



Programa de Pós-Graduação
em Tecnologia de Alimentos

UNIVERSIDADE TECNÓLOGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

NATALIA GATTO

BEBIDA FUNCIONAL CHÁ MATE COM PITANGA E JABUTICABA

FRANCISCO BELTRÃO

2023

NATALIA GATTO

BEBIDA FUNCIONAL CHÁ MATE COM PITANGA E JABUTICABA

FUNCTIONAL DRINK MATE TEA WITH PITANGA AND JABUTICABA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Luciano Lucchetta

FRANCISCO BELTRÃO

2023



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

Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho para fins não comerciais, desde que atribuam o devido crédito e que licenciem as novas criações sob termos idênticos.
Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Luciano Lucchetta, que sempre acreditou em mim, pelo conhecimento repassado durante o desenvolvimento desse trabalho, pela competência, profissionalismo e dedicação me auxiliando em tudo o que foi preciso.

Ao meu marido Diego Barrozo que, desde o início dessa pesquisa, esteve ao meu lado, sempre me apoiando, com amor, resignação e companheirismo, acreditando em meu potencial para que eu pudesse concluir essa etapa.

A empresa Guayakí Yerba Mate©, pela doação do chá mate e disponibilização dessa pesquisa.

Por fim, agradeço à instituição UTFPR que contribuiu com o meu desenvolvimento pessoal e profissional, por esta grande oportunidade.



NATALIA GATTO

PREPARAÇÃO DE BEBIDA FUNCIONAL CHÁ MATE COM PITANGA E JABUTICABA

Trabalho de pesquisa de mestrado apresentado como requisito para obtenção do título de Mestre Em Tecnologia De Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Tecnologia De Alimentos.

Data de aprovação: 01 de Setembro de 2023

Luciano Lucchetta, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Alessandra Machado Lunkes, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dra. Rose Mary Helena Quint Silochi, Doutorado - Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 01/09/2023.

RESUMO

A erva mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie nativa da América do Sul, possuindo distribuição natural nas regiões limitadas ao Brasil, Paraguai e Argentina. O consumo da erva mate como bebida se dá por meio de infusão quente ou fria, tipicamente conhecidas como chimarrão ou chá-mate e tererê, respectivamente. A erva mate possui uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos em sua composição química, incluindo uma série de componentes bioativos, como compostos fenólicos e flavonóides. Assim como na erva mate, características nutricionais e compostos bioativos também podem ser encontrados em frutas nativas, como a pitanga (*Eugenia uniflora*) e a jabuticaba (*Plinia cauliflora*). As frutas nativas apresentam um potencial de produção e consumo ainda pouco explorado comercialmente, limitado por estudos incipientes de valorização e utilização. O consumo de bebidas funcionais tem aumentado nos últimos anos, apresentando grande crescimento para desenvolvimento de novos produtos, de formas e sabores distintos. Considerando essas importantes características apresentadas pela erva mate, pitanga e jabuticaba, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida funcional a partir da infusão de erva mate, com adição de pitanga e jabuticaba desidratadas, como proposta de um produto inovador derivado do chá mate, em função da demanda por alimentos e bebidas com apelo funcional. Foi proposto um delineamento experimental de misturas para superfícies limitadas, tendo como variáveis a casca de jabuticaba desidratada e a polpa da pitanga desidratadas, perfazendo cinco formulações. Foram analisados os teores de sólidos solúveis totais - SST (°Brix), acidez total titulável, pH, cor, compostos fenólicos totais, compostos fenólicos individuais e taninos. Os resultados indicaram redução nos teores de compostos fenólicos individuais, compostos fenólicos totais e taninos totais com a adição de jabuticaba e pitanga devido à menor concentração encontrada nos frutos. Mesmo com a redução, os índices foram considerados altos. A jabuticaba teve maior influência sobre os compostos fenólicos totais, enquanto para os compostos fenólicos individuais a pitanga destacou-se mais. Além disso, os frutos contribuíram para o aumento da acidez e aumento dos sólidos solúveis, o que impacta nas características sensoriais e na inibição de microrganismos deterioradores e patogênicos. Em relação as propriedades de cor, a pitanga e a jabuticaba agregaram com maior luminosidade à bebida, com maior interferência da pitanga. Os coeficientes de correlação de Pearson indicaram correlações altamente positivas dos taninos totais, compostos fenólicos e individuais com a presença de chá mate. A análise de componentes principais permite evidenciar que os compostos fenólicos totais, individuais e taninos, tem forte tendência a ser influenciados pelo chá mate.

Palavras-chave: Chá Mate, Compostos Fenólicos, Bebida Funcional.

ABSTRACT

Yerba mate (*Ilex paraguariensis*) is a species native to South America, with a natural distribution in regions limited to Brazil, Paraguay and Argentina. Yerba mate is consumed as a drink through hot or cold infusion, typically known as "chimarrão" or "chá-mate" and "tererê", respectively. Yerba mate has a variety of organic and inorganic compounds in its chemical composition, including a series of bioactive components such as phenolic compounds and flavonoids. As with yerba mate, nutritional characteristics and bioactive compounds can also be found in native fruits, such as pitanga (*Eugenia uniflora*) and jabuticaba (*Plinia cauliflora*). Native fruits have a potential for production and consumption that has yet to be commercially exploited, limited by incipient studies into their value and use. The consumption of functional beverages has increased in recent years, and there has been great growth in the development of new products with different shapes and flavours. Considering these important characteristics presented by yerba mate, pitanga and jabuticaba, the aim of this study was to develop a functional drink from the infusion of yerba mate, with the addition of dehydrated pitanga and jabuticaba, as a proposal for an innovative product derived from mate tea, due to the demand for foods and drinks with functional appeal. An experimental design of mixtures for limited surfaces was proposed, with dehydrated jaboticaba peel and dehydrated pitanga pulp as variables, making up five formulations. Total soluble solids - TSS (°Brix), total titratable acidity, pH, color, total phenolic compounds, individual phenolic compounds and tannins were analyzed. The results indicated a reduction in the levels of individual phenolic compounds, total phenolic compounds and total tannins with the addition of jabuticaba and pitanga due to the lower concentration found in the fruit. Even with the reduction, the indices were considered high. Jabuticaba had a greater influence on total phenolic compounds, while pitanga stood out more for individual phenolic compounds. In addition, the fruits contributed to an increase in acidity and soluble solids, which has an impact on sensory characteristics and the inhibition of deteriorating and pathogenic microorganisms. Regarding color properties, pitanga and jabuticaba added more luminosity to the drink, with pitanga having a greater impact. Pearson's correlation coefficients indicated highly positive correlations between total tannins, phenolic compounds and individual tannins in the presence of mate tea. Principal component analysis shows that total phenolic compounds, individual compounds and tannins have a strong tendency to be influenced by mate tea.

Keywords: Yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hillaire), jabuticaba (*Myrciaria spp*), pitanga (*Eugenia uniflora*).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Planta <i>Ilex paraguariensis</i> (erva mate).....	19
Figura 2 - Fruta da pitangueira (<i>Eugenia uniflora</i>)	23
Figura 3 - Fruta da jabuticabeira (<i>Plinia cauliflora</i>)	24
4 - Processamento para obtenção da polpa dos frutos de pitanga e jabuticaba.	28
Figura 5 - Procedimento de elaboração da bebida funcional a partir de chá mate, pitanga e jabuticaba	29
Figura 6 - Geometria do modelo de cor CIELAB 1976, L* (claro-escuro), h* (ângulo de coloração), C* (índice de croma), a* (verde vermelho), b* (azul-amarelo).	32
Figura 7 - Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo linear para coloração (L* C* e Hue)	40
Figura 8 - Prospecção de cores para as formulações de chá mate com jabuticaba e pitanga, utilizando software de análise de cor (<i>Research Lab tools</i>).....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Delineamento de misturas para superfícies limitadas transformados em pseudocomponentes	29
Tabela 2 - Concentração da fase móvel B em função do tempo	33
Tabela 3 - Índices de pH, acidez e Sólidos solúveis de chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga).	36
Tabela 4 - Índices de coloração sistema Lab chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga).....	38
Tabela 5 - Teor de fenólicos totais e taninos em chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga)	43
Tabela 6 - Teor de compostos fenólicos individuais em chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga)	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.1.1 Objetivos específicos.....	18
3 REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1 ERVA MATE.....	19
3.1.1 Chá-mate.....	20
3.2 FRUTAS NATIVAS BRASILEIRAS	21
3.2.1 Pitanga	22
3.2.2 Jabuticaba	23
3.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS.....	25
4 MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 PROCESSAMENTO DA PITANGA E JABUTICABA	27
4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	28
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	30
4.3.1 pH.....	30
4.3.2 Acidez total titulável.....	30
4.3.3 Sólidos Solúveis (° Brix)	31
4.3.4 Cor.....	31
4.3.5 Compostos Fenólicos Totais	32
4.3.6 Compostos Fenolicos Individuais	33
4.3.7 Taninos Totais	33
4.3.8 Tratamento dos Dados	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A erva mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie nativa da América do Sul, possuindo distribuição natural nas regiões limitadas ao Brasil, Paraguai e Argentina (NOGUEIRA & PEREIRA, 2021). Segundo dados do IBGE, em 2020 o Brasil produziu cerca de 953 mil toneladas, seguido da Argentina, com 812 mil toneladas e do Paraguai, com 150 mil toneladas. No Brasil, o Paraná destaca-se como principal produtor, atingindo no mesmo ano, cerca de 425,9 mil toneladas.

Após o processamento industrial, o consumo da erva mate como bebida se dá por meio de infusão quente ou fria, tipicamente conhecidas como chimarrão ou chá-mate e tererê, respectivamente (CAMPOS *et al.*, 2014). Segundo análise da *Euromonitor International* (2022) o consumo de chá no Brasil cresceu cerca de 25% entre os anos de 2013 e 2020, quase o dobro da média mundial, de 13%. O chá-mate representa 96,4% do total de chás consumidos no país, alcançando um valor per capita de 2,9 kg/ano na Região Sul, número que supera a média nacional de consumo de café (RANGEL *et al.*, 2016).

A erva mate possui uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos em sua composição química, incluindo uma série de componentes bioativos, como compostos fenólicos e flavonoides. Em função disso, apresentam ação anti-inflamatória, antiviral, diurética e anticancerígena, promovendo benefícios a saúde humana (CAMPOS *et al.*, 2014).

Assim como na erva mate, os compostos fenólicos são encontrados em frutas nativas e conferem importantes fontes de nutrientes essenciais para a saúde (LANÇANOVA, 2014). De acordo com o estudo de Fetter (2009) o fruto da pitanga (*Eugenia uniflora* L.), possui teores elevados de antocianinas, carotenoides e compostos fenólicos, além de alta capacidade antioxidante. Além da pitanga, a jabuticaba, fruta oriunda da jabuticabeira (*Plinia cauliflora*) apresenta altos teores de compostos fenólicos tanto em frações do fruto, como inteiro, concentrando-se principalmente nas cascas, caracterizando-se uma fonte natural de antioxidantes (ALMEIDA *et al.*, 2018).

Os compostos fenólicos são produtos oriundos do metabolismo secundário das plantas (ANGELO; JORGE, 2007) e podem ser divididos em flavonoides e não flavonoides (LI *et al.*, 2009). Neste último grupo, encontram-se os taninos, presentes

em vários produtos de origem vegetal, conferindo a eles alto valor nutritivo e boa propriedade terapêutica (GU *et al.*, 2008).

Para preservar as fruteiras nativas brasileiras, têm sido desenvolvidos bancos de germoplasma, que consistem na coleta, conservação e disponibilização de sementes e mudas para uso em programas de melhoramento genético e conservação (JÚNIOR *et al.*, 2021). Além disso, a valorização das fruteiras nativas bem como consumo dessas frutas passa por estudo que demonstrem seu potencial para utilização em desenvolvimento de produtos alimentícios. Também, isso pode contribuir para a geração de renda para comunidades locais e a promoção da saúde.

A presença destes compostos nos alimentos pode interferir no valor nutricional e na qualidade sensorial, conferindo características como cor, textura, amargor e adstringência. Os antioxidantes presentes na maioria dos vegetais são constituídos por compostos fenólicos (EVERETTE *et al.*, 2010).

O acesso à informação tem influenciado para a mudança de hábitos alimentares dos consumidores, que estão buscando uma alimentação mais saudável. Nos últimos anos, a tendência para as bebidas funcionais tem crescido devido a maior atenção da população para este tipo de mercado, o que tem levado ao desenvolvimento de novos produtos, de formas e sabores distintos. Estudos indicam que no Brasil o crescimento no consumo de bebidas 100% naturais foi de 25% entre 2015 e 2018. (PROZYN, 2019).

Em função da busca por produtos mais saudáveis e funcionais pelo mercado e, considerando a variedade de compostos benéficos apresentados pela erva mate, pitanga e jabuticaba, o objetivo do trabalho é desenvolver uma bebida funcional a partir da infusão de erva mate, com adição de frutas nativas pouco exploradas comercialmente como a pitanga e a jabuticaba, como proposta de um produto inovador derivado do chá-mate.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver bebida funcional gelada de chá mate (*Ilex paraguariensis*) adicionado de frutas nativas (jabuticaba e pitanga), como proposta de uma bebida comercial e inovadora.

