais da casca do araçá-vermelho *in natura*, encontrou 447,3 mg EAG/100 g de casca ao extrair os compostos de forma convencional. Medina et al. (2011), também encontraram valores superiores à 450 mg EAG/100 g em seus estudos com o fruto inteiro através da extração convencional. Ao avaliar o comportamento dos compostos bioativos do araçá-vermelho das safras de 2017 e 2018 após a liofilização, De Melo; Cavalcante; Amante (2020), obtiveram resultados próximo aos obtidos para a casca liofilizada no presente estudo, respectivamente 444,60 e 457,93 3 mg EAG/100 g.

Teixeira (2015), estudou seis safras de araçás vermelhos e amarelos, em todos os anos, os araçás vermelhos apresentaram teor total de compostos fenólicos significativamente maiores que os amarelos, variando de 606,67 (AR9/2008) a 689,67 mg EAG/100g fruto (AR29/2012). O presente estudo aponta resultados com teores menores de compostos fenólicos totais, ainda assim o processo de secagem por liofilização é favorável ao teor de compostos fenólicos totais na casca do araçá-vermelho. Mallmann et al. (2020), ao analisar os compostos fenólicos totais da polpa do araçá-vermelho liofilizado encontrou valores que corroboram com os resultados obtidos nesse estudo, constatando que o fruto é rico em compostos fenólicos e pode ser utilizado para a prevenção de doenças.

McCook-Russel et al. (2012), ao realizarem uma comparação nutricional e nutraceutica entre a araçá-vermelho e *P. guajava*, encontraram valores menores para fenólicos totais para a araçá vermelho liofilizado (4439 μg EAG/ g de fruto fresco) em comparação ao *P. guajava* (1952 μg EAG/ g de fruto fresco), respectivamente.

Em relação aos carotenoides, assim como os outros compostos, também apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) para as amostras de casca e polpa do araçá, obtendo-se, respectivamente 71,72 e 10,75 mg/100 g de extrato (Tabela 8). Locatelli; Stoffel; Piemolini-Barreto, (2018), ao analisar o comportamento do araçá-vermelho inteiro e separadamente casca e polpa *in natura*, frente ao congelamento, constataram decréscimo

gradativo no teor dos compostos bioativos após 180 dias na maioria das amostras, entretanto na amostra do com semente e polpa houve um aumento significativo do teor de carotenoides, onde *in natura* apresentou 1,839 mg/100g, aos 90 dias 2,852 mg/100 g e aos 180 dias 3,058 mg/100 g, não apresentando diferença significativa entre as amostras de 90 e 180 dias. Rosário (2017), ao avaliar o teor de carotenoides totais da polpa do araçá-vermelho, encontrou 15,6 mg de β -caroteno/100g. Pereira et al. (2017), ao realizarem um estudo sobre concentração de antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante de genótipos de araçá avaliados em dois ciclos produtivos, encontrou valores de carotenoides para araçá-vermelho de 0,36 a 0,59 mg/100 g, já para o araçá amarelo os valores encontrados foram de 0,56 a 0,84 mg/100 g, respectivamente para o fruto inteiro.

O teor de flavonoides encontrado para as duas amostras analisadas demonstrou diferença significativa ($p < 0,05$) assim como nos compostos fenólicos totais. Possa (2016), ao analisar os compostos bioativos de dois morfotipos de *Psidium cattleianum* Sabine, utilizando extrato hidroetanólico 70%, obteve valores aproximados de 3,33 (mg Eq/g) para o araçá-vermelho, considerando-se baixo teor ao comparar com o presente estudo ao somar valores de casca e polpa obteve valor aproximado de 2600 (mg Eq/g).

Já Bombana et al. (2021), ao analisar os compostos bioativos do fruto do guabiju *in natura* e desidratado em diferentes temperaturas, obteve altos teores de flavonoides tanto na casca como na polpa da fruta, destacando-se os valores *in natura*, 4936,84 e 3384,21 (mg Eq/ g) respectivamente.

Dalla Nora et al. (2014), ao analisar a atividade antioxidante de araçá-vermelho em diversas configurações detectou que as amostras liofilizadas não diferiram das amostras submetidas a secagem por ar quente. Esse resultado é interessante visto que a secagem por ar quente, por vezes, causa a decomposição/desnaturação de compostos benéficos para a saúde encontrados em frutas.

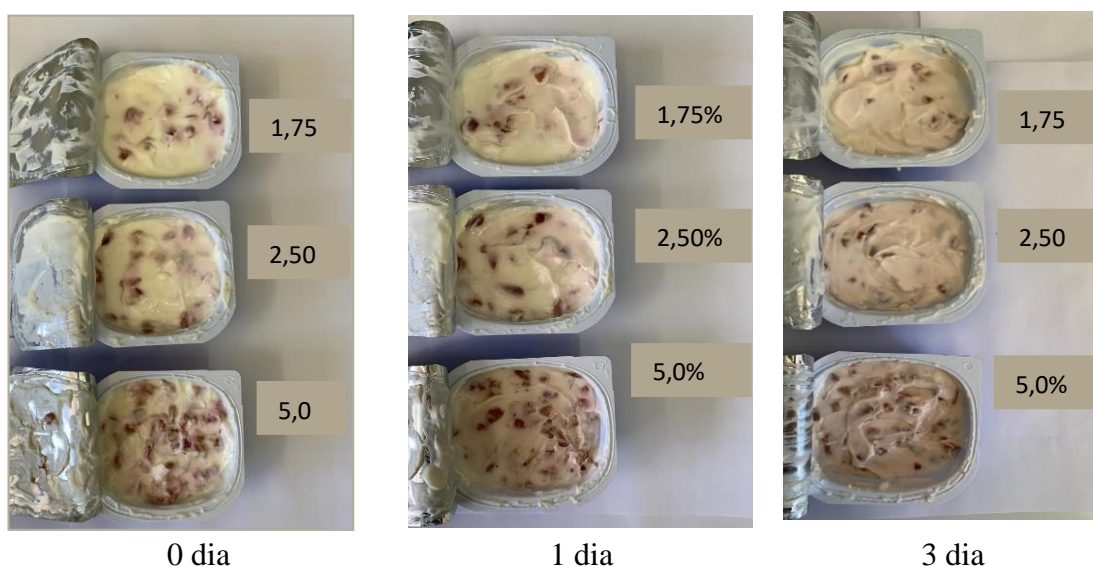
A eficiência da atividade antioxidante foi avaliada em função do percentual de inibição de DPPH dos dois extratos (casca e polpa) do araçá-vermelho. Roby (2013), descreveu que quanto mais baixa for a IC_{50} , maior é o poder antioxidante da amostra. O IC_{50} pode ser definido como os moles de compostos fenólicos dividido por moles de DPPH necessárias para diminuir em 50% a absorvância de DPPH. Diante disso, os resultados obtidos (Tabela 10) para as amostras detectaram semelhante atividade antioxidante na casca com $IC_{50}=5,935$ mg/mL sendo que a polpa resultou em 6,497 mg/mL. Meregalli, (2017) ao estudar diferentes métodos de extração de compostos bioativos

da casca do araçá-vermelho encontrou valor de DPPH entre 86,31 e 85,37%, já Vinholes et al., (2015) ao estudar atividade antiglicêmica e antioxidante em araçá amarelo encontrou valores de IC₅₀ para DPPH DE 330,0 µg/ml, já para o araçá-vermelho encontrou valores de 490,00 µg/ml, em outro estudo feito por Vinholes et al., (2017) ao avaliar as propriedades anti-hiperglicemiantes e antioxidantes do araçá encontrou valores de IC₅₀ 334,3 para araçá amarelo, já pra o araçá vermelho IC₅₀ 490,3, outro estudo feito por Konzgen et al., (2015) avaliou o fruto inteiro do araçá-amarelo e encontrou valores IC₅₀ para o DPPH de 0,33 µg/ml, já para araçá-vermelho IC₅₀ de 0,49 µg/ml.

4.2 Iogurte grego de araçá-vermelho

A Figura 13 apresenta o aspecto visual das amostras de iogurte grego (comercial) adicionado de 1,75; 2,5 e 5% de pedaços de araçá-vermelho liofilizado (AVL) nos 0°, 1° e 3° dias de armazenamento.

Figura 13 - Testes preliminares das concentrações de araçá-vermelho liofilizado (*Psidium Cattleianum* Sabine) de 3 dias.



Fonte: O autor (2021)

Após a análise preliminar visual e de sabor observou-se que ao adicionar 5% de AVL promoveu gosto muito acentuado da fruta, além de comprometer o aspecto visual devido a elevada quantidade de fruta. Desta forma, optou-se por elaborar as formulações com menores concentrações de araçá-vermelho liofilizado (0,5; 1,75 e 3%).

O processo de fermentação do iogurte foi acompanhado durante o período de 420 min (7 h) até atingir pH em torno de 4,6 (Figura 14 – Apêndice III). O tempo de 7h para interrupção da fermentação no presente estudo pode estar relacionado ao agente inoculador (iogurte natural), assim como a própria formulação do iogurte, sendo o rendimento obtido de 36,90 %.

A Tabela 9 apresenta os resultados de atividade água (a_w), acidez, pH e cor das formulações de iogurte tipo grego armazenado por 21 dias à 5°C. A atividade de água (a_w) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações e entre os dias de armazenamento, apenas para as formulações F2 e F3. Observou-se que ao aumentar a concentração de AVL no iogurte, a a_w diminuiu. Este mesmo comportamento foi observado para a umidade, porém sem diferença significativa ($p > 0,05$) entre os dias de armazenamento para todas as formulações.

Mendes et al. (2019), avaliaram o iogurte comercial adicionado de xarope de yacon e extrato concentrado de caju em diferentes concentrações e observaram que a maior a_w , de 0,992 foi obtida na amostra sem adição destes compostos. Da Silva et al. (2020), ao desenvolver iogurte tipo grego adicionado de geleia de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) também observaram redução nos valores de a_w e umidade em relação a amostra sem adição de geleia, sendo esta tendência similar a obtida no presente trabalho.

Em relação a acidez e o pH (Tabela 9), observa-se uma tendência de aumento da acidez e redução do pH durante o período de armazenamento, bem como entre as diferentes formulações, as quais diferiram estatisticamente ($p < 0,05$). A diferença de pH entre as formulações pode estar associada a adição do AVL, o qual apresenta pH em torno de 3,7 (Tabela 9). Comportamento similar foi relatado por Anuyahong, Chusak e Adisakwattana (2020), ao avaliarem a incorporação de arroz *riceberry* em iogurtes, por Arslaner, Salik e Bakirci (2021), ao estudarem os efeitos da adição de marmelada de flores de *hibiscos Sabdariffa* L. no iogurte e por Chen et al. (2018), que estudaram a fortificação de iogurte com farinha de grão de bico, os quais observaram a redução do pH durante 21 dias de armazenamento.

Tabela 9 - A_w , umidade, acidez, pH e cor das formulações de iogurtes grego com e sem adição de araquá-vermelho, armazenado por 21 dias à 5°C.

Análises	Dias de armazenamento	F1 (Padrão)	Amostras de iogurte tipo grego adicionado de araquá-vermelho liofilizado			
			F2 (0,5%)	F3 (1,75%)	F4 (3%)	
A_w	1	0,972 ^{aA} ±0,001	0,966 ^{bAB} ±0,003	0,943 ^{cAB} ±0,002	0,899 ^{dA} ±0,001	
	7	0,971 ^{aA} ±0,001	0,962 ^{bB} ±0,002	0,944 ^{cAB} ±0,003	0,898 ^{dA} ±0,001	
	14	0,970 ^{aA} ±0,001	0,967 ^{bA} ±0,002	0,945 ^{cA} ±0,001	0,898 ^{dA} ±0,001	
	21	0,971 ^{aA} ±0,002	0,964 ^{bAB} ±0,003	0,941 ^{cB} ±0,001	0,899 ^{dA} ±0,001	
Umidade (%)	1	47,33 ^{aA} ±0,15	41,70 ^{bA} ±0,60	38,80 ^{cA} ±0,26	35,80 ^{dA} ±0,20	
	7	47,03 ^{aA} ±0,25	41,77 ^{bA} ±0,41	38,93 ^{cA} ±0,21	35,63 ^{dA} ±0,25	
	14	47,47 ^{aA} ±0,15	42,00 ^{bA} ±0,30	38,73 ^{cA} ±0,15	35,87 ^{dA} ±0,21	
	21	47,47 ^{aA} ±0,15	41,33 ^{bA} ±0,67	38,97 ^{cA} ±0,21	36,73 ^{dA} ±1,71	
Acidez (% ácido láctico)	1	1,09 ^{dD} ±0,01	1,34 ^{cD} ±0,01	1,39 ^{bC} ±0,01	1,88 ^{aC} ±0,02	
	7	1,16 ^{dC} ±0,01	1,39 ^{cC} ±0,02	1,45 ^{bB} ±0,01	1,90 ^{aB} ±0,03	
	14	1,26 ^{dB} ±0,02	1,42 ^{cB} ±0,01	1,49 ^{bA} ±0,02	1,94 ^{aB} ±0,01	
	21	1,35 ^{dA} ±0,02	1,46 ^{cA} ±0,01	1,51 ^{bA} ±0,02	1,99 ^{aA} ±0,01	
pH	1	4,47 ^{aA} ±0,01	4,40 ^{bA} ±0,01	4,37 ^{bA} ±0,02	4,30 ^{cA} ±0,02	
	7	4,39 ^{aB} ±0,02	4,27 ^{bB} ±0,01	4,16 ^{cB} ±0,01	4,13 ^{cB} ±0,04	
	14	3,98 ^{cD} ±0,01	4,24 ^{aB} ±0,04	4,14 ^{bB} ±0,01	4,11 ^{bB} ±0,04	
	21	4,08 ^{bC} ±0,01	4,18 ^{aBC} ±0,02	4,03 ^{bC} ±0,08	3,77 ^{cC} ±0,12	
C o r	1	L	78,51 ^{cC} ±0,28	82,13 ^{aB} ±0,14	79,00 ^{bA} ±0,02	75,25 ^{dA} ±0,04
		a*	-1,13 ^{cC} ±0,01	-1,16 ^{dC} ±0,01	2,29 ^{bA} ±0,01	3,08 ^{aA} ±0,01
		b*	7,61 ^{cC} ±0,03	8,31 ^{aD} ±0,01	8,01 ^{abD} ±0,01	8,22 ^{aABC} ±0,24
		ΔE	-	-	-	-
	C*	29,62 ^{dD} ±0,23	35,20 ^{bC} ±0,15	34,73 ^{cC} ±0,12	38,56 ^{aA} ±2,04	
	7	L	79,10 ^{bB} ±0,21	89,93 ^{aA} ±0,03	69,00 ^{cD} ±0,02	67,88 ^{dD} ±0,08
		a*	-1,02 ^{cB} ±0,01	-1,40 ^{dD} ±0,01	0,82 ^{bC} ±0,01	2,15 ^{aB} ±0,02
		b*	8,27 ^{abAB} ±0,37	8,54 ^{aB} ±0,01	8,15 ^{bC} ±0,04	8,15 ^{bC} ±0,05
		ΔE	0,96 ^{dB} ±0,04	7,79 ^{bA} ±0,15	7,42 ^{cA} ±0,07	8,15 ^{aB} ±0,01
	C*	34,76 ^{cB} ±0,12	37,44 ^{aA} ±0,09	33,52 ^{dC} ±0,36	35,56 ^{bC} ±0,04	
	14	L	80,14 ^{aA} ±0,14	77,48 ^{bD} ±0,06	73,00 ^{cC} ±0,02	68,53 ^{dC} ±0,46
		a*	-0,92 ^{cA} ±0,01	-1,05 ^{dB} ±0,01	1,14 ^{bB} ±0,04	2,12 ^{aB} ±0,01
b*		8,21 ^{cB} ±0,02	8,48 ^{aC} ±0,01	8,32 ^{bB} ±0,03	8,28 ^{bB} ±0,02	
ΔE		1,75 ^{dA} ±0,15	4,64 ^{cB} ±0,19	6,77 ^{bB} ±0,42	8,27 ^{aA} ±0,03	
C*	34,18 ^{cC} ±0,17	36,47 ^{aB} ±0,13	35,23 ^{bB} ±0,22	36,49 ^{aB} ±0,19		
21	L	80,21 ^{aA} ±0,26	80,01 ^{aC} ±0,37	78,51 ^{bB} ±0,02	71,97 ^{cB} ±0,06	
	a*	-1,02 ^{dB} ±0,02	-0,84 ^{cA} ±0,01	0,27 ^{bD} ±0,02	1,74 ^{aC} ±0,01	
	b*	8,51 ^{bA} ±0,02	8,67 ^{aA} ±0,06	8,59 ^{aA} ±0,03	8,38 ^{aA} ±0,02	
	ΔE	1,93 ^{cA} ±0,07	2,17 ^{bC} ±0,05	2,16 ^{bC} ±0,04	8,32 ^{aA} ±0,02	
C*	36,72 ^{bcA} ±0,15	37,91 ^{aA} ±0,58	36,93 ^{abA} ±0,22	36,63 ^{cB} ±0,18		

*Média ± desvio padrão seguida de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, para cada grupo de análises, indica não haver diferença significativa em nível de 5 % (Teste de Tukey).

Os valores médios dos parâmetros de cor, L*, a*, b*, ΔE, C* para as formulações de iogurte grego, mostrados na Tabela 9 diferem estatisticamente (p<0,05) entre si. O parâmetro L* indica a luminosidade, ou seja, quanto mais próximo de 100, mais clara é a

amostra, diante disso ao aumentar a concentração de AVL tende a diminuir a luminosidade. Comportamento inverso é observado durante o armazenamento, e este pode ser devido as alterações do AVL ocasionadas pela interação com o iogurte.

Para o parâmetro a^* (Tabela 9), que representa a cromaticidade variando do verde (-) ao vermelho (+), de modo geral este apresentou diferença significativa entre as formulações ($p < 0,05$), F1 a F4, sendo que ao aumentar a concentração de AVL, aumenta o a^* , isto se deve a coloração avermelhada da casca *in natura* e liofilizada, conforme apresentado na Tabela 9. Durante o armazenamento do iogurte, há uma tendência de redução no valor deste parâmetro, sendo mais acentuada nas formulações com 1,75 e 3,0% de AVL.

Em relação ao parâmetro b^* (Tabela 9), que representa a coordenada de cromaticidade, variando do azul (-) ao amarelo (+), verifica-se uma tendência de aumento em relação ao armazenamento. A variação total da cor (ΔE) apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações (F1 a F4), e também entre as formulações (F2 e F3).

Em relação ao armazenamento, observa-se maior ΔE para a formulação F4, com adição de 3,0% de AVL, já para as formulações F2 e F3 ocorreu um aumento do ΔE com o 7 dia de armazenamento, e reduzindo conforme os dias de armazenamento, pode estar relacionado pela influência de $L^*a^*b^*$, onde o parâmetro L^* reduz a luminosidade, o parâmetro a^* tem uma tendência de redução e o parâmetro b^* teve uma tendência de aumento conforme os dias de armazenamento. Resultados estes similares aos encontrados por Kim et al. (2019), que investigaram a adição da goma de sementes de manjeriço em iogurte e observaram aumento na intensidade da cor escura (L^*) das amostras. Os valores a^* , b^* e ΔE aumentaram com o aumento da concentração de goma de semente de manjeriço.

O parâmetro C^* é considerado um atributo quantitativo de cor, e é utilizado para determinar o grau de diferença de uma tonalidade em comparação a uma cor cinza de mesma luminosidade, assim quanto maiores os índices de C^* , maior a intensidade de cor das amostras percebidas por humanos (PATHARE, OPARA; AL-SAID, 2013). Os resultados para o parâmetro C^* descritos na Tabela 9 mostram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as formulações de iogurte grego e entre os dias de armazenamento.

Na Tabela 10, são apresentados os resultados das análises microbiológicas realizadas nas formulações F2, F3 e F4 de iogurte grego adicionado de AVL no primeiro dia de

armazenamento. Cabe destacar que as análises microbiológicas foram realizadas apenas para as amostras com AVL destinadas a avaliação sensorial.

Ao compararmos os parâmetros de cor L*a*b* da Tabela 9 com a Tabela 7, podemos observar que para o parâmetro L* (Tabela 9) a luminosidade reduz com o aumento da concentração do AVL, comportamento inverso ocorre com os dias de armazenamento, Já para parâmetro a* aumenta o parâmetro na medida que aumenta a concentração de AVL, e há uma tendência de redução com os dias de armazenamento e para o parâmetro b* verificasse um tendência de aumento em relação aos dias de armazenamento, ao compararmos com a Tabela 7 podemos observar que o processo de liofilização provou o uma redução do parâmetro L* tanto para casca e polpa, já para o parâmetro a* ocorreu uma redução do parâmetro para casca, e aumento para a polpa, já para o parâmetro b* ocorreu um aumento do parâmetro para casca e redução para a polpa.

Tabela 10 - Contagem microbiana realizadas nas formulações F2, F3 e F4 de iogurte grego adicionado de AVL.

Parâmetros Microbiológicos	Formulações de iogurte grego com AVL			Limites mín. e máx. da IN N.º60 (2019)
	F2 (0,5%)	F3 (1,75%)	F4 (3%)	
Bactérias lácticas (UFC/g)	4,2x10 ⁶	4,5x10 ⁶	4,7x10 ⁶	-
<i>Salmonella</i> sp. (UFC/25g).	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
<i>E. coli</i> (UFC/g)	Ausente	Ausente	Ausente	3
Bolores e leveduras (UFC/g)	1x10 ¹	1x10 ¹	1x10 ¹	10 ²

Todas as amostras apresentaram resultados satisfatórios, atendendo os padrões exigidos pela legislação vigente, RDC IN n° 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), sendo considerado um produto próprio para o consumo.

A avaliação da intenção de compra e da aceitabilidade sensorial das formulações (F2, F3 e F4) de iogurte grego foram realizadas por 53 avaliadores não treinados. A maioria dos avaliadores pertenciam ao sexo feminino (74%), principalmente jovens, na faixa etária de 21 a 30 anos (34%), seguido pelas faixas etária de 18 a 20 anos (32%), 31 a 40 anos (13%) e 41 a 50 anos (9%) e > 50 anos (11%). Em relação ao índice de escolaridade, 64% dos provadores com superior incompleto, 28% com pós-graduação e com ensino

médio completo 6% e incompleto 2%. Quando questionados sobre a frequência de consumo de iogurte tipo grego, 42% dos provadores informaram que não tinham o hábito de consumo iogurte tipo grego, 30% dos entrevistados consumiam o iogurte tipo grego 2 vezes por semana, 19% dos entrevistados consumiam o iogurte tipo grego 1 vez por mês e apenas 9% consumo o iogurte tipo grego mais de 2 vezes por mês. De acordo com Rebelatto (2016), resultados diferentes foram encontrados, onde 60% dos participantes são consumidores habituais de iogurte, onde a frequência de consumo é pelo menos uma vez por semana

De acordo com os resultados obtidos pela análise sensorial (Tabela 11), a aceitação e intenção de compra das três formulações do iogurte tipo grego adicionado ao AVL, não apresentaram diferença significativa entre si ($p > 0,05$). A escala de aceitação variou entre 6 – gostei ligeiramente e 9 gostei muitíssimo.

A média global de aceitação foi de 7,83. Ao desenvolver um produto, é fundamental avaliar a aceitabilidade, a fim de prever seu comportamento frente ao mercado consumidor (MOSCATTO et al., 2004). Segundo Dutcosky (2013), para que o produto seja considerado aceito, em termos de suas propriedades sensoriais, é necessário que obtenha um índice de aceitabilidade (IA) de no mínimo, 70 %. Resultados semelhantes foram encontrados em Alves et al. (2016), onde as médias atribuídas ao Iogurte grego adicionadas de diferentes porcentagens de calda e licor de maçã, não diferiram significativamente na aceitação e intenção de compra. Braga, Assis Neto e Vilhena (2012), elaboraram iogurtes com 15 % de sacarose e 10 % de polpa de mangostão (*Garcinia magostna* L.) e outra com 20 % de xarope de mangostão e ao avaliar o atributo sensorial, obtiveram 79,54 % de preferência e 88,83 % de aceitação para o iogurte com polpa do mangostão.

Tabela 11 - Valores médios do teste de aceitação e intenção de compra para as diferentes formulações do iogurte grego adicionado ao AVL.

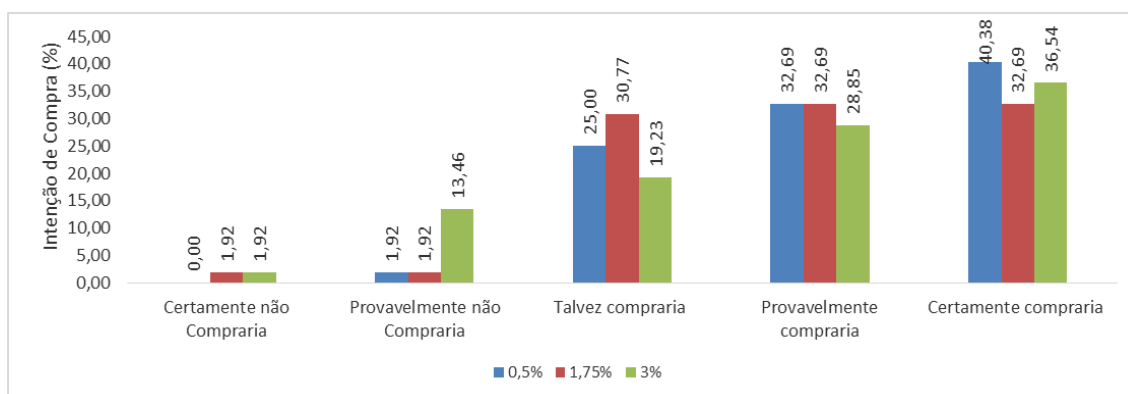
Amostra de iogurte	Aceitação¹	Intenção de Compra²
F2 (0,5%)	7,96 ^a ± 0,94	4,12 ^a ± 0,86
F3 (1,75%)	7,65 ^a ± 1,06	3,92 ^a ± 0,95
F4 (3,0%)	7,87 ^a ± 1,04	3,92 ^a ± 0,95

Médias (n=52) ± desvio padrão, seguida de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ¹Escala de aceitação: 1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo; Escala de intenção de compra: 1 = certamente não compraria; 5 = certamente compraria.

Apesar do araçá-vermelho não ser um fruto convencional, as formulações de iogurte grego adicionado com araçá-vermelho liofilizado em diferentes concentrações, apresentaram boa aceitação quando avaliados sensorialmente, demonstrando potencial para o desenvolvimento do mesmo e com bons resultados para intenção de compra (Figura 15).

Pelo fato dos resultados de aceitação e intenção de compra das formulações de iogurte grego não apresentarem diferença significativa, optou-se por realizar a caracterização físico-química da formulação F3, com 1,75% de AVL. A formulação F4, apesar de ter sido aceita sensorialmente e contribuir com maior propriedade bioativa, apresentava muitos pedaços de fruta deixando o produto escuro, conforme verificado na Tabela 9. Cabe destacar que o atributo de aspecto visual não foi avaliado, não sendo identificado pelos provadores, pois utilizou-se o recurso de alteração da cor da luz durante a análise, pois a intenção era avaliar a aceitação do produto. A formulação F3 foi preferida em relação a F2 com objetivo de agregar maiores teores de antocianinas, compostos fenólicos totais, carotenoide, flavonoide e de atividade antioxidante.

Figura 15 - Histograma de Intenção de compra (%) dos iogurtes tipo grego adicionado de AVL 0,5 %, 1,75 % e 3,0 %.



A Tabela 12 apresenta a caracterização físico-química do iogurte grego, adicionado de 1,75% de araçá-vermelho liofilizado. Cabe destacar que até o presente momento não existe legislação específica que determine padrões de qualidade e identidade para iogurtes do tipo grego. O iogurte grego com adição de AVL apresentou acidez de 1,39% e teor de umidade de 65,56%. Este valor de umidade e acidez deste trabalho é considerado baixo se comparado ao compara com estudo de CÂNDIDO DE SOUZA et al, (2021) ao estudar a adição de diferentes concentrações de leite em pó desnatado e creme de leite no iogurte grego, onde obteve valores de 75,06 para amostra controle sem adição e 73,79% com

adição de leite em pó e 72% com adição de leite em pó e creme de leite, já para acidez os valores encontrados foram de 1,71%, 1,61% e 1,27% respectivamente.

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007), os iogurtes são classificados em: com creme (matéria gorda mínima 6 g/100g); integral (matéria gorda mínima de 3 g/100g); parcialmente desnatado (matéria gorda máximo de 0,5 g/100g.). Não havendo legislação específica para iogurte tipo grego e utilizando a IN 46/2007 como parâmetro, o iogurte grego adicionado de AVL 1,75 % apresenta característica do “iogurte com creme”, pois apresentou 6,5% de extrato etéreo (Tabela 12). O teor de proteínas (8,74%) também está de acordo com esta legislação que prevê um teor mínimo de 2,9%. Cândido de Souza et al., (2021) ao adicionar leite em pó desnatado em iogurte grego teve aumento no teor de proteína do iogurte grego (6,61%) em relação a amostra controle, porém redução no teor de extrato etéreo (1,59% na formulação controle para 1,37% com adição de leite em pó desnatado).