2.1.1 Objetivos específicos

- Testar diferentes quantidades de chá mate e frutas desidratadas para obtenção de formulação para infusão;
- Determinar as características físico-químicas da bebida desenvolvida;
- Avaliar os índices de compostos bioativos totais e taninos totais na bebida chá mate adicionado frutas nativas desidratadas (pitanga e jabuticaba);
- Avaliar os valores de compostos fenólicos individuais das formulações de chá mate;
- Avaliar a correlação entre os ingredientes das infusões e os parâmetros de coloração e compostos fenólicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ERVA MATE

A erva mate, chamada cientificamente de *Ilex paraguariensis*, tem origem da Mata Atlântica, sendo encontrada em florestas dos três estados do sul do Brasil, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai (APREMAVI, 2010). É uma árvore típica de sub-bosque e está englobada no agrupamento vegetal da floresta araucária. Essa espécie tem como característica um caule em forma de tronco de cor acinzentada, podendo chegar a até 50 cm de diâmetro. Sua altura pode variar de acordo com a idade, atingindo até 15 metros, no entanto quando podadas, não ultrapassam os 7 metros. Suas folhas aparecem de forma alternada nos ramos e podem medir de 8 a 10 cm de comprimento, como representa a Figura 1 (FREITAS *et al.*, 2011).

Figura 1 - Planta *Ilex paraguariensis* (erva mate)



Fonte: OHTAKI (2019)

É tradição antiga a prática de extração e cultivo da erva mate, no Brasil o início desta atividade ocorreu em 1610. Os índios Guaranis e Quínchua foram os pioneiros na utilização da planta, realizando a infusão com suas folhas. Esses povos habitavam as regiões das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai e foi a partir deles que a palavra erva mate teve sua origem, derivada do quínchua matty, nome utilizado para o recipiente onde o chá-mate era bebido por eles (APREMAVI, 2010).

Dentre as etapas empregadas no processamento da erva mate, estão incluídas a secagem, para redução da umidade das folhas, seguida do cancheamento, que atua na redução do tamanho das folhas e a elaboração, para obtenção do produto

final, que consiste na erva moída (BONFATTI JÚNIOR; LENGOWSKI; LUDKA JÚNIOR, 2018).

De acordo com a Resolução da ANVISA nº 277, de 22 de setembro de 2005, que aprova o “Regulamento Técnico para Café, Cevada, Chá, Erva Mate e Produtos Solúveis” a erva mate é formada exclusivamente por folhas e ramos de *Ilex paraguarienses*, que quando submetidos ao processo de secagem e fragmentação, são utilizadas no preparo de bebidas.

Após o processamento, o consumo da erva mate se dá por meio da infusão de suas folhas processadas em água quente ou fria, tipicamente conhecidos como chimarrão ou chá-mate e tererê, respectivamente (CAMPOS *et al.*, 2014).

Estudos acerca da composição química da erva mate tem mostrado suas propriedades medicinais e nutritivas. Dentre os compostos ativos encontrados da planta, os que estão presentes em maior quantidade são os polifenóis e as xantinas (cafeína e teobromina), seguidos de outros compostos, como flavonoides, aminoácidos, minerais e vitaminas (HEINRICHS; MALAVOLTA, 2001).

Fagundes *et al.* (2015) revisou estudos que mostram as propriedades nutricionais da erva mate consumida de diversas formas. Além de potencial antioxidante, se consumida diariamente pode influenciar na melhoria do perfil lipídico e hepático, além da possível eficácia no tratamento da obesidade.

De acordo com Junior (2005) a erva mate é um alimento nutritivo, com diversas propriedades benéficas. No entanto, sua composição química permite ainda que seja utilizada para elaboração de demais produtos, incluindo fármacos, cosméticos e produtos de limpeza. Devido a busca por alimentos mais saudáveis e funcionais, que tragam benefícios à saúde, há um aumento no interesse da indústria pela erva mate, principalmente por indústrias farmacêuticas, químicas e alimentícias, que tem buscado inovar em sua aplicação e uso, visando aproveitar ao máximo o potencial da *Ilex paraguarienses* (OHTAKI, 2019).

3.1.1 Chá-mate

Na última década, o chá tornou-se a segunda bebida mais consumida no mundo, aumentando seu consumo em 30%, perdendo apenas para a água (DA SILVEIRA *et al.*, 2017). O chá mate está entre um dos mais consumidos (FAO, 2018) e sua obtenção se dá por meio do processamento das folhas e talos da erva mate.

Pode ser consumido quente ou frio, apresentando propriedades estimulantes e sabor amargo (BRACESCO *et al.*, 2011). Além disso, dispõe de uma série de compostos bioativos benéficos à saúde (MATEOS *et al.*, 2018).

Vários autores analisaram as propriedades antioxidantes do chá-mate. Dentre eles, Barg *et al.* (2014) avaliaram o efeito do chá-mate como tratamento para ratos expostos à radiação durante 7 dias, observando a capacidade do chá-mate em impedir a peroxidação lipídica, além de dano oxidativo no DNA. Boaventura *et al.* (2012) também observou aumento na produção de antioxidantes no sangue de indivíduos com teores elevados de lipídios após ingestão diária de chá-mate.

Além de propriedade antioxidante, foi observado por Oliveira *et al.* (2016) que o consumo de chá-mate contribui para maior gasto energético em repouso, tornando-se uma ferramenta em potencial para desenvolvimento de um alimento funcional antiobesidade.

Os estudos de Mejía *et al.* (2010) sugerem que o chá mate é uma fonte rica em polifenóis, além de ~~uma~~ possuir um grande potencial de agentes quimiopreventivos. O consumo frequente de compostos fenólicos por meio de alimentos e bebidas tem sido de grande importância para promoção da saúde e apoio no combate de doenças como Diabetes Mellitus tipo 2, obesidade, doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas, câncer e outras (ARNOSO; DA COSTA; SCHMIDT, 2019).

Em função disso, considerando que a erva mate é uma planta com potencial para exploração, produtos derivados do chá-mate vêm sendo desenvolvidos para a elaboração de bebidas (VALDUGA *et al.*, 2019).

3.2 FRUTAS NATIVAS BRASILEIRAS

O território brasileiro possui inúmeras espécies de fruteiras nativas, considerando os seis biomas existentes no país, como a Amazônia, o Cerrado, a Mata Atlântica, a Caatinga, o Pantanal e o Pampa. Esses biomas abrigam inúmeras espécies de plantas, incluindo as fruteiras nativas, que apresentam uma grande variedade de formas, sabores e nutrientes. Algumas se adaptam desde o bioma pampa até o amazônico (PEIXOTO, 2016).

A principal característica das espécies frutíferas nativas é a utilização do seu fruto como alimento pela população. Algumas espécies são exploradas

comercialmente em larga escala, possuindo grande importância econômica, tanto para a agricultura como para a agroindústria, já outras são conhecidas apenas em áreas geográficas restritas (JUNIOR, 2021). São essenciais para a conservação e melhoramento dos animais e para a manutenção da biodiversidade (SCHREINER, 2016).

Há uma valorização das frutas brasileiras pela população, mercado e agroindústria, em decorrência da busca por alimentos mais saudáveis, produzidos de forma sustentável e ricos em nutrientes e antioxidantes. Não apenas as frutas in natura, mas também produtos derivados, como bebidas, néctares e mixes. Muitas dessas espécies tem sido relatada na literatura com potencial de propriedades benéficas funcionais e farmacêuticas de grande interesse para a população (JUNIOR, 2021).

A conservação das fruteiras nativas é fundamental para a segurança alimentar e a preservação da biodiversidade. Infelizmente, muitas dessas espécies têm sido ameaçadas pela destruição de seus habitats naturais, pelo uso inadequado do solo e pela falta de políticas públicas voltadas para a preservação da diversidade biológica (CORADIN, 2011).

As frutíferas da família das *Myrtaceas* aparecem em mais de um bioma, visto o grande número de gêneros e espécies. Essa família apresenta uma série de plantas com a presença de compostos secundários que compõe diferentes classes de compostos químicos (CABALLERO *et al.*, 2015). No Brasil, existem dois frutos fortemente comercializados que pertencem a esta família: a jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e a pitanga (*Eugenia uniflora*) (LUCENA *et al.*, 2014). Devido a coloração vermelha dessas frutas nativas, elas apresentam elevado teor de compostos fenólicos, que por sua vez possuem alta atividade antioxidante (VERMA *et al.*, 2013).

3.2.1 Pitanga

A pitangueira (*Eugenia uniflora*), espécie nativa típica da Mata Atlântica e pertencente à família *Myrtaceae*, possui ampla utilização e geralmente é cultivada por ser uma planta ornamental e frutífera, além de possuir aspectos medicinais. Seu fruto, a pitanga, pode ser de diferentes tamanhos e possui coloração vermelha ou arroxeada (Figura 2) com sabor doce e levemente ácido (STEFFEN *et al.*, 2022).

A pitanga possui em média 77% de polpa, que é composta por uma concentração variável de carotenoides, flavonoides e antocianinas, além de altos teores de cálcio, fósforo e vitamina C, apresentando atividade antioxidante, capaz de atuar na prevenção de doenças degenerativas e na proteção contra o câncer. Além disso, o licopeno presente na pitanga é responsável pela sua coloração, é outro antioxidante eficaz no combate a várias doenças (JÚNIOR, 2020).

Figura 2 - Fruta da pitangueira (*Eugenia uniflora*)



Fonte: Steffen (2022)

O estudo de Borges (2015) mostra que polpas frescas ou desidratadas de pitanga vermelha e roxa possuem em sua composição uma série de compostos de ácidos fenólicos, flavonoides, cianidinas, proantocianidinas e ácido elágico, possuindo alto potencial para utilização em benefício da saúde humana. Em função de seu elevado valor nutricional, além da presença de compostos bioativos, a pitanga possui potencial como alimento funcional (SANTOS *et al.*, 2006).

Madrugá (2015) desenvolveu um iogurte utilizando polpa de pitanga, obtendo maior atividade antioxidante na bebida. Já Koop (2014) desenvolveu uma bebida a base de chá mate com néctar de pitanga, do tipo *Bubble tea*, como proposta de uma nova bebida comercial inovadora.

3.2.2 Jabuticaba

A jabuticabeira é uma espécie nativa oriunda da Mata Atlântica, pertencente a família Myrtaceae. Seu fruto é a jabuticaba, de tamanho pequeno e casca roxa, conforme Figura 3. Essa fruta apresenta uma polpa branca e doce, com uma casca de sabor mais amargo e, além de saborosa, possui uma variedade de nutrientes, vitaminas e minerais (STEFFEN, 2022).

Figura 3 - Fruta da jabuticabeira (*Plinia cauliflora*)



Fonte: Araujo (2017).

A jabuticaba apresenta um grande potencial medicinal, pois, por se tratar de uma fruta com coloração vermelha e roxa, possui em sua composição compostos fenólicos, que apresentam efeito já comprovado na prevenção do câncer e de outras doenças. Sua casca é rica em antocianinas, compostos que atuam no combate a inflamações e estresse oxidativo, além de apresentar um teor de fibras, auxiliando no melhor funcionamento do intestino (STEFFEN, 2022).

Além disso, é rica em zinco, o que auxilia no fortalecimento do sistema imunológico, ajuda no processo de emagrecimento, por possuir baixa quantidade de calorias e alto teor de fibras, aumentando a saciedade. Também melhora a saúde da pele, por possuir grandes quantidades de vitamina C e atua na prevenção de anemias, devido a presença de ferro e vitaminas do complexo B em sua composição (JÚNIOR, 2020).

A adição de jabuticaba e seus subprodutos em diferentes alimentos é capaz de conferir a eles um aumento no valor nutricional, incluindo características funcionais (COELHO, 2021). Existem diversos estudos que relatam a utilização da jabuticaba para o desenvolvimento de produtos funcionais, Coelho (2021) encontrou trabalhos que relatam o uso da jabuticaba na formulação de diferentes produtos, conferindo a eles características benéficas, atuando de diversas formas, seja como corante alimentício natural, fonte de fibras ou incorporando aos produtos compostos fenólicos e antioxidantes.

3.3 ALIMENTOS FUNCIONAIS

O termo “Alimento funcional” foi introduzido no Japão, na década de 80 e desde então vários estudos sobre esses alimentos vem sendo desenvolvidos, tornando-os cada vez mais populares. Pertencem a este grupo os alimentos que possuem propriedades benéficas a saúde se consumidos diariamente. Os principais compostos incluem fibras alimentares, oligossacarídeos, polióis, ácidos graxos poli-insaturados, peptídeos e proteínas, vitaminas, minerais e outros (BAPTISTA *et al.*, 2013).

Para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2023) os alimentos funcionais podem ser definidos como “todo alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica”. A alegação de propriedade funcional atribuída aos alimentos deve-se a presença de alguns compostos, como por exemplo, o ômega 3, carotenoides, fibras alimentares, probióticos, dentre outros.

Vários estudos comprovam que existem uma variedade de alimentos que devido à presença de alguns compostos, atuam na prevenção e controle de doenças, como a diabetes, por exemplo (ZAPAROLLI, 2013). O consumo frequente de compostos fenólicos através de alimentos tem demonstrado benefícios para promoção da saúde, atuando no combate de doenças, como o Diabetes Mellitus tipo 2, obesidade, doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas e câncer (ARNOSO; DA COSTA; SCHMIDT, 2019).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários produzidos pelas plantas e estão relacionados a defesa destas contra o ambiente externo (BHATTACHARYA, SOOD e CITOVSKY, 2010). Eles atuam na promoção da saúde por meio de diferentes mecanismos, mas destacam-se por sua ação antioxidante, evitando os danos causados ao organismo através do estresse oxidativo, além de apresentarem ações antimicrobianas e anti-inflamatórias (LI, LI, *et al.*, 2014).

Em sua composição química, os compostos fenólicos são formados por anéis aromáticos ligados a uma ou mais hidroxilas. Podem ser divididos em diversas classes em função da variação de sua estrutura molecular, sendo classificados principalmente como flavonoides, ácidos fenólicos, estilbenos e lignanas (FARAH e DONANGELO, 2006).

Os flavonóides representam o grupo de compostos fenólicos mais estudado, sendo encontrados abundantemente em plantas tanto comestíveis, como não comestíveis (KHODDAMI, WILKES e ROBERTS, 2013). Estes, possuem uma série de propriedades farmacológicas, incluindo atividade antioxidante, que tem como efeitos fisiológicos a atuação como anticancerígenos e antimutagênicos (MORAES e COLLA, 2006). Os antioxidantes mais abundantes incorporados na dieta são os polifenóis, sendo suas principais fontes as frutas, chás, café e vinho tinto (SCALBERT, JOHNSON e SALTMARSH, 2005).

A justificativa para o desenvolvimento de alimentos funcionais está nas novas tendências alimentares, em função de hábitos de alimentação adquiridos, que são pouco balanceados e pobres em nutrientes essenciais (SALGADO e ALMEIDA, 2009). Devido a essa necessidade do mercado, onde há uma conscientização dos consumidores em relação a função positiva dos alimentos funcionais, aliado ao potencial econômico destes produtos, o mercado de alimentos com propriedades funcionais vem apresentando grande desenvolvimento (BALDISSERA, BETTA, *et al.*, 2011).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Está pesquisa foi conduzida no Laboratório de Frutas e Hortaliças da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Francisco Beltrão, a pesquisa foi iniciada em março de 2022 com término em janeiro de 2023, utilizando métodos quantitativos para análise dos dados. A erva mate (*Ilex paraguariensis*) foi cedida pela empresa Guayakí Yerba Mate©, Guarapuava - Paraná.

A erva mate já encontrava-se tostada e maturada (6 meses), pronta para infusão e produção do chá. A tostagem e maturação seguem um padrão de matéria-prima para chá mate, já testado, estabelecido pela indústria.

As frutas de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e pitanga (*Eugenia uniflora* L.), foram obtidas do pomar localizado na estação didática da UTFPR, campus Dois Vizinhos. A colheita das frutas foi realizada no ponto ótimo de maturação e o transporte foi feito em caixas plásticas até o Laboratório de Frutas e Hortaliças.

As análises foram realizadas no Laboratório de Frutas e hortaliças da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Francisco Beltrão.

4.1 PROCESSAMENTO DA PITANGA E JABUTICABA

As frutas foram previamente selecionadas, descartando-se frutas com amassamento, podridões, imaturas e com defeitos que pudessem comprometer a qualidade do produto.

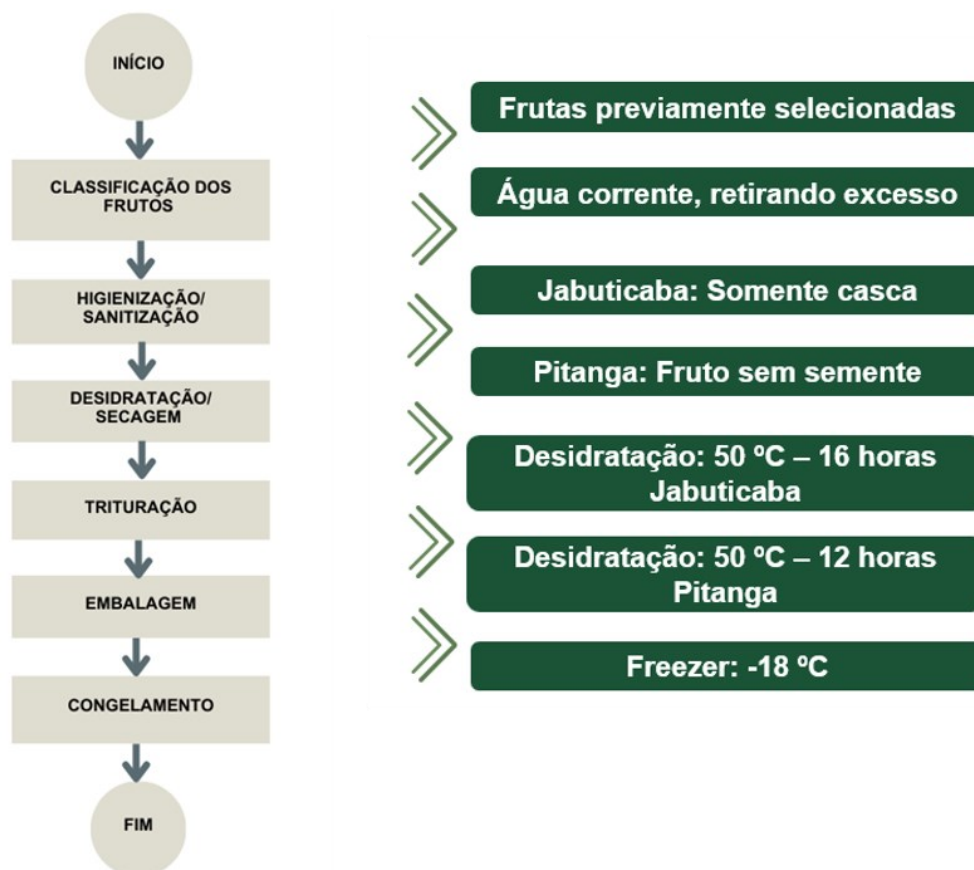
Após a seleção, os frutos foram higienizados em água corrente, e colocados em um escorredor previamente higienizado, para remover o excesso de água do enxágue. No caso da jabuticaba utilizou-se a casca, portanto, foram separadas as demais partes e descartadas. Para a pitanga, foi retirada a semente dos frutos inteiros. Posteriormente, as cascas da jabuticaba e o fruto da pitanga sem semente foram submetidos a secagem/desidratação.

A desidratação foi realizada por meio do equipamento Desidratador da Mara DAS Modelo DS800N. A jabuticaba foi submetida a uma temperatura de 50 °C por um período de 16 horas, enquanto a pitanga permaneceu no desidratador na mesma temperatura por um período de 12 horas.

Após o processo de desidratação, os frutos foram moídos em triturador de alimentos e posteriormente foram embalados em sacos plásticos e armazenados em

freezer há -18°C , até sua utilização. A Figura 4 mostra as etapas do processamento dos frutos para obtenção das frutas desidratadas de pitanga e jabuticaba.

4 - Processamento para obtenção da polpa dos frutos de pitanga e jabuticaba.



Fonte: Os autores (2023).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Neste experimento foi utilizado delineamento experimental de misturas para superfícies limitadas (STATSOFT INC., 2011) tendo como variáveis: casca de jabuticaba desidratada e polpa de pitanga desidratada.

A formulação de infusão padrão (controle) utilizada foi de 100% de erva mate tostada. Nas formulações contendo frutas, utilizou-se quantidades máximas de até 30% em relação a erva mate tostada. Os limites mínimos e máximos de fruta foram estabelecidos em pré-testes, 0% e 30% respectivamente.

As quantidades dos componentes a serem utilizados nas misturas (formulações), assim como em pseudocomponentes estão na Tabela 1.

Tabela 1 - Delineamento de misturas para superfícies limitadas transformados em pseudocomponentes

Delineamento de misturas ^a				
Formulações	Componentes originais (100%)		Pseudocomponentes	
	X1	X2	X'1	X'2
F1	30	0	1	0
F2	22,5	7,5	0,75	0,25
F3**(C)	15	15	0,5	0,5
F4	7,5	22,5	0,25	0,75
F5	0	30	0	1

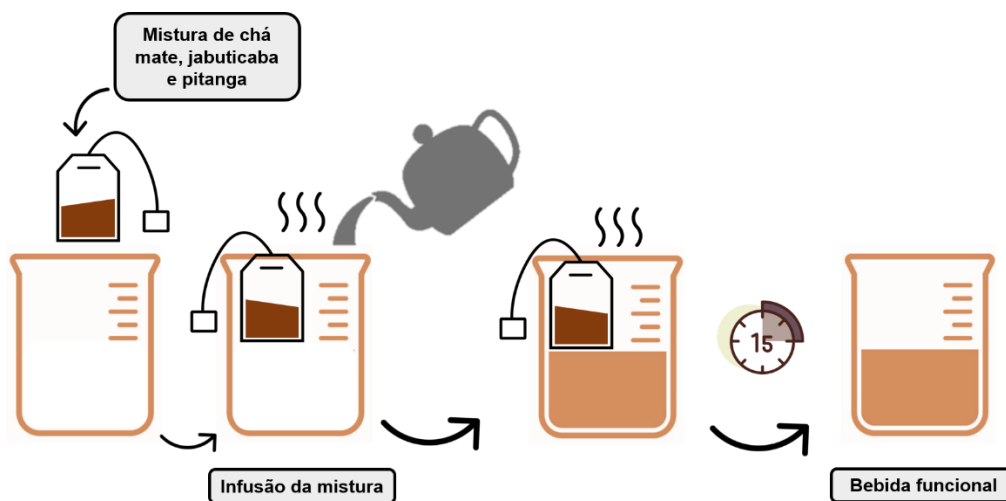
^a X1 (jabuticaba) + X2 (Pitanga) = 1 ou 100 %;

C=centroide.

** Repetição

Para a realização da infusão do chá mate foi utilizada a metodologia proposta pela empresa Guayakí Yerba Mate©. Foram preparadas as formulações contidas na Tabela 2, infundendo cada um dos *blends* em 100 mL de água mineral à uma temperatura de 100 °C em um béquer por um período de 15 minutos. O procedimento pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 - Procedimento de elaboração da bebida funcional a partir de chá mate, pitanga e jabuticaba



Fonte: Os autores (2023).

4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises foram realizadas no laboratório de Frutas e hortaliças da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus de Francisco Beltrão – PR, de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008) para néctares e chás. Foram realizadas análises em triplicata de sólidos solúveis totais - SST (° Brix), acidez total titulável, pH, cor, fenólicos totais e taninos totais.

4.3.1 pH

O pH das amostras foi determinado de acordo com o método 017/IV do Instituto Adolf Lutz (2008). Inicialmente, para a calibração do aparelho foram utilizadas soluções tampão de pH 4,7 e 10. O pH foi determinado em triplicata para cada formulação, utilizando pHmetro digital de bancada.

4.3.2 Acidez total titulável

A acidez total foi determinada de acordo com o método 235/IV do Instituto Adolf Lutz (2008). Inicialmente, pipetou-se 10 mL de cada formulação descrita na Tabela 1 em *Erlenmeyers* de 25 mL, adicionando em seguida 3 gotas de fenolftaleína. Para a titulação foi utilizado uma bureta com solução padrão de hidróxido de sódio 0,1 M até obter coloração rósea persistente. Para obtenção da acidez, utilizou-se a Equação 1:

$$Acidez = \frac{n \times f \times M \times 1000}{V} \quad (1)$$

Em que:

n: volume em mL de solução de NaOH a 0,1 M hidróxido de sódio gasto na titulação

f: fator de correção da solução de hidróxido de sódio

M: Concentração molar da solução de hidróxido de sódio

V: volume da amostra

4.3.3 Sólidos Solúveis (° Brix)

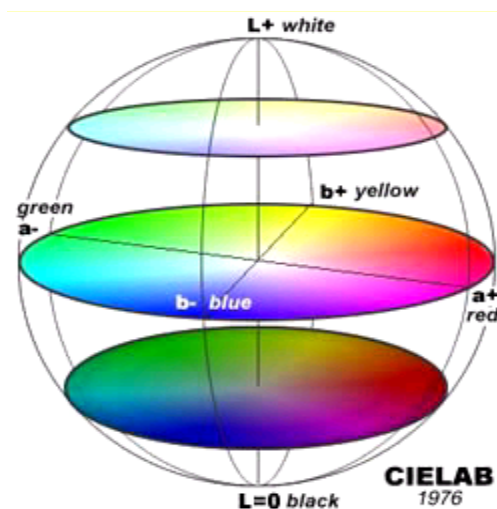
Os sólidos solúveis das amostras foram determinados de acordo com o método 315/IV do Instituto Adolf Lutz (2008), utilizando refratômetro digital. Inicialmente, foram transferidas 2 gotas das amostras homogeneizadas, pertencentes às formulações descritas na Tabela 2, para o prisma do refratômetro à temperatura ambiente de 25 °C e, após um minuto, leu-se diretamente na escala os graus Brix.