Segundo Osorio-Arias et al. (2020) e Karam et al. (2013), o iogurte grego é caracterizado por alto teor de sólidos (principalmente proteínas) que fornece propriedades nutritivas e organolépticas. De acordo com Sodini et al. (2010), o teor de proteína influencia fortemente na textura do iogurte, principalmente na formação e firmeza do gel. Este fator afeta a microestrutura e a reologia do produto, impactando na percepção sensorial do consumidor.

Tabela 12 - Caracterização físico-química do iogurte grego, adicionado de 1,75% de arará-vermelho liofilizado.

Composição	Iogurte grego (1,75%)*
Acidez (%)	1,39±0,01
Umidade (g/100 g)	65,56 ± 0,12
Extrato etéreo (g/100 g)	6,50 ± 0,03
Proteína bruta (g/100 g)	8,74 ± 0,27
Cinzas (g/100 g)	0,80± 0,03
Ca	30,07±1,05
K	56,67±7,63
Zn	0,86±0,18
Cu	0,15±0,02
Componentes minerais (mg/L)	
Na	93,67±2,08
Mn	0,16±0,005

*Média (três repetições) ± desvio padrão.

Ao analisar a Tabela 12, em relação ao teor de cinzas, teve-se 0,8% e aos componentes minerais, esta formulação de iogurte grego destaca-se como fonte de potássio com 56%. De acordo com a IN nº 46 (BRASIL, 2007), não há recomendações mínimas de umidade e cinzas para produtos lácteos fermentados, tal qual o iogurte.

4.3 Análise multivariada: Componentes principais (ACP) e correlação de Pearson

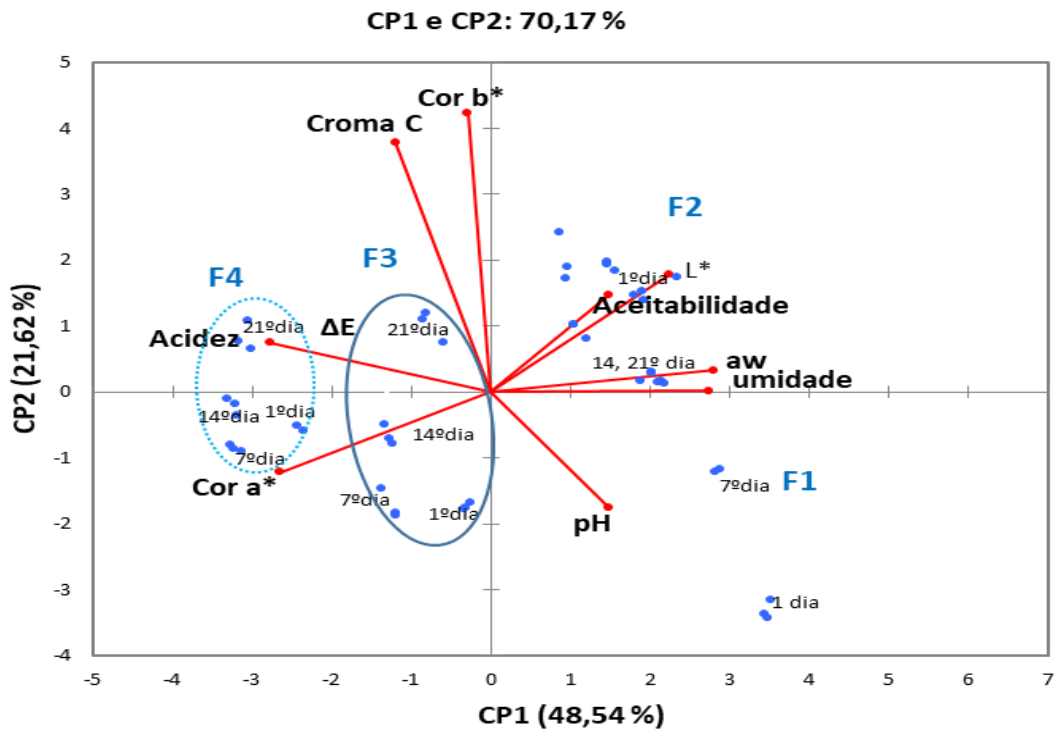
A Tabela 13 e a Figura 16 apresentam a correlação de Pearson e análise dos componentes principais (ACP) das variáveis físico-químicas e sensorial das formulações de iogurte grego (F1, F2, F3 e F4) nos 1º, 7º, 14º e 21º dia de armazenamento.

Na Figura 16 encontra-se a Análise dos Componentes Principais (ACP), na qual as variáveis são representadas como vetores, quanto mais longo o vetor, melhor a explicação da variabilidade entre as variáveis. Cada formulação e seus respectivos dias de armazenamento são representadas por círculos, sendo resultado de uma repetição (n =3). A primeira (CP1) e segunda (CP2) dimensão explicaram 70,17 % da variância total. O componente principal 1 (CP1) respondeu por 48,54 %, enquanto ao componente principal 2 (CP2) por 21,62 %. Para o qual observa-se que houve boa discriminação entre as formulações de iogurte grego (F1, F2, F3 e F4), esta discriminação entre as amostras é

justificada pela adição de diferentes concentrações (F2, F3 e F4) ou não de AVL (F1). Os teores de umidade e a_w foram maiores para a formulação F1. O parâmetro de luminosidade L^* e aceitabilidade apresentaram destaque na F2. A formulação F3 apresentou maior ΔE , enquanto que a F4 maior acidez e cor a^* .

Os valores obtidos por meio de correlação de Pearson (Tabela 13) confirmam a relação entre os parâmetros observados na análise de componentes principais (Figura 16). A a_w foi correlacionada positivamente ($p > 0,05$) com a umidade, aceitabilidade e cor L^* e negativamente com a acidez e cor a^* , indicando que ao reduzir a a_w obtem-se redução da umidade.

Figura 16 - Análise dos Componentes Principais (ACP) das formulações de iogurte grego (F1, F2, F3 e F4) nos 1º, 7º, 14º e 21º dia de armazenamento.



A acidez foi correlacionada positivamente ($p > 0,05$) com a cor a^* e Croma C^* , no entanto, negativamente com pH e cor L^* . A cor L^* apresentou correlação negativa com a cor a^* , e cor a^* negativa com a aceitabilidade. A cor b^* teve correlação positiva com o Croma C^* . Estas correlações mostram que ao aumentar a concentração de AVL, aumenta a cor a^* e reduz a luminosidade, ao mesmo tempo que provoca um aumento na acidez e consequente redução no pH.

Tabela 13 - Matriz de correlação (r) de Pearson para as variáveis aw, umidade, acidez, pH, cor L*, a*, b*, ΔE, C* e aceitabilidade (A) de formulações de iogurte grego (F1, F2, F3 e F4) nos 1°, 7°, 14° e 21° dia de armazenamento.

Variáveis	aw	Umidade	Acidez	pH	L*	a*	b*	ΔE	C*	A
aw	1									
Umidade	0,862	1								
Acidez	-0,950	-0,856	1							
pH	0,402	0,261	-0,529	1						
L*	0,702	0,583	-0,635	0,359	1					
a*	-0,900	-0,830	0,788	-0,236	-0,699	1				
b*	0,051	-0,105	0,177	-0,406	0,254	-0,203	1			
ΔE	-0,315	-0,417	0,384	-0,345	-0,378	0,167	0,225	1		
C*	-0,334	-0,415	0,507	-0,329	0,095	0,220	0,853	0,076	1	
A	0,313	0,517	-0,186	0,157	0,416	-0,559	0,087	-0,246	0,049	1

Os valores em negrito são diferentes de 0 ($r > 0,50$) com um nível de significância $\alpha = 0,05$.

5. CONCLUSÃO

A adição de araçá-vermelho liofilizado no iogurte grego pode contribuir em benefícios para a saúde devido as propriedades bioativas como antocianinas, compostos fenólicos totais, carotenoides, flavonoides e atividade antioxidante. Apesar e não haver diferença significativa entre as formulações do iogurte grego adicionado de AVL, nem para aceitabilidade (média 7,82) e intenção de compra (média 3,99), optou-se em trabalhar com a F3, indicando assim a viabilidade tecnológica, por ser um produto de elevado consumo e de boa aceitabilidade, assim com o sabor exótico desta fruta, poderá atrair consumidores que buscam alimentos inovadores e com propriedades funcionais.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se para trabalhos futuros:

- Fazer um estudo comparativo do produto desenvolvido neste trabalho adicionado de geleia de araquá-vermelho;
- Realizar a caracterização reológica do iogurte com adição de AVL.

7. REFERÊNCIAS

- ABDEL-HAMID, M.; ROMEIHB, E.; HUANGA, Z.; ENOMOTOC, T.; HUANGA, L.; LI, L. Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract. *Food Chemistry*, v. 303, 125400. 2020. doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400.
- ABLV. Associação brasileira da indústria de lácteos longa vida. Relatório anual 2019. Disponível em: <https://ablv.org.br/wp-content/uploads/2020/05/ABLV-Relatorio-Anual-2019.pdf>. Acesso em 28.07.2020.
- ALSEEKH, S.; SOUZA, L. P.; BENINA, M.; FERNIE, A. R. The style and substance of plant flavonoid decoration: Towards defining, both structure and function. *Phytochemistry*, v. 174, 112347. 2019. doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112347.
- ALVARENDA, F. Q.; ROYO, V. A.; MOTA, B. F. C.; LAURENTIZ, R. S.; MENEZES, E. V.; MELO JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, D. A. Atividade Antinociceptiva e Antimicrobiana da Casca do Caule de *Psidium Cattleyanum* Sabine. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, 1125-1133. 2015. doi.org/10.1590/1983-084X/14_146.
- ALVES, A. A.; SALES, J. C. R.; RODRIGUES, T. A. C.; BASTOS, R. A.; OLIVEIRA, T. O. Desenvolvimento e aceitação de iogurte grego com licor de frutas de descarte. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos e X CIGR Section IV Internacional Technical Symposium. Rio Grande do Sul. 2016.
- ALVES, C. C. O.; DE RESENDE; J. V.; CRUVINEL; R. S. R.; PRADO, M. E. T. Stability of the microstructure and carotenoids contents of the freeze-dried pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) pulp in the powdered form. *Food Science and Technology* [online], v. 28, 830-839. 2008. doi.org/10.1590/S0101-20612008000400011.
- AMIRDIVANI, S.; BABA A. S. Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. *LWT – Food Science and Technology*, v. 44, 1458-1464. 2011. doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.019.
- ANUYAHONG, T.; CHUSAK, C.; ADISAKWATTANA, S. Incorporation of anthocyaninrich riceberry rice in yogurts: Effect on physicochemical properties, antioxidant activity and in vitro gastrointestinal digestion, *LWT - Food Science and Technology*, v. 129, 109571. 2020. doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109571.

- MARAND, M. A.; AMJADI, S.; MARAND, M. A.; ROUFEGARINEJAD L.; JAFARI, S. M. Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *Powder Technology*, v. 359, 76-84. 2019. doi.org/10.1016/j.powtec.2019.09.082.
- ARRUDA, H. S.; PEREIRA, G. A.; MORAIS, D. R.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. M. Determination of free, esterified, glycosylated and insoluble-bound phenolics composition in the edible part of araticum fruit (*Annona crassiflora* Mart.) and its by-products by HPLC-ESI-MS/MS. *Food Chemistry*, v. 245, 738-749. 2018. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.120.
- ARSLANER, A.; SALIK, M. A.; BAKIRCI, İ. The effects of adding Hibiscus sabdariffa L. flowers marmalade on some quality properties, mineral content and antioxidant activities of yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, v. 58, 223-233. 2021. doi.org/10.1007/s13197-020-04533-z.
- ARVANITI, O. S.; SAMARAS, Y.; GATIDOU, G.; THOMAIDIS, N. S.; STASINAKIS, A. Review on fresh and dried figs: Chemical analysis and occurrence of phytochemical compounds, antioxidant capacity and health effects. *Food Research International*, v. 119, 244-267. 2019. doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.055.
- ARYANA, K. J.; OLSON, D.W. A. 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. *Journal of Dairy Science*, v. 100, 9987–10013, 2017. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12981>.
- BAKOYIANNIS, I.; DASKALOPOULOU, A.; PERGIALIOTIS, V.; PERREA, D. Phytochemicals and cognitive health: Are flavonoids doing the trick? *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 109, 1488–1497. 2019. doi.org/10.1016/j.biopha.2018.10.086.
- BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAM, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry*, v. 99, 191-203. 2006. doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.042.
- BALLARD, C. R.; MARÓSTICA, M. R. J. Health Benefits of Flavonoids. *Bioactive Compounds*, c. 10, 185–201. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00010-4.
- BALLISTRERI, G.; FABRONI, S.; ROMEO, F. V.; TIMPANARO, N.; AMEDA, M.; RAPISARDA, P. Anthocyanins and Other Polyphenols in Citrus Genus: Biosynthesis, Chemical Profile, and Biological Activity. *Polyphenols in Plants*, c. 13, 191–215. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00014-1.
- BARBA, F. J.; MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N.; MERCADANTE, A. Z.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; ORLIEN, V. Bioaccessibility of bioactive compounds