4.3.4 Cor

A determinação da cor foi realizada utilizando-se um calorímetro digital, Konica Minolta CR-400. Sobre uma folha branca foi colocado uma placa de Petri de vidro e adicionada a solução do chá de cada amostras, a cor foi obtida a partir de triplicatas tomadas em locais aleatórios sobre a amostra. Para as medidas de cor foram avaliados os parâmetros de L^* (luminosidade) sendo de 0= preto e 100=branco, e as coordenadas de cromaticidade, a^* (verde(-a) - vermelho(+a)) e b^* (amarelo(-b) – azul(+b)). A partir destes dados, calculou-se a Cromaticidade (C^*) (eq. 2) e tonalidade/ângulo *Hue* (eq. 3).

A Cromaticidade (C^*) é considerada um parâmetro quantitativo da cor, utilizada para determinar o grau de diferença de uma tonalidade em relação a uma cor cinza de mesma claridade. O ângulo *Hue* é considerado o parâmetro qualitativo na representação e diferenciação das cores, permitindo identificar e delinear suas características distintas em relação à sua tonalidade. Está relacionado com a diferença de absorvância em diferentes comprimentos de onda. Já o parâmetro L^* é uma medida aproximada de luminosidade, propriedade que determina a equivalência de uma cor em uma escala de cinza, entre o preto e o branco, assumindo valores entre 0 e 100 (GRANATO e MASSON, 2010).

Figura 6 - Geometria do modelo de cor CIELAB 1976, L* (claro-escuro), h* (ângulo de coloração), C* (índice de croma), a* (verde vermelho), b* (azul-amarelo).



Fonte: Handprint (2010).

$$\text{Ângulo Hue} = \tan^{-1} \left\{ \frac{a^*}{b^*} \right\} \quad (2)$$

$$\text{Cromaticidade} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3)$$

4.3.5 Compostos Fenólicos Totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocateau foi adaptada da metodologia descrita por Singleton e Rossi (1965). Para a análise, pipetou-se 1 mL de amostra de cada uma das formulações contidas na Tabela 2, em um balão volumétrico de 100 mL, adicionando-se posteriormente 60 mL de água ultrapura e 5 mL de reagente de Folin, agitando em seguida. Após 8 minutos adicionou-se 20 mL de Carbonato de Sódio (Na_2CO_3) em concentração de 20%, deixando em repouso ao abrigo de luz, em uma caixa fechada durante 2 horas. Em seguida, as amostras foram filtradas com auxílio de filtro, realizando-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro de absorção (Ultrospec 2000 UV/Visível - Pharmacia Biotech) no comprimento de onda de 725 nm. Foi elaborada a curva padrão com o ácido gálico e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (mg GAE) por grama de fruta (mg GAE/g).

4.3.6 Compostos Fenólicos Individuais

A metodologia para determinação de compostos fenólicos individuais foi adaptada de Medic *et al.* (2023). A análise foi realizada por meio de sistema HPLC, marca Thermo Scientific, modelo Ultimate 3000, com detector UV/VIS. A coluna usada para separar os compostos fenólicos foi a Promosil C18 5 µm (250 x 4,6 mm), operada a 25 ° C.

Os solventes utilizados foram: Solvente A: água - ácido fosfórico 0,1%; Solvente B: acetonitrila. O programa de gradiente utilizado está representado na Tabela 2.

Tabela 2 - Concentração da fase móvel B em função do tempo

Concentração	Tempo (min)	Vazão (mL/min)
10%	0	0,8
20%	5	0,8
25%	35	0,8
80%	50	1
10%	55	0,8

A identificação dos compostos fenólicos foi obtida a partir do acoplamento do sistema HPLC com espectrometria de massa, operando em 206, 254, 280 e 320 nm.

4.3.7 Taninos Totais

A determinação de taninos foi realizada de acordo com o método 255/IV do Instituto Adolf Lutz (2008), este método é aplicável a refrigerantes e refrescos industrializados e envolve a redução do reagente Folin-Dennis, em meio básico, pelo tanino presente na amostra, produzindo uma coloração azul intensa que é medida na região do visível. O resultado é expresso em ácido tânico.

Foram preparados os reagentes Folin-Dennis, Solução saturada de carbonato de sódio e solução-padrão de ácido tânico, os quais estão descritos a seguir:

- Reagente Folin-Dennis: Adicionou-se 100 g de tungstato de sódio hidratado, 20 g de ácido fosfomolibdico e 50 mL de ácido fosfórico em 750 mL de água. Foi submetido ao refluxo por 2 horas, esfriado e diluído para 1000 mL em um balão volumétrico.

- Solução saturada de carbonato de sódio – Foram pesados 35 g de carbonato de sódio anidro e dissolvidos em 100 mL de água a (70-80) °C. Feito isso, foram resfriados por uma noite e semeados a solução supersaturada com cristal de carbonato de sódio decahidratado ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$). Após a cristalização, com auxílio de uma lã de vidro foram filtrados.

- Solução-padrão recém-preparada de ácido tânico – Foram dissolvidos 100 mg de ácido tânico em um balão volumétrico de 1000 mL com água. A solução final obteve concentração de 0,1 mg de ácido tânico por mL.

Para cada formulação foram pipetadas 5 mL de cada amostra em um balão volumétrico de 100 mL contendo 75 mL de água. Em seguida, foram adicionados 5 mL do reagente Folin-Dennis, 10 mL da solução saturada de carbonato de sódio anteriormente preparadas e completados com água. Em seguida, foram agitadas e lidas em espectrofotômetro (Ultrospec 2000 UV/Visível - Pharmacia Biotech) a 760 nm após 30 minutos, usando um branco preparado da mesma forma com água em lugar da amostra.

Para preparação da curva-padrão foram pipetadas alíquotas de 1 a 10 mL de solução-padrão de ácido tânico em balões volumétricos de 100 mL, contendo 75 mL de água. Em seguida, foram adicionados 5 mL do reagente Folin-Dennis, 10 mL da solução saturada de carbonato de sódio e completados com água. Após agitação e passados 30 min, foi feita a leitura a 760 nm, contra o branco.

4.3.8 Tratamento dos Dados

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância (ANOVA) e os resultados foram submetidos ao Teste de Duncan, com confiabilidade $\geq 95\%$, utilizando o software Statistica e Jamovi versão 10.0 (STATSOFT INC, 2004). A estimativa de coloração (prospecção) das infusões foi feita com software de análise de cor (*Research Lab tools*), onde utiliza-se os índices de L^* , a^* e b^* .

Técnicas de análise multivariada são amplamente utilizadas para identificar padrões e grupos naturais de agrupamento. Para classificar variáveis com base em semelhanças entre amostras, a análise de componentes principais (PCA) é uma das técnicas de classificação frequentemente utilizadas. A aplicação de tais métodos reduz a complexidade do conjunto amostral e adapta melhor a interpretação e compreensão dos resultados. O coeficiente de correlação de Pearson é

frequentemente usado para determinar a força da associação entre parâmetros analíticos (RESMIM *et al.*, 2019).

Os coeficientes de correlação de Pearson e os Componentes Principais (PCA), foram calculados de forma a estabelecer correlações entre, cor, compostos fenólicos totais, compostos fenólicos individuais, taninos totais, jabuticaba, pitanga e chá mate.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição das frutas jabuticaba e pitanga nas cinco formulações para infusão de chá mate, provocou redução do pH e conseqüentemente aumento da acidez (Tabela 2). A Jabuticaba e a Pitanga, possuem uma determinada concentração de ácidos em sua composição, atuaram na redução do pH da bebida. Pode-se notar que o valor de pH para o grupo controle foi de 5,56, enquanto as demais formulações com a presença das frutas apresentou valores de pH entre 4,2 e 4,3.

Tabela 3 - Índices de pH, acidez e Sólidos solúveis de chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga).

Amostras	pH	Acidez (%)	Sólidos solúveis (°Brix)
Controle	5,56 ± 0,14 a	0,59 ± 0,000 b	1,10 ± 0,173 b
F1	4,30 ± 0,01 b	1,21 ± 0,129 a	2,00 ± 0,000 a
F2	4,27 ± 0,05 b	1,52 ± 0,305 a	1,76 ± 0,252 a
F3C	4,29 ± 0,08 b	1,27 ± 0,143 a	1,70 ± 0,339 a
F4	4,34 ± 0,01 b	1,32 ± 0,098 a	1,70 ± 0,265 a
F5	4,34 ± 0,00 b	1,21 ± 0,098 a	1,86 ± 0,231 a

Médias + desvio padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os ácidos orgânicos mais importantes encontrados nos alimentos são os ácidos cítrico, málico, oxálico, succínico e tartárico, e a proporção relativa de ácidos orgânicos nas frutas e vegetais varia de acordo com o grau de maturidade e as condições de cultivo (CECCHI, 2003).

A acidez da pitanga e da jabuticaba está relacionada aos ácidos orgânicos da composição do sabor característico da fruta, assim como outros compostos, pois apresenta sabor e aroma ácido adocicado (BAGETTI, 2009). Desta forma, principalmente o ácido cítrico e ácido málico podem ter contribuído para o aumento da acidez da bebida final, após o processo de infusão do chá mate com adição das frutas.

O teor de sólidos solúveis é uma característica importante a ser analisada em frutas, tanto para consumo in natura quanto para processamento industrial, como indicador de maturação, doçura e quantidade de substâncias dissolvidas como açúcares, ácidos fenólicos, pectinas e vitaminas. Neste sentido, a sua determinação

torna-se extremamente importante para avaliar a qualidade de frutos frescos e produtos derivados (OLIVEIRA, 2022).

As frutas também contribuem com o aumento dos sólidos solúveis da bebida, pois contém açúcares e outros compostos solúveis em água que podem ser dissolvidos durante o processo de infusão. A variação da acidez e dos Sólidos Solúveis tiveram um aumento com a adição das frutas nativas, sendo mais significativa para a amostra F2, que passou de 0,59 % do grupo controle para 1,52 % em relação a acidez e 1,20 °Brix do grupo controle para 2,00 °Brix em relação aos sólidos solúveis. O aumento da acidez impacta também na limitação de crescimento microbiano.

Os sucos de frutas são compostos por vários componentes orgânicos voláteis e instáveis, que são responsáveis pelo sabor e aroma do produto, além da presença de açúcares, ácidos, sais minerais, vitaminas e pigmentos. Em função da sua composição rica em ácidos orgânicos, apresentam valores de pH geralmente entre 2,0 e 4,5, que pode variar de acordo com a concentração de ácido proveniente da fruta, da sua espécie, grau de maturação e outros fatores (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005).

Os sucos de frutas podem sofrer contaminação durante sua manipulação, tanto na fase de colheita, embalagem, transporte, processamento, estocagem ou comercialização. Por isso, é de extrema importância adotar e seguir as Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação, para produção e processamento de frutas, além de ferramentas de APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), para garantir a segurança dos produtos processados (TORREZAN, 2021).

Estas alterações já eram esperadas e podem auxiliar na melhoria das condições de preservação, pois impactam no crescimento microbiano. Além disso, esta mudança pode ter leve influência nos aspectos sensoriais (tópico não abordado no trabalho), como cor, aroma e sabor, uma vez que, de acordo com Silva (2016), tanto o pH quanto a acidez estão ligados diretamente as características sensoriais e a aceitabilidade apresentada nos alimentos.

A cor é um atributo de grande dimensão para a indústria alimentícia, pois é um parâmetro de qualidade capaz de instigar a aceitação de produtos alimentícios. O sistema colorimétrico $L^*a^*b^*$ é mais comumente usado para medir a cor dos alimentos porque a distribuição das cores é uniforme e a distância entre duas cores diferentes

corresponde aproximadamente à diferença de cor percebida pelo olho humano (FERREIRA, 2018).

Tabela 4 - Índices de coloração sistema Lab chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga).

Amostras	L*	C* (cromaticidade)	Hue (tonalidade)
Controle	20,31 ± 3,91 b	33,01 ± 3,06 a	42,53 ± 5,29 a
F1	29,44 ± 3,50 a	27,1 ± 8,50 ab	22,96 ± 0,51 b
F2	21,87 ± 0,35 ab	18,14 ± 0,24 b	4,45 ± 0,11 c
F3C	23,43 ± 2,09 ab	18,46 ± 3,18 b	11,40 ± 2,37 c
F4	24,11 ± 5,56 ab	25,57 ± 7,80 ab	42,19 ± 6,18 a
F5	28,20 ± 1,73 a	28,00 ± 2,50 ab	47,58 ± 4,75 a

Médias + desvio padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A adição de frutas como jabuticaba e pitanga à infusão de chá mate alterou os índices de coloração (Tabela 3). Os valores de L* aumentaram na bebida final. O índice de coloração L é uma medida da luminosidade ou brilho da cor de um objeto, variando de 0 (preto) a 100 (branco). A cromaticidade (C*) diminuiu, sendo que estes índices se referem a uma medida da intensidade da cor, que varia de 0 (sem cor) a 100 (cor pura).

Estas frutas são ricas em compostos fenólicos que conferem coloração, como as antocianinas, que pertencem a uma subclasse de flavonoides e são responsáveis pela coloração vermelha, azul e roxa de frutas e vegetais, podendo interagir com o meio onde estão (MAZZA, 2007). As condições como pH influenciam diretamente nos índices de coloração, aumentando ou diminuindo a intensidade da cor da bebida. O índice de coloração L também pode depender de outros fatores, como o tempo de infusão e a temperatura da água. Os carotenoides, compostos presentes nas frutas, também podem influenciar na cor da bebida final.

As antocianinas podem assumir diferentes colorações, que variam de acordo com suas diversas formas estruturais e, estas podem sofrer variação a partir da influência de fatores como temperatura, pH e possíveis ligações com outras substâncias químicas. O pH destaca-se como fator de interferência na coloração das antocianinas, isso porque em função da variação de acidez ou alcalinidade, elas podem apresentar diferentes estruturas (LEE *et al.*, 2005).

A coloração das antocianinas pode ser afetada diretamente através da substituição dos grupos hidroxila e metoxila na molécula. O aumento dos grupos hidroxila da molécula tornam a coloração mais propensa ao azul, enquanto adições no número de grupos metoxila ampliam a intensidade do vermelho (LÓPEZ *et al.*, 2000).

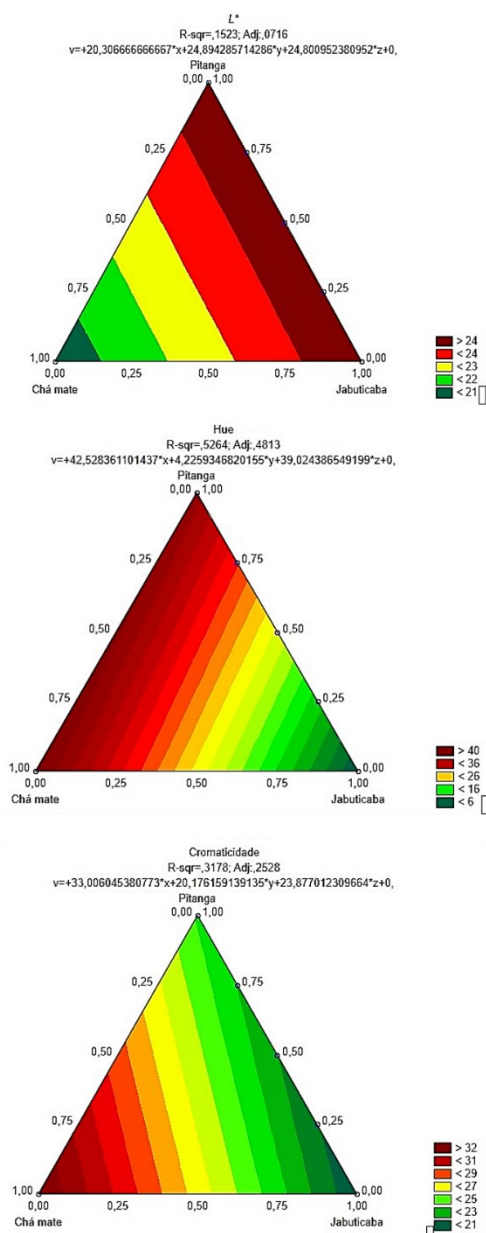
Essas mudanças levam a uma configuração das antocianinas em que, a partir de um aumento de pH, ocorre a redução do número de ligas duplas conjugadas, que em função da protonação do cátion *flavilium*, são responsáveis pelo acréscimo de absorção das substâncias. Com essa redução, conseqüentemente ocorre a diminuição da absorção das antocianinas, acarretando na perda de coloração (BORDIGNON *et al.*, 2009).

Dessa forma, constata-se que o grupo controle apresentou o menor índice de coloração, em função da ausência das antocianinas das frutas. As amostras F1 e F5 apresentaram os maiores níveis de L*, ambas compostas por 30% de pitanga e jabuticaba, respectivamente, indicaram uma cor mais clara próxima ao branco, conforme demonstrado no diagrama de cromaticidade (ANEXO I). Com o aumento da acidez a cor pode se tornar mais avermelhada, o que pode explicar uma tendência a uma cor mais clara no caso do L*.

Os valores da saturação (C*) representam a pureza da cor, o valor de saturação é zero no centro do disco, ou seja, acromático (escuro) e, conforme vai se distanciando do centro, fica com uma cor mais viva (BORDIGNON *et al.*, 2009). A formulação controle apresenta saturação mais viva, distante do centro, entretanto as formulações com adição de jabuticaba e pitanga, houve redução da saturação indicando uma coloração mais escura.

A cor é um dos principais atributos que pode afetar a percepção de qualidade pelo consumidor (HUTCHINGS, 2005). As diferentes quantidades de fruta adicionadas mostram a tendência de coloração e comportamento, representados na Figura 6. As alterações provocadas pela adição das frutas, jabuticaba e pitanga está representada na Figura 7.

Figura 7 - Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo linear para coloração (L^* , C^* e Hue)

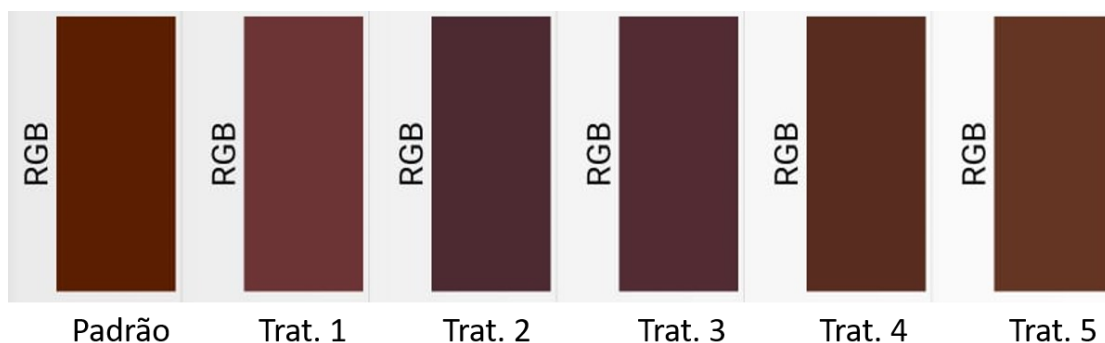


O diagrama ternário representado na Figura 7 mostra a tendência de variação dos parâmetros C^* , L^* e Hue conforme a concentração dos compostos na bebida. A cromaticidade (C^*) é proporcional à concentração de chá mate, ou seja, quanto maior a concentração de chá mate, maior também é a intensidade da cor. Conforme ocorre a adição de concentrações de jabuticaba e pitanga, a cromaticidade (C^*) tende a diminuir.

Já o parâmetro de luminosidade (L^*) apresentou um valor maior com a adição da pitanga e jabuticaba, devido a redução da intensidade da cor com a adição das frutas. O ângulo Hue , que representa a tonalidade, apresentou valores maiores com maiores concentrações de chá mate e pitanga, sofrendo redução com a adição de

jabuticaba. Isso indica que a tonalidade da bebida é mais intensa com maiores concentrações de chá mate e pitanga.

Figura 8 - Prospecção de cores para as formulações de chá mate com jabuticaba e pitanga, utilizando software de análise de cor (*Research Lab tools*).



Fonte: Os autores (2023)

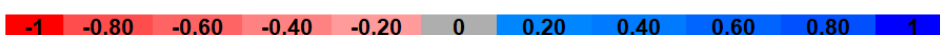
A aparência e as cores são a demonstração visual, propriedades externas que simbolizam o primeiro contato entre o consumidor e o produto determinando reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A cor tem a potencialidade de evocar os sentidos, definir comportamentos e desencadear respostas físicas e psicológicas. Dessa forma, as cores podem ser utilizadas para fins de mercado e publicidade, satisfazendo necessidades individuais e refletindo no processo de compra do produto (TEIXEIRA, 2009).

A cor verde característica da erva mate ocorre devido à presença de clorofila, sua intensidade tem relação direta com a concentração deste pigmento (MORAWICKI, 1999). As reduções desse composto podem ocorrer devido à diversos fatores, incluindo o processamento, atividade da água, alteração de pH, temperatura, luz e tempo de maturação da erva mate (BOHN; WALCZUK, 2004). Esse fenômeno pode explicar porque o valor L^* aumentou com a adição das frutas, uma vez que fatores como temperatura de infusão e redução do pH podem ter influenciado nesse processo.

A relação entre alguns desses parâmetros avaliados em nossa pesquisa pode ser realizado pela análise de correlação de Pearson (Figura 9 e 12). A correlação de Pearson é a técnica mais disseminada para avaliação da correlação entre duas variáveis quantitativas. Esse coeficiente presume uma distribuição normal entre duas amostras e o comportamento linear da relação entre as variáveis estudadas (ZOU, TUNCALI e SILVERMAN, 2003).

9- Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis independentes (chá mate, Jabuticaba, pitanga) e variáveis resposta (cor): Luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e tonalidade (ângulo Hue).

	Chá mate	Jabuticaba	Pitanga	L^*	Hue	C^*
Chá mate						
Jabuticaba	-0,51					
Pitanga	-0,51	-0,48				
L^*	-0,39	0,20	0,19			
Hue	0,42	-0,72	0,29	0,23		
C^*	0,54	-0,41	-0,14	0,46	0,75	



Correlações acima de 0,25 e abaixo de -0,25 são significativamente diferentes de 0 pelo teste t a 5% de significância.

Em relação aos parâmetros de coloração a variável resposta de luminosidade (L^*) apresentou maior correlação com a variável independente jabuticaba (0,20) e pitanga (0,29), enquanto a tonalidade (Hue) e a cromaticidade (C^*) tendem ao Chá mate. Destaca-se que Hue , também tem correlação com a adição de pitanga, embora em menor índice que o chá mate. Esta tendência era esperada pois, a partir do diagrama ternário (Figura 7), percebe-se que a cromaticidade (C^*) é proporcional à concentração de chá mate, ou seja, quanto maior a concentração de chá mate, maior também é a intensidade da cor. Conforme ocorre a adição de concentrações de jabuticaba e pitanga, a cromaticidade (C^*) tende a diminuir.

Além disso, percebe-se também que a adição das frutas resultou na redução da intensidade da cor, aumentando o parâmetro de luminosidade (L^*). A tonalidade tem maior correlação com o chá mate e com a pitanga, sofrendo redução com a adição de jabuticaba. Isso indica que a tonalidade da bebida é mais intensa com maiores concentrações de chá mate e pitanga.

A luminosidade (L^*) indica cor entre preto (0) e branco (100) e com a diluição do chá, nas amostras com adição das frutas pitanga e jabuticaba, esta tendeu a ser maior. Martins et al. (2020) desenvolveu balas de gelatina com chá mate tostado, encontrando valores maiores de L^* para menores concentrações de chá mate.

Além disso, Santos (2004) identificou que o tempo é um fator determinante para a variação dos parâmetros de cor da erva mate, indicando o aumento do parâmetro L^* conforme o tempo e tipo de armazenamento.

Os compostos fenólicos são os determinantes pela cor, adstringência e estrutura, sendo os mais importantes as antocianinas, os taninos e os ácidos fenólicos (BURIN et al., 2010). Embora os índices sejam considerados altos em todas as formulações, o teor de fenólicos totais e taninos totais tenderam a diminuir com adição de frutas, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 5 - Teor de fenólicos totais e taninos em chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga)

Amostras	Compostos fenólicos totais (mg/mL)	Taninos totais (mg/mL)
Controle	398,41 ± 2,19 a	3,02 ± 0,159 a
F1	341,16 ± 0,50 a	1,98 ± 0,349 b
F2	329,28 ± 5,74 a	1,99 ± 0,228 b
F3C	308,60 ± 9,99 b	1,91 ± 0,192 b
F4	294,78 ± 3,14 bc	2,02 ± 0,230 b
F5	281,01 ± 2,55 c	1,85 ± 0,058 b

Médias + desvio padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Esta tendência de redução dos índices destes compostos em virtude da adição das frutas desidratadas era esperada, pois a erva mate é conhecida por teores bastante significativos. Os teores são um pouco menores em jabuticaba e mais ainda em pitanga. Por outro lado, mantem-se índices significativos e adiciona-se a infusão características próprias da fruta, como coloração, propriedades sensoriais e de outros nutrientes (embora não seja o foco nesta pesquisa). Algumas infusões já tem sido trabalhadas e comercializadas com adição da polpa ou suco da fruta, o que pode diluir ainda mais alguns destes índices, mas ganha em outras características.