- from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. *Trends in Food Science & Technology*, v. 67, 195–206, 2017. doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.006.
- BARKALLAH, M.; DAMMAK, M.; LOUATI, I.; HENTATI, F.; HADRICH, B.; MECHICHI, T.; AYADI, M. A.; FENDRI, I.; ATTIA, H.; ABDELKAFI, S. Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical, textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT - Food Science and Technology*, v. 84, 323-330. 2017. doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.071.
- BELWAL, T.; SINGH, G.; JEANDET, P.; PANDEY, A.; GIRI, L.; RAMOLA, S.; BHATT, I. D.; VENSKUTONIS, P. R.; GEORGIEV, M. I.; CLÉMENT, C.; LUO, Z.; Anthocyanins, multi-functional natural products of industrial relevance: Recent biotechnological advances. *Biotechnology Advances*, v. 43, 107600. 2020. doi.org/10.1016/j.biotechadv.2020.107600.
- BERTOLINO, M.; BELVISO, S.; DAL BELLO B.; GHIRARDELLO, D.; GIORDANO, M.; ROLLE, L.; GERBI, V.; ZEPPA G. Influence of the addition of different hazelnut skins on the physicochemical, antioxidant, polyphenol and sensory properties of yogurt. *LWT – Food Science and Tecnology*, v. 63, 1145-1154. 2015. doi.org/10.1016/j.lwt.2015.03.113.
- BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, J. F.; PROENÇA, C. B. Araçá. In: Vieira, R.F., Agostini Costa, T.S., Silva, D.B., Sano, S., Ferreira, F.F. (Org.). *Frutas Nativas da Região Centro Oeste do Brasil*. Embrapa Inform. Tecnológica (Brasil), Brasília. Brasil. p.42-62, 2006.
- BIEGELMEYER, R.; ANDRADE, J. M. M.; ABOY, A. L.; APEL, M. A.; DRESCH, R. R.; MARIN, R.; RASEIRA, M. C. B.; HENRIQUES, A. T. Comparative Analysis of the Chemical Composition and Antioxidant Activity of Red (*Psidium cattleianum*) and Yellow (*Psidium cattleianum* var. *lucidum*) Strawberry Guava Fruit. *Journal of Food Science*, v. 76, 991-C996, 2011. [doi: 10.1111/j.1750-3841.2011.02319.x](https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02319.x).
- BLAINSKI, A.; LOPES, G. C.; MELLO, J. C. P. Application and analysis of the Folin-Ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, v. 18, 6852-6864. 2013. doi.org/10.3390/molecules18066852.
- BOGAHAWATHTHA, D.; BUCKOW, R.; CHANDRAPALA, J.; VASILJEVIC, T. Comparison between thermal pasteurization and high pressure processing of bovine skin milk in relation to denaturation and immunogenicity of de mil proteins. *Innovative*

- Food Science & Emerging Technologies, v. 47, 301–308. 2018. doi.org/10.1016/j.ifset.2018.03.016.
- BOMBANA, V. B.; ORO, C. E. D.; RIGO, D.; POLINA, C. C.; DENTI, A. F. .; TRES , B. P.; WISNIEWSKI, M. S. W.; STEFFENS , J.; PAROUL, N.; DALLAGO, R. M.; BACKES, G. T.; CANSIAN, R. L. Influence of drying on bioactive compounds and antioxidant activity of fruits of guabiju (*Myrcianthes pungens*). Research, Society and Development, v. 10, 5510817024. 2021. doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17024.
- BORGES, L. P.; AMORIM, V. A. Metabólitos Secundários De Plantas. Revista Agroecnologia, Ipameri, v.11, 54-67, 2020.
- BOTH, J. M. C.; LONGARAY, S. M.; AVANCINI, C. A. M. O desinfetante hipoclorito de sódio como barreira sanitária: condições de atividade frente a *Staphylococcus aureus* isolados em alimentos envolvidos em surtos de toxinfecções alimentares. Revista Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, 68(2):254-8,1992.
- BRAGA, A. C. C.; ASSIS NETO, E. F.; VILHENA, M. J. V. Elaboração e caracterização de iogurtes adicionados de polpa e de xarope de mangostão (*Garcinia mangostana* L.). Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 14, 77-84, 2012.
- BRAGA, A. R. C.; MURADOR, D. C.; MESQUITA, L. M. S.; ROSSO, V. V. Bioavailability of anthocyanins: gaps in knowledge, challenges and future research. Journal of Food Composition and Analysis, v. 68, 31-40. 2018. doi.org/10.1016/j.jfca.2017.07.031.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT: Food Science and Technology, v. 28, 25-30. 1995. [doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).
- BRASIL – Ministério da Agricultura, Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal (LANARA). Métodos de Análise Microbiológica para Alimentos. 2º revisão, Brasília-DF: 136p, 1992.
- BRASIL. Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil / Editores Maria do Carmo Bassols Raseira et. al. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 124 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 129), 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. Seção1, p. 4. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília – DF. 23 de outubro de 2007.

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 62 de 29 de dezembro de 2011. Dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade, qualidade, coleta e transporte do leite. Seção 1. Diário Oficial da União, Brasília - DF , 30 dezembro de 2011.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: Diário Oficial da União, 2013.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Alimentos regionais brasileiros. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 484 p.: il.– Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 76, de 26 de Novembro de 2018. Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Edição: 230. Seção: 1. Página: 9. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2018. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/52750137/do1-2018-11-30-instrucao-normativa-n-76-de-26-de-novembro-de-2018-52749894IN%2076. Acesso em 28.07.2020.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Instrução normativa Nº 37, de 01 de outubro de 2018. Estabelecer, na forma dos Anexos desta Instrução Normativa, os parâmetros analíticos de suco e de polpa de frutas e a listagem das frutas e demais quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade já fixados pelo Ministro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento através da IN MAPA nº 49, de 26 de setembro de 2018 para as seguintes bebidas. Diário oficial da união. Publicado em: 08/10/2018 | Edição: 194 | Seção: 1 | Página: 23.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 243, de 26 de Julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União. Publicado em: 27/07/2018 | Edição: 144 | Seção: 1 | Página: 100.
- BRASIL. Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Diretoria Colegiada. Instrução Normativa Nº 60, DE 23 de dezembro de 2019. Estabelece as

listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário oficial da união. Publicado em: 26/12/2019 | Edição: 249 | Seção: 1 | Página: 133.

- BURTON-FREEMAN, B.; SANDHU, A.; EDIRISINGHE, I. Anthocyanins. *Nutraceuticals*, c. 35, 489–500. 2016. doi.org/10.1016/B978-0-12-802147-7.00035-8.
- BUSANELLO, M.; POZZA, M. S. S.; PEDROS, F.; TSUTSUMI, C. Y.; POZZA, P. C.; COSTA, P. B.; BARROS, P. C.; ECKSTEIN, I. I. Avaliação da composição de pH e ponto de congelamento de leites padronizado, semidesnatado e desnatado no processo de ultrapasteurização. *Anais: XXI Cong. Bras. Zootec.*, 23-27, Maceió. 2011.
- BUSO-RAMOS, M. M.; FEIRIA, S. N. B.; BONI, G. C.; HÖFLING, J. F. *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) as a natural antimicrobial source against oral bacteria. *Adv Dent & Oral Health*, v. 4, 1-3, 2017. [doi: 10.19080/ADOH.2017.04.555650](https://doi.org/10.19080/ADOH.2017.04.555650).
- CALDERARO, A.; BARRECA, D.; BELLOCCO, E.; SMERIGLIO, A.; TROMBETTA, D.; LAGANÀ, G. Colored phytonutrients: Role and applications in the functional foods of anthocyanins. *Phytonutrients in Food*, c. 8, 177–195. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-815354-3.00011-3.
- CÂNDIDO DE SOUZA, W. F.; SOUZA DO AMARAL, C. R.; LIMA DA SILVA BERNARDINO, P. D. The addition of skim milk powder and dairy cream influences the physicochemical properties and the sensory acceptance of concentrated Greek-style yogurt. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, v. 24, 100349. 2021. doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100349.
- CARVALHO, I. T. *Microbiologia dos alimentos*. Recife: EDUFRPE, 2010. 84 p.
- CASSIDY, A. Berry anthocyanin intake and cardiovascular health. *Molecular Aspects of Medicine*, v. 61, 76-82. 2018. doi.org/10.1016/j.mam.2017.05.002.
- CECCHI, H. M. *Fundamentos Teóricos e Práticos em Análises de Alimentos*. 2ª ed. Campinas: Unicamp, 2005. 208p.
- CEPEA - ESALQ/USP. *Boletim do Leite*. Uma publicação do CEPEA - ESALQ/USP. Ano 24 nº 272. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2018.
- CHANDAN R. C.; GANDHI A.; SHAH, N. P. Yogurt: historical background, health benefits, and global trade. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, c. 1, 3-29. 2017. doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00001-8.
- CHANDAN, R.C.; O'RELL, K.R. Principles of yogurt processing. In: CHANDAN, R.C. *Manufacturing yogurt and fermented milks*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. 2006. 211-236 p.

- CHANDAN, Ramesh C. Na Overview of Yogurt Production and Composition. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, c. 2, 31-47. 2017. doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00002-X.
- CHANDAN, R. C.; KILARA, A. *Manufacturing Yogurt and Fermented Milks*. Wiley-Blackwell, 2^a edition. *General & Introductory Food Science and Tecnology*. *Diary Food*, 478. 2013. doi: [10.1002/9781118481301](https://doi.org/10.1002/9781118481301).
- CHANG, K. H.; CHENG, M. L.; CHIANG, M. C.; CHEN, C. M. Lipophilic antioxidants in neurodegenerative diseases. *Clinica Chimica Acta*, v. 485, 79–87. 2018. doi.org/10.1016/j.cca.2018.06.031.
- CHAVES-SILVA, S.; SANTOS, A. L.; CHALFUN-JÚNIOR, A.; ZHAO, J.; PERES, L. E. P.; BENEDITO, V. A. Understanding the genetic regulation of anthocyanin biosynthesis in plants – Tools for breeding purple varieties of fruits and vegetables. *Phytochemistry*, v. 153, 11-27. 2018. doi.org/10.1016/j.phytochem.2018.05.013.
- CHE, H.; ZHANG, H.; TIAN, Y.; LAI, P. F. H.; XIA, Y.; WANG, S.; AI, L. Exopolysaccharide from *Streptococcus thermophilus* as stabilizer in fermented dairy: Binding kinetics and interactions with casein of milk. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 140, 1018-1025. 2019. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.08.146.
- CHEN, L.; HU, B.; QIN, Y.; HU, G.; ZHAO, J. Advance of the negative regulation of anthocyanin biosynthesis by MYB transcription factors. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 136, 178-187. 2019. doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.01.024.
- CHEN, Q.; ZHAO, L.; YAO, L.; CHEN, Q.; AHMAD, W.; LI, Y.; QIN, Z. *The Application of Membrane Separation Technology in the Dairy Industry*. IntechOpen Book Series. 2018. dx.doi.org/10.5772/intechopen.76320.
- CHEN, X.; SINGH, M.; BHARGAVA, K.; RAMANATHAN, R. Yogurt Fortification with Chickpea (*Cicer arietinum*) Flour: Physicochemical and Sensory Effects. *Journal of the American Oil Chemists Society*, v. 9, 1041–1048. 2018. doi.org/10.1002/aocs.12102.
- CHHIKARA, N.; KUSHWAHA, K.; SHARMA, P.; GAT, Y.; PANGHAL, A. Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, v. 272, 192–200. 2019. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022.

- CHIKEZIE, P. C.; IBEGBULEM, C. O.; MBAGWU, F. N., 2015. Bioactive principles from medicinal plants. *Research Journal of Phytochemistry*, v. 9, 88–115. 2015. doi:[10.3923/rjphyto.2015.88.115](https://doi.org/10.3923/rjphyto.2015.88.115).
- CHRISTENSEN, L. P. The Role of Direct and Indirect Polyphenolic Antioxidants in Protection Against Oxidative Stress. *Polyphenols: Mechanisms of Action in Human Health and Disease*, 2. ed., 147-179. 2018. doi.org/10.1016/B978-0-12-813006-3.00013-1.
- COMAN, V.; TELEKY, B.-E.; MITREA, L.; MARTĂU, G. A.; SZABO, K.; CĂLINOIU, L. F.; VODNAR, D. C. Bioactive potential of fruit and vegetable wastes. *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 91, 157-225. 2019. doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.07.001.
- CÖMERT, E. D.; GÖKMEN, V. Evolution of food antioxidants as a core topic of food science for a century. *Food Research International*, v. 105, 76-93. 2018. doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.056.
- CÖMERT, E. D.; GÖKMEN, V. Physiological relevance of food antioxidants. *Advances in Food and Nutrition Research*, v. 93, 205-250. 2020. doi.org/10.1016/bs.afnr.2020.03.002.
- CORRÊA, L. C. Similaridade genética em acessos de goiabeiras e araçazeiros: análises químicas e bioquímicas dos frutos. 96p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências de Botucatu, UNESP, São Paulo, 2009.
- CORRIEU, G.; BÉAL, C. Yogurt: The Product and its Manufacture. *Encyclopedia of Food and Health*, 617-624. 2016. doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00766-2.
- COSTA, M. F.; PIMENTEL, T. C.; GUIMARÃES, J. T.; BALTHAZAR, C. F.; ROCHA, R. S.; CAVALCANTI, R. N.; ESMERINO, E. A.; FREITAS, M. Q.; RAICES, R. S. L.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Impact of prebiotics on the rheological characteristics and volatile compounds of Greek yogurt. *LWT*, v. 105, 371-376. 2019. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.02.007.
- COSTA-RODRIGUES, J.; PINHO, O.; MONTEIRO, P. R. R. Can lycopene be considered an effective protection against cardiovascular disease? *Food Chemistry*, v. 245, 1148-1153. 2018. doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.11.055.
- DA SILVA, R. T.; DE ASSIS, B. B. T.; MONÇÃO, E. C.; FERNANDES, J. M.; SILVA, M. E. S.; GRILO M. M. S.; COUTINHO, T. P. A.; CONCEIÇÃO, M. M. Microbiological and physical and chemical analysis of Greek type added pitanga jelly

- (*Eugenia uniflora* L.). Brazilian Journal of Development, v. 6, 24660-24677. 2020. doi.org/10.34117/bjdv6n5-063.
- DAI, J.; MUMPER, R. J. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, v. 15, 7313–7352. 2010. doi.org/10.3390/molecules15107313.
- DALLA NORA, C.; MULLER, C. D. R.; DE BONA, G. S.; DE OLIVEIRA RIOS, A.; HERTZ, P. F.; JABLONSKI, A.; JONG, E. V.; FLORES, S. H. Effect of processing on the stability of bioactive compounds from red araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens*). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 34, 18-25. 2014. doi.org/10.1016/j.jfca.2014.01.006.
- DALLA NORA, C.; JABLONSKI, A.; DE RIOS, A. O.; HERTZ, P. F.; DE JONG, E. V.; FLÔRES, S. H. The characterisation and profile of the bioactive compounds in red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) and guabiju (*Myrcianthes pungens* (O. Berg) D. Legrand). *International Journal of Food Science & Technology*, v. 49, 1842–1849. 2014. doi.org/10.1111/ijfs.12493.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. Biblioteca Artmed. Nutrição e tecnologia de alimentos. 4ª ed. Artmed, 2010.
- DAS, K.; CHOUDHARYA, R.; THOMPSON-WITRICK, K. A. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, v. 108, 68-80. 2019. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.058.
- DAVIES, B. H. Carotenoid. In: Goodwin, T. W. (ed.), *Chemistry and Biochemistry of Plants and Pigments*. Academic Press, New York, 138-165. 1976.
- DE ALMEIDA LOPES, M. M.; DE OLIVEIRA SILVA, E. Araçá-*Psidium cattleianum* Sabine. *Exotic Fruits*, 31-36. 2018. doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00007-1.
- DE ARAÚJO, F. F.; FARIAS, D. P.; NERI-NUMA, I. A.; PASTORE, G. M. Polyphenols and their applications: An approach in food chemistry and innovation potential. *Food Chemistry*, v. 338, 127535. 2020. doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127535.
- DE LA ROSA, L. A.; MORENO-ESCAMILLA, J. O.; RODRIGO-GARCÍA, J.; ALVAREZ-PARRILLA, E. Phenolic Compounds. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*, c. 12, 253-271. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00012-9.
- DE LIMA, V. C. N. N.; RAMOS, D. C.; SOUZA, F. J. S.; SILVA, E. N.; SILVA, M. V. Avaliação do teor de vitamina C em araçá-boi (*eugenia stipitata*) produzida na região