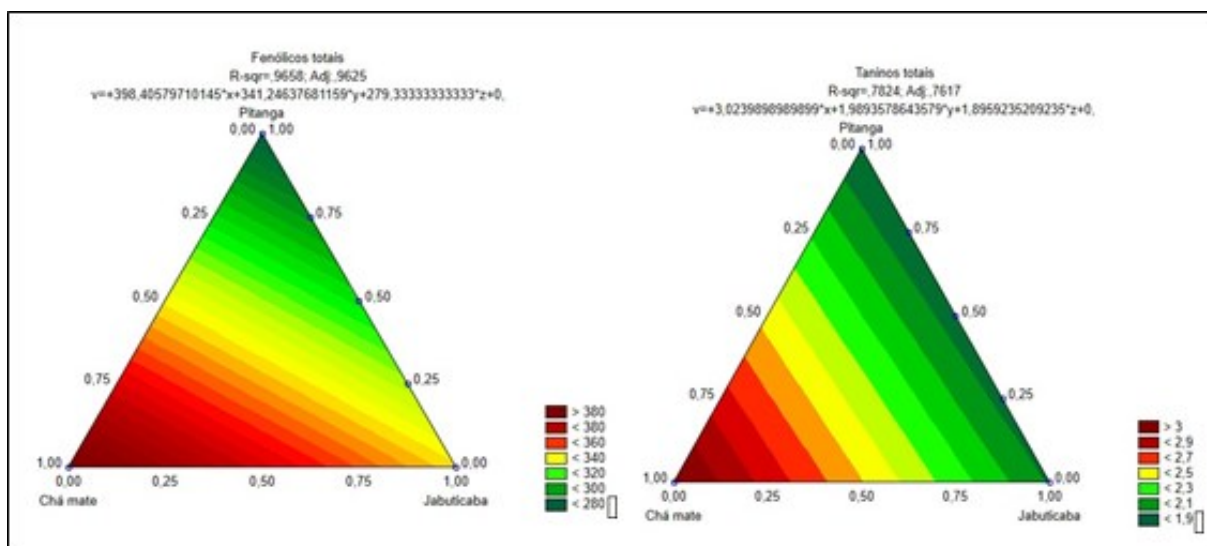
A erva mate tostada possui naturalmente uma quantidade desses compostos, como ácidos fenólicos e taninos (BRAVO et al., 2007; SILVA et al., 2008). Nascimento (2013) encontrou elevados teores de compostos fenólicos totais para erva mate tostada, chegando à 7,73%. Constatando dessa forma que sua utilização para o preparado de bebidas funcionais é propício, em função das propriedades antioxidantes que esses compostos apresentam.

De acordo com Santos et al. (2004), o chá mate apresenta um percentual médio de 10% de compostos fenólicos de interesse nutricional, incluindo flavonóides, ácidos fenólicos e taninos. No entanto, alguns aspectos podem influenciar na concentração

final dessas substâncias nas bebidas, a exemplo da temperatura da infusão, relação entre a massa de erva e o volume de água adicionado, granulometria e composição da erva, além da presença de outras espécies de *Ilex* (Bastos e Torres, 2003).

O diagrama ternário representado na Figura 10 mostra a variação de compostos fenólicos de acordo com as diferentes concentrações de chá mate, jabuticaba e pitanga. Devido a alta concentração de compostos fenólicos na erva mate, percebe-se que conforme ocorre adição das frutas, ocorre também a redução da concentração de compostos fenólicos. Nota-se também que a jabuticaba, quando adicionada ao chá, conferiu maiores concentrações de compostos fenólicos em relação a pitanga.

Figura 10 - Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo linear para compostos fenólicos totais e taninos totais.



Fonte: Os autores (2023)

Cavanholi (2020) encontrou quantidades mais expressivas de compostos fenólicos em mostos onde houve adição de erva mate quando comparado ao hidromel controle. Koop (2014) desenvolveu uma bebida à base de chá mate com néctar de pitanga, encontrando uma quantidade de compostos fenólicos de 14,49 mg AG/100 g. Lançanova (2014) obteve um valor de 13,73 mg AG/ 100 g para uma bebida à base de chá mate e néctar de jabuticaba recém elaborada, reduzindo ao final dos 30 dias de armazenamento para 12,10 mg AG/ 100 g.

Kresta *et al.* (2020) encontraram concentrações de compostos fenólicos entre 284,24 mg/100g a 334,63 mg/100g para amostras de erva mate. Dessa forma, pode-se perceber que, naturalmente, a erva mate possui maior quantidade desses

compostos em relação às frutas utilizadas, o que explica a maior concentração destes no grupo controle.

Outro ponto indica que, nos compostos fenólicos em geral, o número de hidroxilas presentes na molécula é proporcional à atividade antioxidante da substância (BALASUNDRAM; SUDRAM; SAMMAN, 2006). Considerando que o aumento de grupos hidroxila tornam a coloração azulada e acréscimos no número de grupos metoxilas ampliam a coloração do vermelho (LÓPEZ *et al.*, 2000), entende-se que o grupo controle apresentou maior atividade antioxidante. Isso pode explicar a maior concentração de compostos fenólicos, já que seu pH também foi maior em relação às demais amostras.

As diferentes quantidades de fruta adicionadas tiveram comportamentos diferentes quanto a esta diminuição, conforme a Figura 10. Desconsiderando o grupo controle, a amostra F2, constituída por 30% de extrato de jabuticaba, obteve o maior percentual de compostos fenólicos comparado às demais amostras. Ou seja, a redução dos conteúdos foi menor. De acordo com Munhoz *et al.* (2012), a jabuticaba apresentou os valores mais elevados para compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante comparado às demais frutas nativas de coloração vermelha, incluindo o araçá vermelho, a pitanga e a cereja-do-rio-grande.

Em geral, o elevado conteúdo de antocianinas e compostos fenólicos na jabuticaba, correlaciona-se a alta atividade antioxidante neste fruto, sobrepondo-se a de outros quatorze frutos da família *Myrtaceae* analisados (REYNERTSON *et al.*, 2008; RUFINO *et al.*, 2010). A atividade antioxidante está diretamente relacionada ao teor de compostos fenólicos que estão presentes na jabuticaba (SANTOS *et al.*, 2010).

Também foi realizada a análise de compostos fenólicos individuais presentes no chá mate adicionado de pitanga e jabuticaba (Tabela 5). Em nossa pesquisa optou-se em avaliar apenas alguns dos principais compostos fenólicos. Buscou-se verificar se estes índices gerais eram refletidos por estes compostos principais.

Tabela 6 - Teor de compostos fenólicos individuais em chá mate adicionado de frutas nativas brasileiras (jabuticaba e pitanga)

Formulação	Ác. gálico (mg/L)	Ác. Clorogênico (mg/L)	Delfinidina (mg/L)	Rutina (mg/L)	Mericitina (mg/L)
Controle	83,15 ± 3,36a	1760,70 ± 240,32a	114,88 ± 10,70 ^a	57,78 ± 6,79a	71,14 ± 7,20a
F1	44,46 ± 12,70b	932,16 ± 220,82b	61,94 ± 14,07b	25,03 ± 8,72b	42,29 ± 9,13b
F2	58,84 ± 3,22ab	1217,41 ± 83,19ab	77,50 ± 4,07b	29,79 ± 1,89b	46,21 ± 3,59b
F3C	58,32 ± 12,64b	1123,44 ± 229,18b	68,38 ± 13,08b	34,46 ± 7,29b	44,05 ± 8,81b
F4	60,84 ± 15,54ab	1169,11 ± 281,90b	76,77 ± 21,57b	37,06 ± 8,36b	48,80 ± 9,11b
F5	57,71 ± 10,99b	1141,07 ± 197,64b	76,70 ± 12,62b	33,42 ± 4,89b	46,67 ± 8,61b

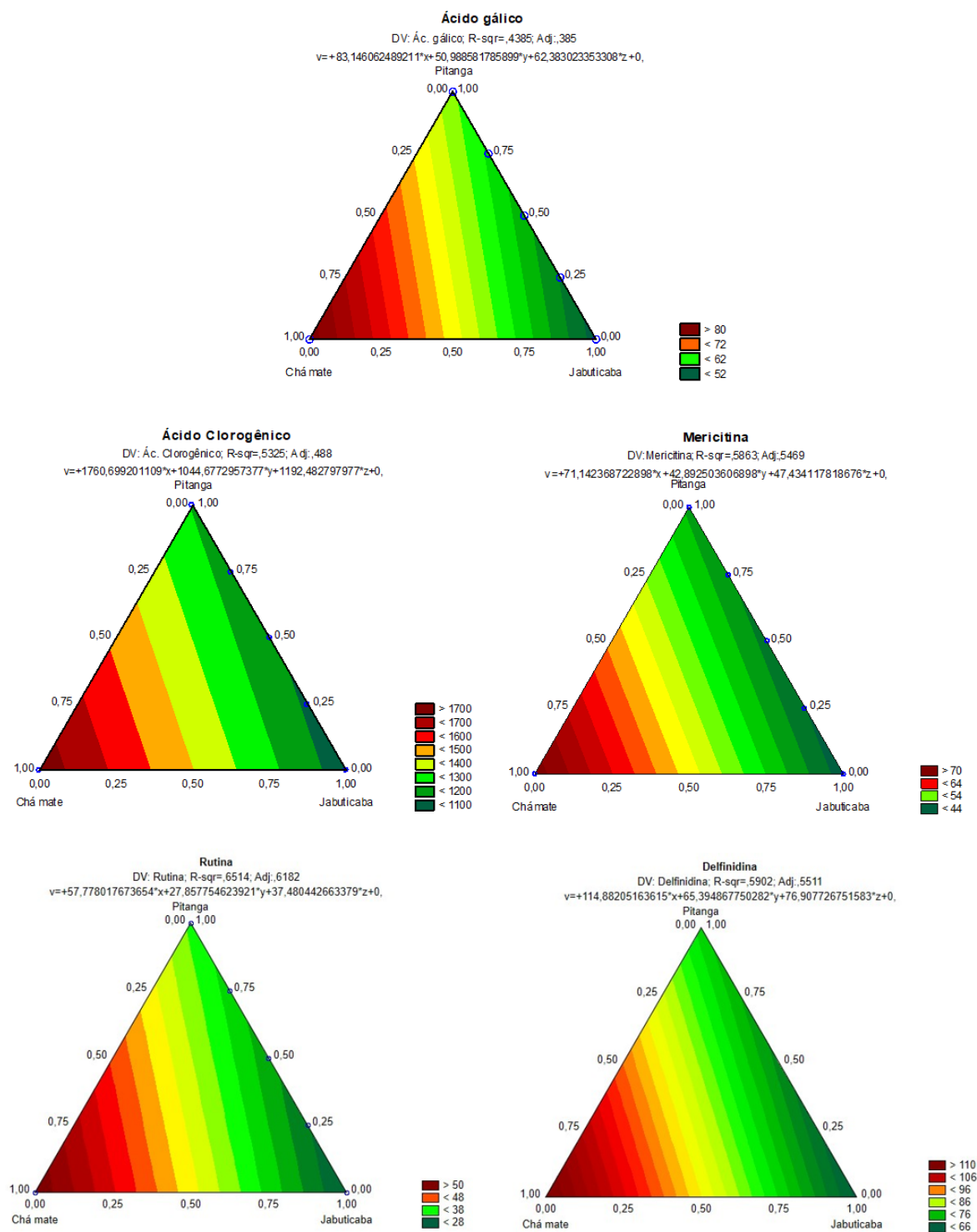
Médias + desvio padrão. Letras minúsculas distintas na mesma coluna indicam diferença segundo Tukey ($p < 0,05$).

O isolamento e a purificação de flavonóides individuais são sempre necessários. Porque a estrutura é desconhecida ou não está disponível no mercado. O material puro também pode ser necessário para atividades de mensuramento, como atividade antioxidante ou anticarcinogênica, e para outros estudos (OLIVEIRA, 2014).

A concentração de ambos os compostos foi maior para o grupo controle ($p < 0,05$), onde a composição da amostra era apenas de chá mate. Esse resultado já era esperado, devido a maior concentração de compostos fenólicos totais já constatada anteriormente para a erva mate.

Quando analisamos os dados de redução destes compostos na mistura das formulações é possível observar que este comportamento tende a ser maior para jabuticaba, mesmo não tendo diferença estatística (Figura 11).

Figura 11 - Diagrama ternário da superfície de resposta do modelo linear para compostos fenólicos individuais (ácido gálico, ácido clorogênico, delphinidina, mericitina, rutina).



Adição de frutas desidratadas de pitanga possuem uma maior concentração de compostos fenólicos individuais que na casca desidratadas de jabuticaba. Esses achados corroboram com o estudo de Prado (2009), que avaliou a composição fenólica e capacidade antioxidante de frutas tropicais, encontrando maiores

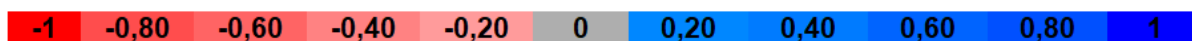
quantidades de compostos fenólicos na pitanga em relação as demais frutas estudadas, além de maior atividade antioxidante, em decorrência da presença destes compostos.

Santos (2018) analisou a quantidade de compostos fenólicos em frutas in natura e farinha de pitanga, identificando maior concentração de compostos fenólicos na farinha, isso em função do processo de secagem, que causa a concentração desses compostos e degradação de outros compostos presentes devido a ação do calor (SCORSATTO *et al.*, 2017).

Lima *et al.* (2002) estudou diferentes seleções de pitanga e encontrou consideráveis concentrações de compostos fenólicos e carotenoides totais, destacando a influência do estágio de maturação da fruta para a presença destes compostos. Ribani (2006), avaliou compostos flavonoides em 11 frutas, encontrando a mericitina em apenas duas, incluindo a pitanga, com uma concentração de 31 a 37 mg/Kg.

12 - Estimativas dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis independentes (chá mate, Jabuticaba, pitanga) e variáveis resposta (compostos bioativos): fenólicos totais, taninos totais e compostos fenólicos individuais (ácido gálico, ácido clorogênico, delphinidina, mericitina e rutina).