- sul da Bahia. E. Ciências Agrárias- Ciência e Tecnologia de Alimentos. Ciência de Alimentos, 2012.
- DE MELO, D. W.; CAVALCANTE, B. D. M.; AMANTE, E. R. Characterization of the red araçá (*Psidium Cattleianum* Sabine) lyophilized in powder. Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 6, 29868-29875. 2020. doi.org/10.34117/bjdv6n5-442.
- DEL RIO, D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; SPENCER, J. P. E.; TOGNOLINI, M.; BORGES, G.; CROZIER, A. Dietary (Poly)phenolics in Human Health: Structures, Bioavailability, and Evidence of Protective Effects Against Chronic Diseases. Antioxidants & Redox Signaling, v. 18, 14. 2013. doi.org/10.1089/ars.2012.4581.
- DEMETRIO, A. A.; MORAIS, S. M.; DE OLIVEIRA, K. K. G.; MELO, R. C. E. Caracterização físico-química do araçá (*Psidium cattleianum*) cultivado na região nordeste do Brasil. In: Anais do simpósio latino americano de ciências de alimentos, Anais eletrônicos. Campinas, v. 1. 2013. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2013/trabalhos/caracterizacao-fisico-quimica-do-araca-psidium-cattleianum-cultivado-na-regiao-nordeste-do-brasil>. Acesso em: 03 de julho de 2021.
- DESAI, NT; SHEPARD, L.; DRAKE, MA. Sensory properties and drivers of liking for Greek yogurts. Journal of Dairy Science, v. 96, 7454–7466, 2013. doi.org/10.3168/jds.2013-6973.
- DIAS, B. M.; PUZZLZATTO, M. E. Elaboração e avaliação de iogurte adicionado de pectina obtida da casca de laranja pêra (*Citrus Sinensis* L. Osbeck). Revista Instituto Laticínio Candico Tostes, Mar/Jun, nº 367/368, 64, 2009.
- DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. Frutas Brasileiras. Jaboticabal: Novos Talentos, 2002. 288 p.
- DOU, X.; ZHOU, Z.; REN, R.; XU, M. Apigenin, flavonoid component isolated from *Gentiana veitchiorum* flower suppresses the oxidative stress through LDLR-LCAT signaling pathway. Biomedicine & Pharmacotherapy, v. 128, 110298. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110298>.
- DUTCOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.
- DYCK, G. J. B.; RAJ, P.; ZIEROTH, S.; DYCK, J. R. B.; EZEKOWITZ, J. A. The Effects of Resveratrol in Patients with Cardiovascular Disease and Heart Failure: A Narrative Review. International Journal of Molecular Sciences, v. 20, 904. 2019. doi.org/10.3390/ijms20040904.

- EL-FATTAH, A.A.; SAKR, S.; EL-DIEB, S.; ELKASHEF, H. Developing functional yogurt rich in bioactive peptides and gamma-aminobutyric acid related to cardiovascular health. *LWT - Food Science and Technology*, v. 98, 390-397. 2018. doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.022.
- EL-SAID, M. M.; HAGGAG H. F.; FAKHR EL-DIN, H. M.; GAD, A. S.; FARAHAT, A. M. Antioxidant activities and physical properties of stirred yoghurt fortified with pomegranate peel extracts. *Annal of Agricultural Sciences*, v. 59, 207-212. 2014. doi.org/10.1016/j.aogas.2014.11.007.
- EMBRAPA. O Mercado Consumidor de Leite e Derivados. Circular técnica 120. Juiz de Fora – MG, 2019.
- ESCRIBANO-BAILÓN, M. T.; RIVAS-GONZALO, J. C.; GARCÍA-ESTÉVEZ, I. Wine Color Evolution and Stability. *Red Wine Technology*, c. 13, 195-205. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-814399-5.00013-X.
- EUROMONITOR. YOGHURT AND SOUR MILK PRODUCTS in Brazil. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/mercado-brasileiro-de-iogurtes-encolhe-devido-a-condicoes-economicas-dificeis-208491/>
Acesso em 10.07.2020.v
- FAKHRI, S.; KHODAMORADY, M.; NASERI, M.; FARZAEI, M. H.; KHAN, H. The ameliorating effects of anthocyanins on the cross-linked signaling pathways of cancer dysregulated metabolism. *Pharmacological Research*, v. 159, 104895. 2020. doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104895.
- FALEIRO, J. H.; GONÇALVES, R. C.; SANTOS, M. N. G.; SILVA, D. P.; NAVES, P. L. F.; MALAFAIA, G. The chemical featuring, toxicity, and antimicrobial activity of *Psidium cattleianum* (Myrtaceae) Leaves. *New Journal of Science*, v. 2016, 1-8. 2016. doi.org/10.1155/2016/7538613.
- FALLAH, A. A.; SARMAST, E.; FATEHI, P.; JAFARI, T. Impact of dietary anthocyanins on systemic and vascular inflammation: Systematic review and meta-analysis on randomised clinical trials. *Food and Chemical Toxicology*, v. 135, 110922. 2019. doi.org/10.1016/j.fct.2019.110922.
- FALLAH, A. A.; SARMAST, E.; JAFARI, T. Effect of dietary anthocyanins on biomarkers of glycemic control and glucose metabolism: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Food Research International*, v. 137, 109379. 2020. doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109379.

- FAZILAHA, N. F.; ARIFF, A. B.; KHAYATB, M. E.; RIOS-SOLIS; HALIM, M. Influence of probiotics, prebiotics, synbiotics and bioactive phytochemicals on the formulation of functional yogurt. Department of Bioprocess Technology, Faculty of Biotechnology and Biomolecular Sciences, Universiti Putra Malaysia, v. 48, 387-399. 2018. doi.org/10.1016/j.jff.2018.07.039.
- FELLOWS, P. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.
- FERREIRA, C. L. L. F. Produtos lácteos fermentados: aspectos bioquímicos e tecnológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005.
- FERREIRA, I. C. F. R.; MARTINS, N.; BARROS, L. Phenolic Compounds and Its Bioavailability: In Vitro Bioactive Compounds or Health Promoters? Advances in Food and Nutrition Research, v. 82, 1-44. 2017. doi.org/10.1016/bs.afnr.2016.12.004.
- FETTER, M. R.; VIZOTTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALES, T. N. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. Brazil Journal Food and Technology. 2010.
- FIDELIS, M.; DE OLIVEIRA, S. M.; SANTOS, J.S.; ESCHER, G. B.; ROCHA, R. S.; CRUZ, A.G.; DO CARMO, M. A. V.; AZEVEDO, L.; KANESHIMA, T.; OH, W. Y.; SHAHIDI, F.; GRANATO, D. From byproduct to a functional ingredient: Camu-camu (*Myrciaria dúbia*) seed extract as an antioxidant agent in a yogurt model. Journal of Dairy Science, v. 103, 1131-1140. 2019. doi.org/10.3168/jds.2019-17173.
- FISBERG, M.; MACHADO, R. History of yogurt and current patterns of consumption. Pediatrics Department, Escola Paulista de Medicina Federal University of São Paulo, São Paulo SP, Brasil Nutrition Reviews, v. 73, 4-7. 2015. [doi: 10.1093 / nutrit / nuv020](https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv020).
- FRANZON, R. C.; VIZZOTTO, M.; BONOW, S. Simpósio Nacional do Morango (8:2018:Pelotas, RS) Anais / VIII Simpósio Nacional do Morango e VIII Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 384 p. 2019.
- FRANZON, C. R.; SOUSA SILVA, J. C. Araçá – *Psidium* spp. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Edición, 2018. Disponível em: https://www.procisur.org.uy/adjuntos/75c16f77adf2_Psidium-PROCISUR.pdf. Acesso em 06.09.21.

- FRANZON, R.C. Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa. Planaltina. DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/75733/1/art-008.pdf>. Acesso em 12.08.20.
- FRANZON, R. C.; CAMPOS, L.Z.O.; PROENÇA, C. E. B.; SILVA, J. C. S. Araçás do gênero *Psidium*: espécies, ocorrências, descrições e usos. Documentos Embrapa Cerrados: Brasília, 48. 2009.
- FUSSELL, J. C.; KELLY, F. J. Oxidative contribution of air pollution to extrinsic skin ageing. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 151, 111-122. 2019. doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.11.038.
- GALHO, A. S.; LOPES, N. E. I. F.; BACARIN, M. A.; LIMA, M. D. G. S. Chemical composition and growth respiration in *Psidium cattleianum* Sabine fruits during the development cycle. *Revista Brasileira de Fruticultura* v. 29, 61-66. 2007. doi.org/10.1590/S0100-29452007000100014.
- GHARIBZAHEDI, S. M. T.; JAFARI, S. M. The importance of minerals in human nutrition: bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. *Trends in Food Science & Technology*, v. 62, 119-132, 2017. doi.org/10.1016/j.tifs.2017.02.017.
- GHORBANI, A.; RASHIDI, R.; SHAFIEE-NICK, R. Flavonoids for preserving pancreatic beta cell survival and function: A mechanistic review. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 111, 947-957. 2019. doi.org/10.1016/j.biopha.2018.12.127.
- GLOBAL Anthocyanin Market report, 2020. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/anthocyanin-market>. Acesso em 06.09.20.
- GOMES, L. B.; DOS SANTOS, E. C. S.; MEDEIROS, C. M.; LAMARÃO, C. V.; PEREIRA, K. L. Aceitabilidade e iogurte tipo grego com adição de doces de frutas da Amazônia. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC. Paraná, 2016. Disponível em: <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploadsimce/contecc2016/agronomia/aceitabilidade%20do%20iogurte%20tipo%20grego%20com%20adi%C3%A7%C3%A3o%20de%20doces%20de%20frutas%20da%20amaz%C3%B4nia.pdf>. Acesso em 12.06.21.
- GOMES, J. V. P.; RIGOLON, T. C. B.; SOUZA, M. S. S.; LEITE, J. I. A.; DELLA LUCIA, C. M.; MARTINO, H. S. D.; ROSA, C. O. B. Antiobesity effects of

- anthocyanins on mitochondrial biogenesis, inflammation, and oxidative stress: A systematic review. *Nutrição*, v. 66, 192-202. 2019. doi.org/10.1016/j.nut.2019.05.005.
- GONG, S.; FEI, P.; SUN, Q.; GUO, L.; JIANG, L.; DUO, K.; BI, X.; YUN, X. Action mode of cranberry anthocyanin on physiological and morphological properties of *Staphylococcus aureus* and its application in cooked meat. *Microbiologia alimentar*, v. 94, 103632. 2020. doi.org/10.1016/j.fm.2020.103632.
- GOWD, V.; BAO, T.; CHEN, W. Antioxidant potential and phenolic profile of blackberry anthocyanin extract followed by human gut microbiota fermentation. *Food Research International*, v. 120, 523-533. 2018. doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.001.
- GRAF, D.; MONK, J. M.; WU, W.; WELLINGS, H. R.; ROBINSON, L. E.; POWER, K. A. Red lentil supplementation reduces the severity of dextran sodium sulfate-induced colitis in C57BL/6 male mice. *Journal of functional foods*, v. 64, 103625. 2020. doi.org/10.1016/j.jff.2019.103625.
- GRANATO, D. Determinação de compostos fenólicos majoritários em alimentos e extratos vegetais: Orto-difenólicos, flavonoides totais, antocianinas, proantocianidinas e flavonóis totais. In: GRANATO, D.; NUNES, D. S. *Análise Química, Propriedades Funcionais e Controle de Qualidade de Alimentos e Bebidas: uma abordagem teórico-prática*. 1.ed., Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, c. 8, 193-221. 2016.
- GRANATO, D. Leites fermentados: algumas considerações. *Revista Leite e derivados*, São Paulo: n. 100, 2007.
- GU, K. D.; WANG, C. K.; HU, D. G.; HAO, Y. J. How do anthocyanins paint our horticultural products? *Scientia Horticulturae*, v. 249, 257–262. 2019. doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.034.
- GUAN, Y.; ZHONG, Q. The improved thermal stability of anthocyanins at pH 5.0 by gum arabic. *LWT - Food Science and Technology*, v. 64, 706-712. 2015. doi.org/10.1016/j.lwt.2015.06.018.
- HAJIALYANI, M.; FARZAEI, M. H.; ECHEVERRIA, J.; NABAVI, S. M.; URIARTE, E.; SOBARZO-SÁNCHEZ, E. Hesperidin as a Neuroprotective Agent: A Review of Animal and Clinical Evidence. *Moléculas*, v. 24, 648. 2019. doi.org/10.3390/molecules24030648.
- HAN, F.; YANG, P.; WANG, H.; FERNANDES, I.; MATEUS, N.; LIU, Y. Digestion and absorption of red grape and wine anthocyanins through the gastrointestinal tract. *Trends in Food Science & Technology*, v. 83, 211-224. 2018. doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.025.

- HARNETT, J.; DAVEY, G.; PATRICK, A.; CADDICK, C.; PEARCE, L. Lactic Acid Bacteria | *Streptococcus thermophilus*. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 143–148. 2011. doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00268-5.
- HELENO, S.; MARTINS, A.; QUEIROZ, M. J. R. P.; FERREIRA, I. C. F. R. Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus parent compounds: a review. *Food Chemistry*, v. 173, 501–513. 2015. doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.057.
- HENTZ, R. Otimização da extração de antocianinas da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e avaliação da capacidade antioxidante. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Uri Erechim, Erechim, RS. 2015.
- HOLST, B.; WILLIAMSON, G. Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. *Current Opinion in Biotechnology*, v. 19, 73–82. 2008. doi.org/10.1016/j.copbio.2008.03.003.
- HUANG, Z.; WANG, Q.; XIA, L.; HUI, J.; LI, J.; FENG, Y.; CHEN, Y. Preliminarily exploring of the association between sugars and anthocyanin accumulation in apricot fruit during ripening. *Scientia Horticulturae*, v. 248, 112–117. 2019. doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.012.
- HUSSEIN, H.; AWAD, S.; EL-SAYED, I.; IBRAIN, A. Impacto of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agente of stirred bio-yoghurt. *Annals of Agricultural Sciences*, v. 65, 49-59. 2020. doi.org/10.1016/j.aos.2020.03.001 .
- IBI, M.; YABE-NISHIMURA, C. The role of reactive oxygen species in the pathogenic pathways of depression. *Oxidative Stress and Dietary Antioxidants in Neurological Diseases*, c. 1, 3-16. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-817780-8.00001-3.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo, 2008. 1020 p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.
- JASTER, H.; AREND, G. D.; REZZADORI, K. CHAVES, V. C.; REGINATTO, H. R. PETRUS, J. C. C. Enhancement of antioxidante activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. *Food Research International*, v. 104, 119-125. 2018. doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.006.

- JIANG, T.; MAO, Y.; SUI, L.; YANG, N.; LI, S.; ZHU, Z.; HE, Y. Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of purple sweet potato extract at different pH. *Food Chemistry*, v. 247, 460-470. 2018. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.141.
- JEONG, C. H.; RYU, H.; ZHANG, T.; LEE, C. H.; SEO, H. G.; HAN, S. H. Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. *Food Science and biotechnology*, v. 27, 1419-1427. 2018. doi.org/10.1007/s10068-018-0370-9.
- KAMMERER, D. R. Anthocyanins. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*, c. 3, 61-80. 2016. doi.org/10.1016/B978-0-08-100371-8.00003-8.
- KANG, I.; LEE, Y.; LEE, M., M. Anthocyanins: What They Are and How They Relate to Obesity Prevention. *Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity*, c. 28, 409–430. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-816093-0.00028-8.
- KARAM, M.C.; GAIANI, C.; HOSRI, C.; BURGAIN, J.; SCHER, J. Effect of dairy powders fortification on yogurt textural and sensorial properties: A review. *Journal of Dairy Research*, v. 80, 400-409. 2013. doi.org/10.1017/S0022029913000514.
- KHALID, M.; SAEED-UR-RAHMAN, BILAL, M.; HUANG, D. F. Role of flavonoids in plant interactions with the environment and against human pathogens - A review. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 18, 211–230. 2019. [doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62555-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62555-4).
- KENNAS, A.; AMELLAL-CHIBANE, H.; KESSAL, F.; HALLADJ, F. Effect of pomegranate peel and honey fortification on physicochemical, physical, microbiological and antioxidant properties of yoghurt powder. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, v. 19, 99-108. 2018. doi.org/10.1016/j.jssas.2018.07.001.
- KHAN, M.; LIU, H.; WANG, J.; SUN, B. Inhibitory effect of phenolic compounds and plant extracts on the formation of advanced glycation and products: A comprehensive review. *Food Research International*, v. 130, 108933, 2019. doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108933.
- KIM, S.; HYEONBIN, O.; LEE, P.; KIM, Y.-S. The quality characteristics, antioxidant activity, and sensory evaluation of reduced-fat yogurt and nonfat yogurt supplemented with basil seed gum as a fat substitute. *Journal of Dairy Science*, v. 103, 1324-1366. 2019. doi.org/10.3168/jds.2019-17117.

- KIRAKOSYAN, A.; SEYMOUR, M.; KONDOLEON, N.; GUTIERREZ, E.; WOLFORTH, J.; BOLLING, S. The intake of red raspberry fruit is inversely related to cardiac risk factors associated with metabolic syndrome. *Journal of Functional Foods*, v. 41, 83–89. 2018. doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.033.
- KONZGEN, E.; LEMOS, G.; VINHOLES, J.; FRANZON, R.; VIZZOTTO, M. Araçá: Influência do genótipo na atividade antiglicêmica e antioxidante. 10º Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e o Caribe. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/321107649_ARACA_INFLUENCIA_DO_GENOTIPO_NA_ATIVIDADE_ANTIGLICEMICA_E_ANTIOXIDANTE. Acesso em 11/11/21.
- KORTBEEK, R. W. J.; VAN DER GRAGT, M.; BLEEKER, P. M. Endogenous plant metabolites against insects. *European Journal of Plant Pathology*, v. 154, 67-90, 2019. doi.org/10.1007/s10658-018-1540-6.
- KRUTMANN, J.; BOULOC, A.; SORE, G.; BERNARD, B. A.; PASSERON, T. The Skin Aging Exposome. *Journal of Dermatological Science*, v. 85, 152-161. 2017. doi.org/10.1016/j.jdermsci.2016.09.015.
- KWON, H. C.; BAE, H.; SEO, H. G.; HAN, S. G. Short communication: Chia seed extract enhances physicochemical and antioxidant properties of yogurt. *Journal of Dairy Science*, v. 102, 4870-4876. 2019. doi.org/10.3168/jds.2018-16129.
- LESME, H.; RANNOU, C.; FAMELART, M.-H.; BOUHALLAB, S.; PROST, C. Yogurts enriched with milk proteins: Texture properties, aroma release and sensory perception. *Trends in Food Science & Technology*, v. 98, 140-149. 2020. doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.006.
- LIN, D.; XIAO, M.; ZHAO, J.; LI, Z.; XING, B.; LI, X.; KONG, M.; LI, L.; ZHANG, Q.; LIU, Y.; CHEN, H.; QIN, W.; WU, H.; CHEN, S. An Overview of Plant Phenolic Compounds and Their Importance in Human Nutrition and Management of Type 2 Diabetes. *Molecules*, v. 21, 2-19, 2016. doi.org/10.3390/molecules21101374.
- LIU, J.; ZHUANG, Y.; HU, Y.; XUE, S.; LI, H.; CHEN, L.; FEI, P. Improving the color stability and antioxidation activity of blueberry anthocyanins by enzymatic acylation with p-coumaric acid and caffeic acid. *LWT – Food Science and Technology*, 130, 109673. 2020. doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109673.
- LIU, D.; LV, X.X. Effect of blueberry flower pulp on sensory, physicochemical properties, lactic acid bacteria, and antioxidant activity of set-type yogurt during refrigeration.

- Journal of Food Processing and Preservation, v. 43, 13856. 2018.
doi.org/10.1111/jfpp.13856.
- LIU, Y.; TIKUNOV, Y.; SCHOUTEN, R. E.; MARCELIS, L. F. M.; VISSER, R. G. F.; BOVY, A. Anthocyanin Biosynthesis and Degradation Mechanisms in Solanaceous Vegetables: A Review. *Frontiers in Chemistry*, v. 6, 52. 2018.
doi.org/10.3389/fchem.2018.00052.
- LIUDVINAVICIUTE, D.; RUTKAITE, R.; BENDORAITIENE, J.; KLIMAVICIUTE, R.; DAGYS, L. Formation and characteristics of alginate and anthocyanin complexes. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 164, 726-734. 2020.
doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.157.
- LOCATELLI, J.; STOFFEL, F.; PIEMOLINI-BARRETO, L.T. Efeito do processo de congelamento na quantificação dos compostos bioativos da polpa de araçá vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). 6º Simpósio de segurança alimentar. Gramado, RS, 2018.
- LOSADA-BARREIRO, S.; BRAVO-DÍAZ, C. Free radicals and polyphenols: The redox chemistry of neurodegenerative diseases. *European Journal of Medicinal Chemistry*, v. 133, 379–402. 2017. doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.03.061.
- LUO, J.; MILLS, K.; LE CESSIE, S.; NOORDAM, R.; VAN HEEMST, D. Ageing, Age-related Diseases and Oxidative Stress: What to Do Next?. *Ageing Research Reviews*, v. 57, 100982, 2019. doi.org/10.1016/j.arr.2019.100982.
- MA, Y.; DING, S.; FEI, Y.; LIU, G.; JANG, H.; FANG, J. Antimicrobial activity of anthocyanins and catechins against foodborne pathogens *Escherichia coli* and *Salmonella*. *Food Control*, v. 106, 106712. 2019.
doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106712
- MAGALHÃES, A. U.; DELLA TORRE, A. C. G. Chemical composition and sensory analysis of Greek yogurt traded in the South of the state of Minas Gerais. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. IFSMG. Juiz de Fora - MG*, v. 73, 10-18. 2018.
doi.org/10.14295/2238-6416.v73i1.607.
- MALEKI, S. J.; CRESPO, J. F.; CABANILLAS, B. Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry*, v. 299, 125124. 2019.
doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125124.
- MALLMANN, L. P.; TISCHER, B.; VIZZOTTO, M.; RODRIGUES, E.; MANFROI, V. Comprehensive identification and quantification of unexploited phenolic compounds from red and yellow araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) by LC-DAD-ESI-MS/MS.

- Food Research International, v. 131, 108978. 2020. doi.org/10.1016/j.foodres.2020.108978.
- MARK, R.; LYU, X.; LEE, J. J. L.; PARRA-SALDÍVAR, R.; CHEN, W. N. Sustainable production of natural phenolics for functional food applications. *Journal of Functional Foods*, v. 57, 233-254. 2019. doi.org/10.1016/j.jff.2019.04.008.
- MARTINSEN, K. B.; AABY, K.; SKREDE, G. Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and color in strawberry and raspberry jams. *Food Chemistry*, v. 316, 126297. 2020. doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126297.
- MARTYNENKO, A.; CHEN, Y. Degradation kinetics of total anthocyanins and formation of polymeric color in blueberry hydrothermodynamic (HTD) processing. *Journal of Food Engineering*, v. 171, 44-51. 2016. doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.10.008.
- MCCOOK-RUSSELL, K. P.; NAIR, M. G.; FACEY, P. C.; BOWEN-FORBES, C.S. Nutritional and nutraceutical comparison of Jamaican *Psidium cattleianum* (strawberry araçá) and *Psidium guajava* (common araçá) fruits. *Food Chemistry*, v. 134, 1069–1073. 2012. doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.018.
- MEDINA, A. L.; HAAS, L.; CHAVES, F. C.; SALVADOR, M.; ZAMBIAZI, R. C.; da SILVA, W. P.; ROMBALDI, C. V. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*, v. 128, 916–922, 2011. doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.119.
- MENDES, A. H. L.; DIONÍSIO, A. P.; MOUTA, C. F. H.; ABREU, F. A. P.; PINTO, C. O.; GARRUTI, D. S.; ARAÚJO, I. M. Sensory acceptance and characterization of yoghurt supplemented with yacon syrup and cashew apple extract as a source of bioactive compounds. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 22, 2018153. 2019. doi.org/10.1590/1981-6723.15318.
- MEREGALLI, M. M. Estudo comparativo de diferentes métodos de extração de compostos bioativos da casca do araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine). 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) – URI, Erechim. 2017.
- MEREGALLI, M. M.; PUTON, B. M. S.; CAMERA, F. D. M.; AMARAL, A. U.; ZENI, J.; CANSIAN R. L.; MIGNONI, M. L.; BACKES, G. T. Conventional and ultrasound-assisted methods for extraction of bioactive compounds from red araçá peel (*Psidium cattleianum* Sabine). *Arabian Journal of Chemistry*, v. 13, 5800-5809. 2020. doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.04.017.

- MIRONCZUK-CHODAKOWSKA, I; WITKOWSKA, A M; ZUJKO, M E. Endogenous non-enzymatic antioxidants in the human body. *Advances in Medical Sciences*, v. 63, 68-78. 2018. doi.org/10.1016/j.advms.2017.05.005.
- MOKOONLALL, A.; NÖBEL, S.; HINRICHS, J. Post-processing of fermented milk to stirred products: Reviewing the effects on gel structure. *Trends in Food Science & Technology*, v. 54, 26-36. 2016. doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.012.
- MORATA, A.; LÓPEZ, C.; TEFAYE, W.; GONZÁLEZ, C.; ESCOTT, C. Anthocyanins as natural pigments in beverages. *Value-Added Ingredients and Enrichments of Beverages*, v. 14, 383–428. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-816687-1.00012-6.
- MOSCATTO, J. A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Yacon meal and inulin such as ingredients in chocolate cake preparation. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, v. 24, 634-640. 2004. doi.org/10.1590/S0101-20612004000400026.
- MU, T.; SUN, H.; ZHANG, M.; WANG, C. Sweet Potato Anthocyanins. *Sweet Potato Processing Technology*, c. 6, 279–355. 2017. doi.org/10.1016/B978-0-12-812871-8.00006-4.
- MUHAMAD, I. I.; JUSOH, Y. M. M.; NAWI, N. M.; AZIZ, A. A.; PADZIL, A. M.; LIAN, H. L. Advanced Natural Food Colorant Encapsulation Methods: Anthocyanin Plant Pigment. *Natural and Artificial Flavoring Agents and Food Dyes*, c. 15, 495-526. 2018. doi.org/10.1016/B978-0-12-811518-3.00015-6.
- MUNHOZ, P.C.; PEREIRA, E.; SCHIAVON, M.V.; SANTOS, D.C.; VIZZOTTO, M. Caracterização química de frutas nativas vermelhas: araçá vermelho cereja-do rio-grande, pitanga e jaboticaba. In: *Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul. Resumos e palestras / VI Encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do Mercosul; Rodrigo Cezar Franzon ... [et al.], editores técnicos – Brasília, DF: Embrapa, 189 p. 2014.*
- NEHA, K.; HAIDER, M. R.; PATHAK, A.; YAR, M. S. Medicinal prospects of antioxidants: A review. *European Journal of Medicinal Chemistry*, v. 178, 687-704. 2019. doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.06.010.
- NIKKHAH, E.; KHAYAMY, M.; HEIDARI, R.; JAMEE, R. Effect of sugar treatment on stability of anthocyanin pigments in berries. *Journal of Biological Sciences*, v. 7, 1412-1417. 2017. doi: [10.3923/jbs.2007.1412.1417](https://doi.org/10.3923/jbs.2007.1412.1417).