	Chá mate	Jabuticaba	Pitanga	Fenólicos totais	Taninos totais	Ác. gálico	Ác. Clorogênico	Delfinidina	Mericitina	Rutina
Chá mate										
Jabuticaba	-0,51									
Pitanga	-0,51	-0,48								
Fenólicos totais	0,84	0,00	-0,86							
Taninos totais	0,88	-0,39	-0,50	0,78						
Ác. gálico	0,62	-0,51	-0,12	0,44	0,53					
Ác. Clorogênico	0,72	-0,48	-0,24	0,57	0,59	0,95				
Delfinidina	0,75	-0,53	-0,24	0,57	0,64	0,84	0,88			
Mericitina	0,76	-0,48	-0,29	0,56	0,67	0,86	0,86	0,90		
Rutina	0,77	-0,60	-0,18	0,51	0,61	0,91	0,91	0,87	0,90	



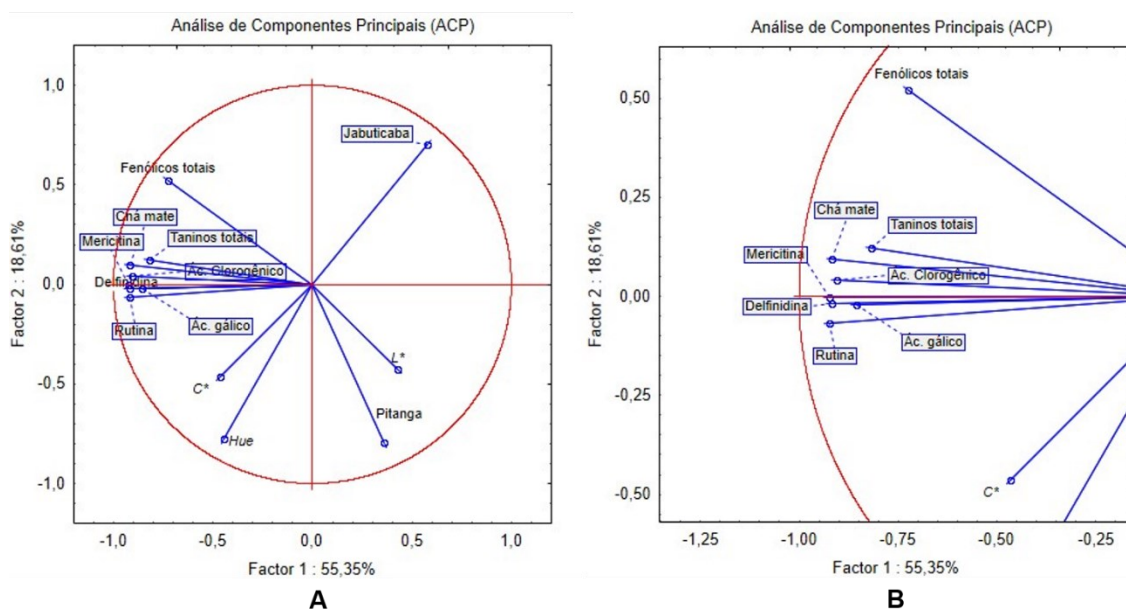
Correlações acima de 0,25 e abaixo de -0,25 são significativamente diferentes de 0 pelo teste t a 5% de significância.

Nesta análise evidenciamos algumas evidências anteriores, onde temos uma correlação altamente positiva dos taninos totais, compostos fenólicos e individuais com a presença de chá mate (Figura 12). Também, podemos observar a correlação positiva dos taninos totais e compostos fenólicos com os fenólicos individuais. A correlação positiva entre os compostos individuais demonstraram a tendência de

presença ou aumento desses de forma conjunta dentro da composição (Seraglio et al., 2018).

A Figura 13 apresenta a Análise de Componentes Principais (ACP), que leva em consideração as formulações de chá mate, pitanga e jabuticaba, contendo as variáveis resposta de compostos fenólicos totais e individuais, taninos totais e cor, incluindo parâmetros como luminosidade (L^*), cromaticidade (C^*) e tonalidade (Hue). Na análise de componentes principais, as formulações localizam-se na mesma região das variáveis que as caracterizam, quando o espaço das formulações e dos atributos é sobreposto (DUTCOSKY, 2013). Os atributos mais distantes de zero explicam mais a variabilidade entre as amostras.

Figura 13 - Análise de componente principal (ACP ou PCA).



O primeiro componente principal F1, mostrou uma variabilidade entre as amostras de 55,35%, enquanto o segundo eixo (F2) explicou 18,61 % desta variabilidade. Essa variabilidade que totaliza 73,96 % é considerada boa para explicar e analisar os resultados.

Esta análise permite evidenciar a forte tendência da maioria dos compostos para o grupo controle, contendo chá mate, que possui maiores concentrações de compostos fenólicos totais, individuais e taninos (Figura 13B). Ainda, os parâmetros de tonalidade (Hue) e cromaticidade (C^*) tiveram tendência a ser influenciadas pelo chá mate. A adição de pitanga e jabuticaba demonstraram influenciar nos parâmetros de coloração, com destaque para luminosidade (L^*), ou seja, há uma mudança de

coloração (Figura 8). Em relação aos compostos fenólicos totais a tendência foi de menor redução com a adição da jabuticaba, enquanto para os compostos fenólicos individuais houve menor redução com adição de pitanga.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infusão de chá mate com adição de frutas de jabuticaba e pitanga desidratadas resultaram no aumento da acidez da bebida e agregaram características, como coloração, acidez e sólidos solúveis.

Os parâmetros analisados sofreram alterações frente as diferentes formulações, cada componente adicionado agregou suas características à bebida. Percebe-se que a jabuticaba teve maior influência sobre os compostos fenólicos totais, enquanto para os compostos fenólicos individuais estudados a pitanga destacou-se mais. Embora a adição das frutas tenha ocasionado a redução dos compostos fenólicos totais e individuais, a bebida final apresenta um grande potencial antioxidante e funcional, devido às características adquiridas de cada um dos componentes.

O coeficiente de Correlação de Pearson revelou correlações altamente positivas dos taninos totais, compostos fenólicos e individuais com a presença de chá mate. Em relação as propriedades de cor, a pitanga e a jabuticaba agregaram com maior luminosidade à bebida, com maior interferência da pitanga. Além disso, a adição da pitanga contribuiu para menor redução da cromaticidade e tonalidade da bebida.

Na análise de componentes principais permite evidenciar que os compostos fenólicos totais, individuais e taninos, tem forte tendência a ser influenciados pelo chá mate.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. DE; SILVA, R. J. N. DA; GONÇALVES, E. M. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jabuticaba. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 1, p. 81–89, 2018.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- APREMAVI. Erva mate. **Uma árvore de tradição – Guia de espécies**. Encontrado em: < <https://apremavi.org.br/erva-mate-uma-arvore-de-tradicao/>> Acesso em 04 abr. 2023.
- ARNOSO, B. J. DE M.; DA COSTA, G. F.; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 18, n. 1, p. 39–48, 4 ago. 2019.
- BALASUNDRAM, N.; SUDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, Oxford, v. 99, p. 191-203, 2006.
- BALDISSERA, A. C. et al. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Ciências de Alimentos**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, Dezembro 2011.
- BAPTISTA, I. D. C. et al. Conhecimento da comunidade universitária em relação aos alimentos funcionais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 15-21, Junho 2013.
- BARG, M. *et al.* Evaluation of the protective effect of *Ilex paraguariensis* and *Camellia sinensis* extracts on the prevention of oxidative damage caused by ultraviolet radiation. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 37, n. 1, p. 195–201, jan. 2014.
- BASTOS, D. H. M.; TORRES, E. A. F. S. Bebidas à base de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) e saúde pública. **Nutrire: Revista da sociedade brasileira de alimentos**, V. 26, P. 77-89, 2003.
- BHATTACHARYA, A.; SOOD, P.; CITOVSKY, V. O papel dos compostos fenólicos das plantas na defesa e comunicação durante a infecção por *Agrobacterium* e *Rhizobium*. **Molecular Plant Pathology**, v. 11, n. 5, p. 705-719, Agosto 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **ANVISA**. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde: alegações de propriedade funcional aprovadas. Encontrado em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br>>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- BRASIL. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução no 18, de 30 de abril de 1999**. Diário Oficial da União Poder Executivo 3-6 (1999).

BOAVENTURA, B. C. B. *et al.* Association of mate tea (*Ilex paraguariensis*) intake and dietary intervention and effects on oxidative stress biomarkers of dyslipidemic subjects. **Nutrition**, v. 28, n. 6, p. 657–664, jun. 2012.

BOHN, T.; WALCZYK, T. Determination of chlorophyll in plant samples by liquid chromatography using zinc-phthalocyanine as an internal standard. **Journal of Chromatography A**. v. 1024, p. 123-128, 2004.

BONFATTI JÚNIOR, E. A.; LENGOWSKI, E. C.; LUDKA JÚNIOR, A. MAPEAMENTO DO PROCESSO PRODUTIVO DE ERVA-MATE. **Revista Internacional de Ciências**, v. 8, n. 1, p. 82–98, 21 jun. 2018.

BORDIGNON JR, C. L; FRANCESCOTTO, V.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E.; REGINATTO, F. H. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 183-188, mar. 2009.

BORGES, K. C. **Pitanga (*Eugenia uniflora*) desidratada por atomização e liofilização: características físico-químicas, compostos bioativos efeito sobre a longevidade, estresse oxidativo e neurotoxicidade induzida em modelos in vivo *Caenorhabditis elegans***. 2015. 233 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, 2015.

BRACESCO, N. *et al.* **Recent advances on *Ilex paraguariensis* research: Minireview**. **Journal of Ethnopharmacology**, 14 jul. 2011.

BAGETTI, M. **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora* L.)**. 2019. 69 p. Tese (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2019.

BRAVO; L., GOYA, L., LECUMBERRI, E., 2007. LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, *St. Hil.*) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. **Food Res. Int.** v. 40, 393-405, 2007.

BURIN, V.M.; FALCÃO, L.D.; GONZAGA, L.V.; FETT, R.; ROSIER, J.P.; LUIZ, M.T.B. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1027-1032, 2010.

CABALLERO, B.; FINGLAS, P.; TOLDRÁ, F. **Encyclopedia of Food and Health**. Oxford: Academic Press, 2015.

CAMPOS, B. K. DE *et al.* Avaliação da labilidade de alumínio em infusões de erva-mate empregando voltametria adsorviva de redissolução catódica. **Química Nova**, v. 37, n. 9, p. 1479–1486, 2014.

CAVANHOLI, M. G. **Caracterização de hidromel elaborado com diferentes extratos aquosos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.)**. 2020. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. 208p.

COELHO, B. M.; GERALDI, M. V.; JUNIOR, M. R. M. Utilização de jabuticaba no desenvolvimento de novos produtos funcionais: revisão sistemática. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 12, n. 2, p. 38-60, jun. 2021.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro-Região Sul**. Brasília: MMA, 2011.

COSTA.D.J. et al. Elaboração e Caracterização de cookie com adição de farinha do mesocarpo do fruto do Marizeiro (*Geoffroea spinosa*). **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 5 , p. 36 - 39, dez, 2014.

DA SILVEIRA, T. F. F. et al. Optimization of the Preparation Conditions of Yerba Mate tea Beverage to Maximize Chlorogenic Acids Extraction. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, n. 2, p. 219–223, jun. 2017.

DE MEJÍA, E. G. et al. Yerba mate tea (*Ilex paraguariensis*): Phenolics, antioxidant capacity and in vitro inhibition of colon cancer cell proliferation. **Journal of Functional Foods**, v. 2, n. 1, p. 23–34, jan. 2010.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. Chá no Brasil: Perspectivas e oportunidades. Encontrado em: < <https://www.euromonitor.com/tea-in-brazil/report#>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

EVERETTE, J. D. et al. Thorough study of reactivity of various compound classes toward the folin-Ciocalteu reagent. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 14, p. 8139–8144, 28 jul. 2010.

FAGUNDES, A. et al. *Ilex paraguariensis*: compostos bioativos e propriedades nutricionais na saúde. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 9, n. 53, p. 213-222, 2015.

FARAH, A.; DONANGELO, C. M. Phenolic compounds in coffee. **Braz. J. Plant Physiol**, v. 18, n. 1, p. 23-36, Março 2006.

FETTER, M. da R.; CORBELINI, D. D.; VIZZOTTO, M.; GONZALEZ, T. N. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) em diferentes estádios de maturação**. In: Congresso de iniciação científica, 18.; Encontro de pós graduação, 11., Mostra Científica, 1., 2009, Pelotas. Anais... Pelotas: UFPel, 2009.

FREITAS, G. B. DE et al. Erva-mate, muito mais que uma tradição, um verdadeiro potencial terapêutico. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 8, n. 3, p. 101–113, 2011.

GU, H. F. et al. Structural features and antioxidant activity of tannin from persimmon pulp. **Food Research International**, v. 41, n. 2, p. 208–217, 2008.

FRANCO.L.H.E. **Desenvolvimento de browie funcional sem glúten e sem lactose**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre 2017.

FERREIRA, M.N. *et al.* Caracterização física e química de polpa de jabuticaba. **Revista Agrotecnologia, Ipameri**, v.9, n.1, p.81-87, 2018.

HEINRICH, R.; MALAVOLTA, E. COMPOSIÇÃO MINERAL DO PRODUTO COMERCIAL DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). n. 5, p. 781–785, 2001.