- NUNES, D. S.; BESTEN, M. A. Análise qualitativa de metabólitos secundários de vegetais. In: GRANATO, D.; NUNES, D. S. Análise Química, Propriedades Funcionais e Controle de Qualidade de Alimentos e Bebidas: uma Abordagem Teórico-Prática. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.1-26. 2016.
- OLIVEIRA, J.; BRAS, N. F.; DA SILVA, M.A.; MATEUS, N.; PAROLA, A. J.; FREITAS, F. Grape anthocyanin oligomerization: a putative mechanism for red color stabilization? *Phytochemistry*, v. 105, 178–185. 2014. doi.org/10.1016/j.phytochem.2014.05.006.
- ORNATOWSKI, W.; LU, Q.; YEGAMBARAN, M.; GARCIA, A. E.; ZEMSKOV, E. A.; MALTEPE, E. FINEMAN, J. R.; WANG, T.; BLACK, S. M. Complex interplay between autophagy and oxidative stress in the development of pulmonary disease. *Redox Biology*, v. 36, 101679. 2020. doi.org/10.1016/j.redox.2020.101679.
- OSORIO-ARIAS, J.; PÉREZ-MARTÍNEZ, A.; VEGA-CASTRO, O.; MARTÍNEZ-MONTEAGUDO, S. Rheological, texture, structural, and functional properties of Greek-style yogurt fortified with cheese whey-spent coffee ground powder. *LWT*, v. 129, 109523. 2020. doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109523.
- OWONA, B. A.; ABIA, W. A.; MOUNDIPA, P. F. Natural compounds flavonoids as modulators of inflammasomes in chronic diseases. *International Immunopharmacology*, v. 84, 106498. 2020. doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106498.
- PAN, L. H.; LIU, F.; LUO, S. Z.; LUO, J. P. Pomegranate juice as sugar replacer enhanced quality and function of set yogurts: Structure, rheological property, antioxidante activity and in vitro bioaccessibility. *LWT - Food Science and Technology*, v. 115, 108479.2019. doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108479.
- PAGARE, S. et al. Secondary Metabolites of Plants and Their Role: Overview. *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy. Indian Journal*, v. 9, 293-304, 2015.
- PAROHAN, M.; SADEGHI, A.; KHATIBI, S. R.; NASIRI, M.; MILAJERDI, A.; KHODADOST, M.; SADEGHI, O. Dietary total antioxidant capacity and risk of cancer: a systematic review and meta-analysis on observational studies. *Critical Reviews in Oncology / Hematology*, v. 138, 70-86. 2019. doi.org/10.1016/j.critrevonc.2019.04.003.
- PATEL, S. Exotic tropical plant Psidium cattleianum: A review on prospects and threats. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, v. 11, 243–248, 2012. doi.org/10.1007/s11157-012-9269-8.

- PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol.* v. 6, 36–60. 2013.
- PEREIRA, E. S.; CAMARGO, T. M.; RADUNZ, M.; RIBEIRO, J. A.; ALVES, P. I. C.; VIZZOTTO, M.; GANDRA, E. Á. Determinação de atividade antimicrobiana do araçá vermelho (*Psidium cattleianum* L.). In book: *A produção do conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 2, 217-226. 2019.
- PEREIRA, E. S.; VINHOLES, J. C.; FRANZON, R.; DALMAZO, G.; VIZZOTTO, M.; NORA, L. *Psidium cattleianum* fruits: A review on its composition and bioactivity. *Food Chemistry*, v. 258, 95-103. 2018. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.024.
- PEREIRA, E. S.; VIZZOTTO, M.; RIBEIRO, J. A.; RAPHAELLI, C. O.; CAMARGO, T. M.; ARAÚJO, V. F.; FRANZON, R. Compostos bioativos e potencial antioxidante de genótipos de araçá avaliados em dois ciclos produtivos. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa - Congrega Urcamp*, 1982-2960. 2017.
- PEREZ GUTIERREZ, R. M.; VELAZQUEZ, E. G. Glucopyranoside flavonoids isolated from leaves of *Spinacia oleracea* (spinach) inhibit the formation of advanced glycation end products (AGEs) and aldose reductase activity (RLAR). *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 128, 110299. 2020. doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110299.
- PEROVIĆ, J.; TUMBAS ŠAPONJAC, V.; KOJIĆ, J.; KRULJ, J.; MORENO, D.A.; GARCÍA-VIGUERA, C.; BODROŽA-SOLAROV, M.; ILIĆ, N. Chicory (*Cichorium intybus* L.) as a food ingredient - nutritional composition, bioactivity, safety, and health claims: A Review. *Food Chemistry*, v. 336, 127676. 2020. doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127676.
- PINA, F.; OLIVEIRA, J.; DE FREITAS, V. Anthocyanins and derivatives are more than flavylum cations. *Tetrahedron*, v. 71, 3107–3114. 2015. doi.org/10.1016/j.tet.2014.09.051
- PIMENTEL, T. C.; ANTUNES, A. E. C.; ZACARCHENCO, P. B.; CORTEZ, M. A. S.; BOGSAN, C. S. B.; OLIVEIRA, M. N.; ESMERINO, E. A.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Brazilian Yogurt-like Products. *Yogurt in Health and Disease Prevention*, c. 19, 331-351. 2017. doi.org/10.1016/B978-0-12-805134-4.00019-5.
- POMER, C. V.; OLIVEIRA, O. F.; SANTOS, C. A. F. *Goiaba Recursos Genéticos Melhoramento*. Mossoró: EDUFERSA. 2013. 126 p.
- POSSA, J. Compostos bioativos e capacidade antioxidante de araçás (*psidium cattleianum* sabine) morfotipo amarelo e vermelho cultivados no Rio Grande do Sul.

- Trabalho de conclusão do curso bacharel em nutrição. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Nutrição. 2016.
- PRECI, D.; CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, A. T.; OLIVEIRA, D.; VALDUGA, E.; TREICHEL, H.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R. L. Desenvolvimento de iogurte light com extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) e adição de probióticos. Alim. Nutr., Araraquara, v. 22, 27-38. 2011.
- RAMOS, T. M.; GAJO, A. A.; PINTO, S.; M. ABREU, L.R.; PINHEIRO, A. C. Perfil de textura de labneh (iogurte grego). Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes, Jul/Ago, nº 369, 64: 8-12. Departamento de Ciência dos Alimentos. UFLA – Lavras, MG, Brasil, 2009.
- REBELATTO, I. S. Iogurte grego de araticum: características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Curso de Engenharia de Alimentos. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Mato Grosso Campus Cuiabá, Cuiabá, 2016.
- REISSIG, G.N. Geleias convencionais e *diet* de araçá e de pitanga: estabilidade no processamento e armazenamento. 2015. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – UFPEL, Pelotas, 2015.
- REISSIG, G. N.; VERGARA, L. P.; FRANZON, R. C.; RODRIGUES, R. S.; CHIM, J. F. Bioactive compounds in conventional and no added sugars red strawberry guava (*Psidium cattleianum* Sabine) jellies. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 38, 1–7. 2016. doi.org/10.1590/0100-29452016062.
- REN, F.; NIAN, Y.; PERUSSELLO, C. A. Effect of storage, food processing and novel extraction technologies on onions flavonoid content: A review. Food Research International, V. 132, 108953. 2020. doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108953.
- ROBERT, N. F. Dossiê Técnico. Fabricação de iogurte. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. REDETEC, Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT, Rio de Janeiro. 2008.
- ROBY M. H. H.; SARHAN, M. A.; SELIM K. A.; KHALEL, K. I. Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. Industrial Crops and Products, v. 43, 827-831. 2013. doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.029.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Update on natural food pigments - A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. Food Research International, v. 124, 200-205. 2019. doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.028.

- ROSÁRIO, F. M. Microencapsulação de polpa de araçá-vermelho (*psidium cattleianum*): seleção de material de parede e estabilidade de compostos bioativos. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul. Laranjeiras do Sul - PR. 2017.
- SABLANI, S. S. Freezing of Fruits and Impact on Anthocyanins. Processing and Impact on Active Components in Food, c. 18, 147-156. 2015. doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00018-4.
- SABOYA, L. V.; OETTERER, M.; OLIVEIRA, A. J. Propriedades profiláticas e terapêuticas de leites fermentados: uma revisão. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 31, 176-85, 1997.
- SAIGO, T.; WANG, T.; WATANABE, M.; TOHGE, T. Diversity of anthocyanin and proanthocyanin biosynthesis in land plants. Current Opinion in Plant Biology, v. 55, 93-99. 2020. doi.org/10.1016/j.pbi.2020.04.001.
- SAINI, R. K.; RENGASAMY, K. R. R.; MAHOMOODALLY, F. M.; KEUM, Y. S. Protective effects of lycopene in cancer, cardiovascular, and neurodegenerative diseases: An update on epidemiological and mechanistic perspectives. Pharmacological Research, v. 155, 104730. 2020. doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104730.
- SAKAKI, J. R.; MELOUGH, M. M.; CHUN, O. K. Anthocyanins and anthocyanin-rich food as antioxidants in bone pathology. Patologia, c. 14, 145–158. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-815972-9.00014-7.
- SANTOS-BUELGA, C.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M.; OLUDEMI, T.; AYUDADURÁN, B.; GONZÁLEZ-MANZANO, S. Plant phenolics as functional food ingredients. Advances in Food and Nutrition Research, v. 90, 183-257. 2019. doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.012.
- SANTOS, M. S.; PETKOWICZ, C. L.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; CARNEIRO, E. B. B. Rheological properties of sweet mass of red guava (*Psidium cattleianum* Sabine) rheological properties of jams in mass of red strawberry guava (*Psidium cattleianum* Sabine). Revista Brasileira de Tecnologia Industrial, v. 1, 104–116. 2007. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.024.
- SCALZO, R. L.; FIBIANI, M.; FRANCESE, G.; D’ALESSANDRO, A.; ROTINO, G. L.; CONTE, P.; MENNELLA, G. Cooking influence on physico-chemical fruit characteristics of eggplant (*Solanum melongena* L.). Food Chemistry, v. 194, 835-842.2016. doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.08.063.

- SCUR, M. C.; PINTO, F. G.; PANDINI, J. A.; COSTA, W. F.; LEITE, C. W.; TEMPONI, L. G. Antimicrobial and antioxidant activity of essential oil and diferente plant extracts of *Psidium cattleianum* Sabine. *Brazil Journal Biology*, v. 76, 101-108. 2016. doi.org/10.1590/1519-6984.13714.
- SHEN, J.; SHAO, W.; DU, Z.; LU, H.; LI, J. Integrated metabolomic and transcriptomic analyses reveal differences in the biosynthetic pathway of anthocyanins in *Fragaria nilgerrensis* and *Fragaria pentaphylla*. *Scientia Horticulturae*, v. 271, 109476. 2020. doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109476.
- SHENG, Y.; ZHENG, S.; ZHANG, C.; ZHAO, C.; HE, X.; XU, W.; HUANG, K. Mulberry leaf tea alleviates diabetic nephropathy by inhibiting PKC signaling and modulating intestinal flora. *Journal of Functional Foods*, v. 46, 118-127. 2018. doi.org/10.1016/j.jff.2018.04.040.
- SIES, H. Oxidative eustress and oxidative distress: Introductory remarks. *Oxidative Stress*, c. 1, 3-12. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-818606-0.00001-8.
- SILVA JUNIOR, M.C DA. 100 árvores do cerrado: guia de campo. Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado, 2005. 278p.
- SILVA M. P.; CAVALLI D. R.; OLIVEIRA T. C. R. M. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e Petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em alimentos. *Food Science and Technology*, v. 26, 352 – 359. 2006. doi.org/10.1590/S0101-20612006000200018.
- SILVA, G.; SILVA A. M. A. D.; FERREIRA, M. P. B. Processamento de leite. *Produção Alimentícia*. Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas (CODAI). Univesidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.
- SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Ciência Rural*, v. 38, 1790-1793. 2008. doi.org/10.1590/S0103-84782008000600051.
- SILVA, N. A.; RODRIGUES, E.; MERCADANTE, A. Z.; & DE ROSSO, VV. Phenolic Compounds and Carotenoids from Four Fruits Native from the Brazilian Atlantic Forest. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, 5072–5084. 2014. doi.org/10.1021/jf501211p.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 536 p.

- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. Manual de métodos e análises microbiológica de alimentos e água. São Paulo: Varela, 1997. 295 p.
- SILVA, V. O.; FREITAS, A. A.; MAÇANITA, A. L.; QUINA, F. H. Chemistry and photochemistry of natural plant pigments: the anthocyanins. *Journal of Physical Organic Chemistry*, v. 29, 594–599. 2016. doi.org/10.1002/poc.3534.
- SINGH, B.; SINGH, J. P.; KAUR, A.; SINGH, N. Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, v. 132, 109114. 2020. doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELARAVENTOS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol*, v. 299, 152-178. 1999. [doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1).
- SINOPOLI, A.; CALOGERO, G.; BARTOLOTTA, A. Computational aspects of Anthocyanidins and Anthocyanins: a review. *Food Chemistry*, v. 297, 124898. 2019. doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.172.
- SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB10858>>. Acesso em 14.08.20.
- SODINI, I.; REMEUF, F.; HADDAD, S.; CORRIEU, G. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 44, 113-137. 2004. doi.org/10.1080/10408690490424793.
- SUN, X. H.; ZHOU, T. T.; WEI, C. H.; LAN, W. Q.; ZHAO, Y.; PAN, Y. J.; WU, V. C. H. Antibacterial effect and mechanism of anthocyanin rich Chinese wild blueberry extract on various foodborne pathogens. *Food Control*, v. 94, 155-161. 2018. doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.07.012.
- SUN, Y.; LU, Y.; SAREDY, J.; WANG, X.; DRUMMER IV, C.; SHAO, Y.; SAAOUD, F.; XU, K.; LIU, M.; YANG, Y. W.; JIANG, X.; WANG, H.; YANG, X. ROS systems are a new integrated network for sensing homeostasis and alarming stresses in organelle metabolic processes. *Redox Biology*, v. 37, 101696. 2020. doi.org/10.1016/j.redox.2020.101696.
- TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. Yogurt: ciencia y tecnologia. Zaragoza: Acribia, 368 p, 1991.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.
- TARONE, A. G.; CAZARIN, C. B. B.; MAROSTICA JUNIOR, M. R. Anthocyanins: New techniques and challenges in microencapsulation. *Food Research International*, v. 133, 109092. 2020. doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109092.
- TAVAKOLI, H.; HOSSEINI, O.; JAFARI, S. M.; KATOUZIAN, I. Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of yogurt enriched by olive leaf phenolics within nanoliposomes. *Jornal Agricultural and Food Chemistry*, v. 66, 9231-9240. 2018. doi.org/10.1021/acs.jafc.8b02759.
- TANG, B.; HE, Y.; LIU, J.; ZHANG, J.; LI, J.; ZHOU, J.; WANG, X. Kinetic investigation into pH-dependent color of anthocyanin and its sensing performance. *Dyes and Pigments*. v. 170, 107643. 2019. doi.org/10.1016/j.dyepig.2019.107643.
- TANG, P-L.; HAO, E-W.; DENG, J-G.; HOU, X-T.; ZHANG, Z.-H; XIE, J-L. Boost anti-oxidant activity of yogurt with extract and hydrolysate of cinnamon residues. *Medicamentos fitoterápicos chineses*, v. 11, 417-422b 2019. doi.org/10.1016/j.chmed.2019.05.007.
- TAVSAN, Z.; KAYALI, H. A. Flavonoids showed anticancer effects on the ovarian cancer cells: Involvement of reactive oxygen species, apoptosis, cell cycle and invasion. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 116, 109004. 2019. doi.org/10.1016/j.biopha.2019.109004.
- TEIXEIRA, A. M. Estudo fitoquímico de genótipos de araçá (*Psidium cattleianum*) em seis safras (2008 a 2013) / Andréa Miranda Teixeira; orientadores Cesar Valmor Rombaldi, Rodrigo Franzon – Pelotas, 2015.
- THORNTHWAITE, J. T.; THIBADO, S. P.; THORNTHWAITE, K. A. Bilberry anthocyanins as agents to address oxidative stress. *Patologia*, c. 17, 179-187. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-815972-9.00017-2.
- TIAN, X. Z.; LU, Q.; PAENGKOUM, P.; PAENGKOUM, S. Short communication: Effect of purple corn pigment on change of anthocyanin composition and unsaturated fatty acids during milk storage. *Journal of Dairy Science*, v. 103, 7808-7812. 2020. doi.org/10.3168/jds.2020-18409.
- TRIGUEROS, L.; WOJDYLO, A.; SENDRA, E. Antioxidant activity and interactions protein-poliphenol in a pomegranate (*Punica grantum* L.) yogurt. *Jornal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 62, 6417-6425. 2014. doi.org/10.1021/jf501503h.

- TSIMOGIANNIS, D.; OREOPOULOU, V. Classification of Phenolic Compounds in Plants. *Polyphenols in Plants*, 2.ed. c. 16, 263-284. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00026-8.
- TULER, A. C.; PROENÇA, C. E. B.; CARRIJO, T. T.; PEIXOTO, A. L. Typification and nomenclatural notes on *Psidium cattleianum* (Myrtaceae). *TAXON*, v. 67, 1194–1198. doi.org/10.12705/676.17.
- UDUWERELLA, G.; CHANDRAPALA, J.; VASILJEVIC, T. Preconcentration of yoghurt base by ultrafiltration for reduction in acid whey generation during Greek yoghurt manufacturing. *International Journal of Dairy Technology*, v. 71, 71–80, 2017. doi.org/10.1111/1471-0307.12393.
- VAN DE WATER, J. Yogurt and immunity: the health benefits of fermented milk products that contain lactic acid bacteria. In: FARNWORTH, E.R., (Ed.). *Handbook of fermented functional foods*. Boca Raton: CRC Press, 113-44, 2003.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J.T.M.; GEURTS, T. J. *Dairy Science and Technology*. 2. ed. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006.
- VAN DER SCHAFT, N.; SCHOUFOUR, J. D.; NANO, J.; JONG, J. C. K.; MUKA, T.; SIJBRANDS, E. J. G.; IKRAN, M. A.; FRANCO, O. H.; VOORTMAN, T. Dietary antioxidant capacity and risk of type 2 diabetes mellitus, prediabetes and insulin resistance: the Rotterdam Study. *European Journal of Epidemiology*, v. 34, 853-861. 2019. doi.org/10.1007/s10654-019-00548-9.
- VEDAMUTHU, E.R. Starter cultures for yogurt and fermented milk. In: CHANDAN, R.C. *Manufacturing yogurt and fermented milks*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. p.89-115, 2006.
- VERMA, D. K.; SRIVASTAV, P. P. Bioactive compounds of rice (*Oryza sativa* L.): Review on paradigm and its potential benefit in human health. *Trends in Food Science & Technology*, v. 97, 355-365. 2020. doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.007.
- VERMA, M. L.; SHARMA, S.; SAINI, R.; RANI, V.; KUSHWAHA, R. Bioflavonóides. *Biotechnological Production of Bioactive Compounds*, c. 3, 69-105. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-444-64323-0.00003-5
- VINHOLES, J.; LEMOS, G.; BARBIERI, R. L.; FRANZON, R. C.; VIZZOTTO, M. Assessment of the antihyperglycemic and antioxidant properties of araçá, butiá and pitanga and changes along the. *Food Bioscience*, v. 19, 92–100, 2017. doi.org/10.1016/j.fbio.2017.06.005.

- VINHOLES, J.; LEMOS, G.; KONZGEN, E.; FRANZON, R. C.; VIZZOTTO, M. Atividade Antiglicêmica e Antioxidante em Araçá Amarelo e Vermelho. Embrapa Clima Temperado, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028861/atividade-antiglicemica-e-antioxidante-em-araca-amarelo-e-vermelho>. Acesso em 14.08.20.
- VUOLO, M. M.; LIMA, V. S.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Phenolic Compounds: Structure, Classification, and Antioxidant Power. *Bioactive Compounds Health Benefits and Potential Applications*, c. 2, 33-50. 2019. doi.org/10.1016/B978-0-12-814774-0.00002-5.
- WALLACE, T. C.; GIUSTI, M. M. Anthocyanins. *American Society for Nutrition. Advances in Nutrition*, v. 6, 620-622. 2015. doi.org/10.3945/an.115.009233.
- WALL-MEDRANO, A.; OLIVAS-AGUIRRE, F. J. Antioxidant phytochemicals in cancer prevention and therapy-An update. *Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy*, c. 11, 195–220.2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-816151-7.00011-9.
- WANG, B.; HUANG, Q.; VENKITASAMY, C.; CHAI, H.; GAO, H.; CHENG, N.; CAO, W.; LV, X.; PAN, Z. Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) during three edible maturity stages. *LWT- Food Science and Technology*, v. 66, 56-62. 2016. doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.005.
- WANG, H.; SUN, S.; ZHOU, Z.; QIU, Z.; CUI, X. Rapid analysis of anthocyanin and its structural modifications in fresh tomato fruit. *Food Chemistry*, v. 333, 127439. 2020. doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127439.
- WANG, X.; KRISTO, E.; LAPOINTE, G. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. *Food Hydrocolloids*, v. 100, 105453. 2019. doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105453.
- WANG, X. H.; YOU, Y. P. Epigallocatechin Gallate Extends Therapeutic Window of Recombinant Tissue Plasminogen Activator Treatment for Brain Ischemic Stroke: A Randomized Double - Blind and Placebo-Controlled Trial. *Clinical Neuropharmacology*, v. 40, 24-28. 2016. doi: 10.1097/WNF.000000000000197.
- WILLIAMSON, Gary. Dietary Flavonoids. *Present Knowledge in Nutrition*, c. 34, 561-572. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-323-66162-1.00034-2.
- XIE, L.; SU, H.; SUN, C.; ZHENG, X.; CHEN, W. Recent advances in understanding the anti-obesity activity of anthocyanins and their biosynthesis in microorganisms. *Trends in Food Science & Technology*, v. 72, 13-24. 2018. doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.002.

- YONG, H.; LIU, J. Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 26, 100550. 2020. doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100550.
- ZEECE, M. Food colorants. *Introduction to the Chemistry of Food*, c. 8, 313-344. 2020. doi.org/10.1016/B978-0-12-809434-1.00008-6.
- ZHANG, G.; CHEN, S.; ZHOU, W.; MENG, J.; DENG, K.; ZHOU, H.; HU, H.; SUO, Y. Anthocyanin composition of fruit extracts from *Lycium ruthenicum* and their protective effect for gouty arthritis. *Industrial Crops and Products*, v. 129, 414-423. 2019. doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.12.026.
- ZHANG, H.; WANG, L.; CHU, Y. Reactive oxygen species: The signal regulator of B cell. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 142, 16-22. 2019. doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2019.06.004.
- ZHANG, L.; WANG, X.; CUETO, R.; EFFI, C.; ZHANG, Y.; TAN, H.; QIN, X.; JI, Y.; YANG, X.; WANG, H. Biochemical basis and metabolic interplay of redox regulation. *Redox Biology*, v. 26, 101284. 2019. doi.org/10.1016/j.redox.2019.101284.
- ZHANG, T.; JEONG, C. H.; CHENG, W. N.; BAE, H.; SEO, H.G.; PETRIELLO, M. C.; HAN, S. G. Moringa extract enhances the fermentative, textural, and bioactive properties of yogurt. *LWT - Food Science and Technology*, v. 101, 276-284. 2018. doi.org/10.1016/j.lwt.2018.11.010.
- ZHAO, J. Flavonoid transport mechanisms: how to go, and with whom. *Trends in Plant Science*, v. 20, 576–585. 2015. doi.org/10.1016/j.tplants.2015.06.007.
- ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*, v. 64, 555–559. 1999. [doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00102-2).
- ZHOU, Q.; CHENG, K.-W.; XIAO, J.; WANG, M. The multifunctional roles of flavonoids against the formation of advanced glycation end products (AGEs) and AGEs-induced harmful effects. *Trends in Food Science & Technology*, v. 103, 333-347. 2020. doi.org/10.1016/j.tifs.2020.06.002.
- ZHU, D.; KEBEDE, B.; CHEN, G.; MCCOMB, K.; FREW, R. Effects of the vat pasteurization and refrigerated storage on the bovine milk metabolome. *Journal of Dairy Science*, v. 103, 2077-2088. 2020. doi.org/10.3168/jds.2019-17512.

- ZICKER, M. C. Obtenção e utilização do extrato aquoso de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) em leite fermentado: caracterização físico-química e sensorial. 2011. 139p. (Dissertação de Mestrado). UFMG, Belo Horizonte, 2011.
- ZOURARI, A.; ACCOLAS, J.P.; DESMAZEAUD, M.J. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. *Le lait*, v.72, p.1-34, 1992.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Termo de consentimento livre e esclarecido.

Eu, **Eloir Pereira Gwozdz**, aluna do Mestrado em Engenharia de Alimentos da Universidade Regional Integrada – Câmpus de Erechim estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “**Elaboração de iogurte estilo grego enriquecido com araçá vermelho (*Psidium cattleianum Sabine*)**”.

O objetivo será elaborar iogurte estilo grego enriquecido com araçá vermelho (*Psidium cattleianum Sabine*), para então realizar análise sensorial dos diferentes iogurtes estilo grego. Os dados serão coletados individualmente através de questionário, de análise sensorial utilizando o teste de aceitação. Cada participante será conduzido a uma cabine individual onde receberá 3 amostras de iogurte grego com diferentes concentrações de araçá vermelho juntamente com uma ficha de avaliação. Após provar os produtos os participantes preencherão a ficha conforme o seu parecer. As amostras não representam riscos à saúde dos participantes, pois serão realizadas análises microbiológicas antes da análise sensorial.

No decorrer e após a pesquisa será mantido o sigilo das informações obtidas e/ou qualquer dado que possa permitir identificação do participante, garantindo-lhes o anonimato. Posteriormente estes dados poderão ser utilizados para elaboração de artigos e divulgação nos meios científicos e apresentação em eventos.

Fica claro que não existirão despesas ou compensações pessoais para os participantes em qualquer fase de estudo e ocorrendo alguma dúvida em relação ao mesmo, poderão entrar em contato pelo telefone (54)35209000 ou e-mail 095737@aluno.uricer.edu.br

Eu, _____,
RG _____ fui esclarecido (a) sobre a pesquisa “**Elaboração de iogurte estilo grego enriquecido com araçá vermelho (*Psidium cattleianum Sabine*)**”. Aceito participar voluntariamente e concordo que meus dados sejam utilizados na realização e publicação da mesma.

Erechim, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do participante: _____

Assinatura do Orientador

Jamile Zeni

RG: 1078251236

Email: jamilezeni@uricer.edu.br

Fone : (54) 3520-9000- ramal 9115

Assinatura do Pesquisador

Eloir Pereira Gwozdz

RG: 3.185.535

Email: 095737@aluno.uricer.edu.br

Apêndice 2 - Ficha de avaliação sensorial do Iogurte Grego.

Questionário Anônimo de Análise Sensorial

Informações para o(a) participante voluntário(a):

Você está convidado(a) a responder este questionário anônimo que faz parte da coleta de dados do trabalho “Elaboração de iogurte estilo grego enriquecido com araquá vermelho (*Psidium cattleianum Sabine*)”. Sob execução da aluna Elóir Pereira e sob responsabilidade das pesquisadoras Profs. Jamile Zeni e Geiziane Tomiazzi Backes. Caso você concorde em participar da pesquisa, leia com atenção os seguintes pontos: a) você é livre para, a qualquer momento, recusar-se a responder às perguntas que lhe ocasionem constrangimento de qualquer natureza; b) você pode deixar de participar da pesquisa e não precisa apresentar justificativas para isso; c) sua identidade será mantida em sigilo; d) caso você queira, poderá ser informado(a) de todos os resultados obtidos com a pesquisa, independentemente do fato de mudar seu consentimento em participar da pesquisa; e) **ALERGÊNICOS: Atenção, este produto contém leite.**

Questionário:

Data: ___/___/___

Sexo:	Idade:	Escolaridade
<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> 18 a 20 anos	<input type="checkbox"/> 1º grau incompleto
<input type="checkbox"/> Feminino	<input type="checkbox"/> 21 a 30 anos	<input type="checkbox"/> 1º grau completo
	<input type="checkbox"/> 31 a 40 anos	<input type="checkbox"/> 2º grau incompleto
	<input type="checkbox"/> 41 a 50 anos	<input type="checkbox"/> 2º grau completo
	<input type="checkbox"/> > 50 anos	<input type="checkbox"/> Superior
		<input type="checkbox"/> Pós graduação

Frequência de consumo de iogurte grego:

- 1 vez por mês; 1 vez por semana; 2 vezes por semana;
 mais de 2 vezes por semana; não tenho o hábito de consumo.

Por favor, prove as amostras codificadas de iogurte grego, da esquerda para direita e indique o quanto gostou ou desgostou utilizando a escala abaixo.

9- Gostei muitíssimo		
8- Gostei muito		
7- Gostei moderadamente	Amostra nº	Pontuação
6- Gostei ligeiramente		
5- Nem gostei / nem desgostei	_____	_____
4- Desgostei ligeiramente	_____	_____
3- Desgostei moderadamente	_____	_____
2- Desgostei muito	_____	_____
1- Desgostei muitíssimo		

Indique a intenção de compra dos iogurtes gregos, utilizando a escala abaixo:

5- Certamente compraria	Amostra nº	Pontuação
4- Provavelmente compraria	_____	_____
3- Talvez compraria	_____	_____
2- Provavelmente não compraria	_____	_____
1- Certamente não compraria	_____	_____

Apêndice III

Figura 14 - Acompanhamento do processo de fermentação do iogurte em termos de pH e acidez.