HUTCHINGS, J. B. Color Measurements. **Encyclopedia of Analytical Science**, p. 198-208, 2005.

IBGE. **Produção de Erva-mate (cultivo)**. Censo Agropecuário, 2021. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/erva-mate-cultivo/br> Acesso em: 10 out. 2022.

IGLESIAS, MJ. Presente y futuro de los alimentos funcionales. In: Inglesias MJ; Alejandro AP (Coord.). Alimentos saludables y de diseño específico. Alimentos funcionales. Madrid: Ed. IM&C, p. 29-44, 2010.

JUNIOR, A. M. **Análise do pré-processamento da erva-mate para chimarrão**. Tese de doutorado—Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005.

JÚNIOR, A. W.; CALMON, L. L.; CITADIN, I. **Frutas Nativas - aprendendo com diversidade**. Dois Vizinhos: UTFPR, 2020.

JÚNIOR, J. F. S.; SOUZA, F. V. D.; PÁDUA, J. G. Frutas Nativas – Tesouro da biodiversidade brasileira. In: **A arca de Noé das frutas nativas brasileiras**. Brasília: Embrapa, 2021.

KHODDAMI, A.; WILKES, M. A.; ROBERTS, T. H. Techniques for Analysis of Plant Phenolic Compounds. **Molecules**, Sydney, v. 18, n. 2, p. 2328-2375, Fevereiro 2013.

KRESTA, D. A.; ACOSTA, G. S.; LIMA, C. P. Avaliação de compostos fenólicos em amostras de erva-mate (*Ilex paraguariensis* st. Hil). **Anais do Evinci – Unibrasil**. v. 5, n. 1, p. 353, 2019.

KOOP, B. L. **Desenvolvimento de bebida tipo *Bubble Tea*, a base de chá mate com polpa de fruta nativa adicionada de esferas de néctar da mesma fruta**. 2014. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do Sul, 2014.

LANÇANOVA, D. **Elaboração de uma nova bebida à base de chá mate e néctar de jabuticaba, adicionada de néctar esferificado**. 2014. 70 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira do Sul, Laranjeiras do Sul, 2014.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LI, H. *et al.* Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 454–460, 15 jan. 2009.

LI, A.-N. et al. Resources and Biological Activities of Natural Polyphenols. **Nutrients**, Guangzhou v. 6, n. 12, p. 6020-6047, Dezembro 2014.

LIMA, V. L. A. G; MÉLO, E. A.; LIMA, D. E. S. Fenólicos e carotenoides totais em pitanga. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 3, p. 447-450, 2002.

LÓPEZ O.P.; JIMÉNEZ A.R.; VARGAS F.D. *et al.* Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, v.40, n.3, p.173-289, 2000.

LUCENA, E. M. P.; ALVES, R. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; MORAES LUZ, E.W.; BRITO, E. S. Biodiversidade das Myrtaceae Brasileiras Adaptadas à Flórida, EUA. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 2, p. 327-340, 2014.

MADRUGA, F. B.; ARANHA, B. C.; FUNCK, G. D.; FIORENTINI, A. M.; CHAVES, F. C. Compostos bioativos e atividade antioxidante em iogurte com polpa de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas**, XXIV., 2015, Pelotas.

MARTINS, R. S.; COSTA, E. S.; DLUGOKENSKI, L.; SILVA, J. S.; PINTO, V. Z. Desenvolvimento de balas de gelatina com chá mate tostado. **7º Simpósio de Segurança Alimentar**, Laranjeiras do Sul, 2020.

MATEOS, R. *et al.* Improved LC-MSn characterization of hydroxycinnamic acid derivatives and flavonols in different commercial mate (*Ilex paraguariensis*) brands. Quantification of polyphenols, methylxanthines, and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 241, p. 232–241, 2018.

MAZZA, G. Bioactivity, absorption and metabolism of anthocyanins. **Anais do Proc. 1st IS on Hum. Health Effects of F & V**. Ed.: Y. Desjardins, Acta Horticultural, 2007, 744 p.

MEDIC, A.; SMRKE, T.; HUDINA, M.; VEBERIC, R.; ZAMLJEN, T. HPLC-Mass spectrometry analysis of phenolics comparing traditional bilberry and blueberry liqueurs. **Food Research International**, v. 173, n. 2, p. 1-8, 2023.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 109-122, Novembro 2006. ISSN 1808-0804.

MORAWICKI, R. O.; SCHMALKO, M. E.; KANZIG, R. G. Chlorophyll stability in yerba mate leaves in controlled atmospheres. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, n. 1, p. 85-80, 1999.

MUNHOZ, P.C.; PEREIRA, E.S.; 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, 6., 2014, Pelotas. **Resumos e palestras..** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, v.1, p.134-134, 2014.

NASCIMENTO, A. A. **Elaboração de bebida fermentada de erva mate (*Ilex paraguariensis*)**. 2013. 47 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

NOGUEIRA, R. C.; PEREIRA, J. R. **Prognóstico Agropecuário: Erva-mate**. v. 13, n. 39, 2021.

OHTAKI, V. M. **Potencial de aplicação da erva mate ultra refinada em produtos alimentícios**. 2019. 68 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

OLIVEIRA, Adilson Assis de *et al.*. Teor de compostos fenólicos totais de diferentes formulações de chás prontos para consumo.. In: **Anais do Congresso Nacional de Alimentos e Nutrição**. Anais...Ouro Preto (MG) Centro de Artes e Convenções da UFOP, 2019.

OLIVEIRA, E. P. DE *et al.* O consumo agudo de erva mate aumenta o gasto energético de homens jovens saudáveis: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 10, n. 59, p. 242–249, 2016.

OLIVEIRA, K. A. R. *et al.* Nutrição nos ciclos da vida - Pesquisas e avanços. Editora: Agron Food Academy. **Congresso Internacional em Ciências da Nutrição**, v. 1, p. 14, 2022.

OLIVEIRA, D.S. Nova metodologia para extração de compostos fenólicos de vinho tinto e avaliação da estabilidade dos extratos obtidos. Universidade Federal de Viçosa. **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Minas Gerais, 2014.

ONCAG, G.; TUNCER, A. V.; TOSUN, Y. S. Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel. **Angle Orthod**, Appleton, v. 75, n. 2, p. 243-249, mar. 2005.

PEIXOTO, A. L.; LUZ, J. R. P.; BRITO, M. A. **Conhecendo a biodiversidade**. Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 196 p., 2016.

PROZYN. Maior saudabilidade, produtividade e qualidade na produção de bebidas. Em: INSUMOS (Ed.). **Transformando o melhor da natureza em excelência nutricional e multissensorial**. 163. ed. [s.l: s.n.]. p. 57–59., 2019.

RANGEL, C. N. *et al.* Considerações sobre a Relação entre o Consumo de Bebidas muito Quentes e Câncer: Café e Chá-Mate em Foco. **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 62, n. 2, p. 155–158, 2016.

REYNERTSON, K.A.; YANG, H.; JIANG, B. BASILE, M. J.; KENNELLY, M. E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v.109, p. 883-890, 2008.

RESMIM, C.M. et al. **Avaliação físico-química de sucos de uva provenientes do rio grande do sul**. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI Santiago, Santiago, RS, 2019.

RIBANI, R. O. **Compostos fenólicos em erva-mate e frutas**. 37 p. Dissertação de Mestrado (Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2006.

RUFINO, M.S.M; ALVES, R.E; BRITO, E.S; JIMÉNEZ, J.P; CALIXTO, F.S; MANCINIFILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, vol. 121, p. 996-1002, 2010.

SALGADO, J. M.; ALMEIDA, M. A. D. **Mercado de alimentos funcionais: desafios e tendências**. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF). 2, 2009.

SANTOS, K. A. **Estabilidade da erva-mate (*Ilex Paraguariensis* st. Hill.) em embalagens plásticas**. 127 p. Dissertação de Mestrado (Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

SANTOS, D.T; VEGGI, P.C; MEIRELES, M.A.A. Extratition of antioxidant compounds from Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins: yield, composition and economical evaluation. **Journal of Food Engineering**, v. 101, n. 1, p. 23-31, 2010.

SANTOS, K. A. dos S. FREITAS, R. J. S. de. RAPACCI, M. WINTER, C. M, G. Polifenóis em chá de erva-mate. **Nutrição Brasil**. p. 47-50, fev. 2004.

SANTOS, A. F. DOS; SILVA, S. DE M.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, M. S. DA; ALVES, R. E; ALMEIDA, H. Alterações fisiológicas durante a maturação de pitanga (*Eugenia Uniflora* L) dos tipos vermelhos e roxo. **Anais dos 48th Annual meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Tegucigalpa, Honduras, 2006.

SANTOS, R. F. **Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo cookies**. 89 p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018).

SAQUETI, H. F. et al. Enriquecimento funcional de carnes e produtos cárneos. Encontro Internacional de Produção Científica – XI EPCC, 2019.

SCALBERT, A.; JOHNSON, I. T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. **Am J Clin Nutr**, v. 81, n. 1, p. 215-217, Janeiro 2005.

SILVA, E. L. DA, NEIVA, T. J. C., SHIRAI, M., TERAQ, J., ABDALLA, D. S. P. Acute ingestion of yerba mate infusion (*Ilex paraguariensis*) inhibits plasma and lipoprotein oxidation. **Food Research International**, v. 41, 973-979, 2008.

SILVA, A. N. C. et al. **Alimentos Contendo Ingredientes Funcionais em sua Formulação: Revisão de Artigos Publicados em Revistas Brasileiras**. Revista Conexão Ciência I, Franca, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 133-144, 2016.

SILVA, J. L. V. **Acidez e viscosidade como requisitos de qualidade em bebidas lácteas fermentadas**. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2016.

STEFFEN, G. P. K.; MALDANER, J.; BOENI, M.; CONTERATO, I. F.; STEFFEN, R. B.; MISSIO, E. L. **Cartilha Sabores e Saberes: Conhecendo e valorizando as frutas nativas do estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Caxias, 2022.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. **Componentes funcionais nos alimentos**. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SCHREINER, C. T. **Importância das Frutíferas Nativas para Famílias Agricultoras na Cantuquiriguaçu**. Paraná, Laranjeiras Do Sul, 2016.

TEIXEIRA, L. V. Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 64, n. 366, p. 1-14, 2009.

TORREZAN, R. Tecnologia de Alimentos - Frutas. **Embrapa**, Dezembro 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/frutas>>. Acesso em: 15 Agosto 2023.

VALDUGA, A. T. *et al.* **Chemistry, pharmacology and new trends in traditional functional and medicinal beverages**. *Food Research International*: Elsevier, 2019.

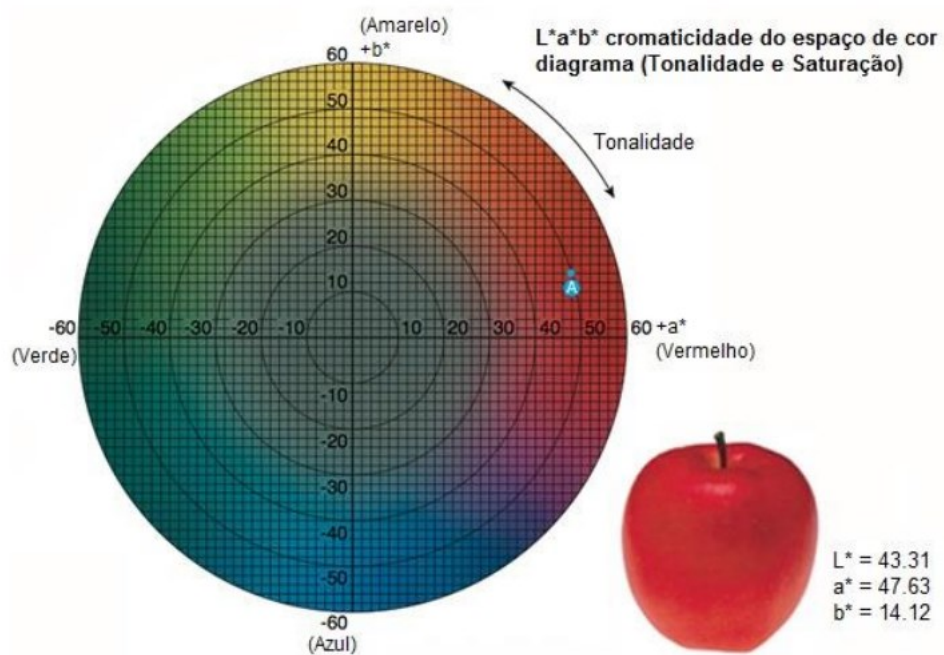
VERMA, A. K., RAJKUMAR, V., BANERJEE, R., BISWAS, S., & DAS, A. K. Guava (*Psidium guajava L.*) powder as an antioxidant dietary fibre in sheep meat nuggets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 26, n. 6, p. 886, 2013.

VIANI, R. A. G., RODRIGUES, R. R. Árvores frutíferas nativas do Brasil. *Revista Plantas, Flores Jardins*, 50–57, 2005.

ZOU, K. H.; TUNCALI, K.; SILVERMAN, S. G. Correlation and simple linear regression. *Radiology*, v. 227, n. 3, p. 617-622, 2003.

ANEXO I

Sistema CIELab de cor



FONTE: Konica Minolta (2019)