

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DE RIO DE JANEIRO

Manuela de Almeida Samary da Silva

**GELEIAS DE TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) PARA FINS
ESPECIAIS: PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS**

TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) JAMS FOR SPECIAL PURPOSES:
NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES

Rio de Janeiro

2023

Manuela de Almeida Samary da Silva

**GELEIAS DE TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) PARA FINS
ESPECIAIS: PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS**

TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) JAMS FOR SPECIAL PURPOSES:
NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Dra. Juliana Côrtes Nunes da Fonseca

Rio de Janeiro

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

d586 de Almeida Samary da Silva, Manuela
GELEIAS DE TAMARILLO (SOLANUM BETACEUM CAV.)
PARA FINS ESPECIAIS: PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E
SENSORIAIS / Manuela de Almeida Samary da Silva. --
Rio de Janeiro, 2023.
101

Orientadora: Juliana Cortes Nunes da Fonseca.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Alimentos e Nutrição, 2023.

1. Ciência dos Alimentos. 2. Tecnologia de
Alimentos. 3. Química analítica. 4. Ciências
Sensoriais. 5. Rotulagem. I. Cortes Nunes da
Fonseca, Juliana, orient. II. Título.

Manuela de Almeida Samary da Silva

**GELEIAS DE TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) PARA FINS
ESPECIAIS: PROPRIEDADES NUTRICIONAIS E SENSORIAIS**

TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) JAMS FOR SPECIAL PURPOSES:
NUTRITIONAL AND SENSORY PROPERTIES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadora: Dra. Juliana Côrtes Nunes da Fonseca

Aprovada em: 01 / 09 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Dra. Juliana Côrtes Nunes da Fonseca
Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
Presidente

Dr. Rafael Silva Cadena
Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição – PPGAN
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
Membro interno ao PPGAN

Dra. Nathália Moura Nunes
Instituto de Nutrição – INU
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Membro externo ao PPGAN



Ata_Defesa_Dissertac_ão_N85_Manuela Samary

Data e Hora de Criação: 04/09/2023 às 07:36:48

Documentos que originaram esse envelope:

- Ata_Defesa_Dissertac_ão_N85_Manuela Samary.pdf (Arquivo PDF) - 1 página(s)



Hashs únicas referente à esse envelope de documentos

[SHA256]: 91b81b72b1766eec20407cf580de9157c98de4ef5c2592275c7369765fb84f1

[SHA512]: 77de33d235a48f10cae4aad74e2221fd1861e125d8f5af14b390c454b08e33b0db5710250f13a1139663eaf7340d071a48d4f74ads1159c2dedc507671e32f60

Lista de assinaturas solicitadas e associadas à esse envelope



ASSINADO - Juliana Cortes Nunes Da Fonseca (juliana.fonseca@unirio.br)

Data/Hora: 04/09/2023 - 07:40:02, IP: 186.205.18.14

[SHA256]: 052cef76d79c37146a8342a9e5097099f1b34a1bcd305a0811ea8b3ca5ee2ec

Juliana Cortes Nunes da Fonseca



ASSINADO - Manuela Samary (manuela.samary@gmail.com)

Data/Hora: 04/09/2023 - 08:08:30, IP: 186.104.83.3, Geolocalização: [-33.579468, -70.579723]

[SHA256]: b1efac050b32d942896055cef1ac7d4499b29ade8506928434f3413f91c24713



ASSINADO - Nathalia Moura Nunes (moura.nunes.n@gmail.com)

Data/Hora: 04/09/2023 - 13:04:11, IP: 177.142.25.134, Geolocalização: [-22.988336, -43.358418]

[SHA256]: de590aaf83db4769f5804debc7922437ac559b5102085a36b066a1853461f



ASSINADO - Rafael Cadena (rafael.cadena@unirio.br)

Data/Hora: 04/09/2023 - 12:34:29, IP: 191.57.12.31, Geolocalização: [-22.920285, -43.092591]

[SHA256]: f6d3b14e1f654b49814329685b9a2fe5d365585b5b3e3c4bb5a6f9d8816ab645

Rafael Cadena

Histórico de eventos registrados neste envelope

04/09/2023 13:04:11 - Envelope finalizado por moura.nunes.n@gmail.com, IP 177.142.25.134

04/09/2023 13:04:11 - Assinatura realizada por moura.nunes.n@gmail.com, IP 177.142.25.134

04/09/2023 13:03:59 - Envelope visualizado por moura.nunes.n@gmail.com, IP 177.142.25.134

04/09/2023 12:34:29 - Assinatura realizada por rafael.cadena@unirio.br, IP 191.57.12.31

04/09/2023 12:34:01 - Envelope visualizado por rafael.cadena@unirio.br, IP 191.57.12.31

04/09/2023 08:08:30 - Assinatura realizada por manuela.samary@gmail.com, IP 186.104.83.3

04/09/2023 07:40:02 - Assinatura realizada por juliana.fonseca@unirio.br, IP 186.205.18.14

04/09/2023 07:39:55 - Envelope visualizado por juliana.fonseca@unirio.br, IP 186.205.18.14

04/09/2023 07:39:42 - Envelope registrado na Blockchain por juliana.fonseca@unirio.br, IP 186.205.18.14

04/09/2023 07:39:41 - Envelope encaminhado para assinaturas por juliana.fonseca@unirio.br, IP 186.205.18.14

04/09/2023 07:36:48 - Envelope criado por juliana.fonseca@unirio.br, IP 186.205.18.14



Documento em conformidade com o padrão de assinatura digital ICP-Brasil e
validado de acordo com o Instituto Nacional de Tecnologia da Informação

Os registros de assinatura presentes nesse documento pertencem única e exclusivamente a esse envelope.
Documento final gerado e certificado por Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro



Às minhas avós, Bárbara e Maria, e aos meus avôs, Oswaldo e Silvio – pois não há estrutura sem base.

AGRADECIMENTOS

A Gratidão é uma das mais belas expressões do Amor. Ela dilata o coração através da certeza de que é possível aprender sob qualquer circunstância. Toda e qualquer experiência vivida pode ser uma oportunidade de nos aproximar da Santidade. Às pessoas que me ensinam a ser melhor, estendo os meus agradecimentos.

À minha orientadora, Juliana Nunes, minha inspiração e a quem nutro imensa admiração e respeito. Gratidão pela confiança depositada em mim e pelos ensinamentos que impactam integralmente a minha vida.

Ao meu esposo, Gonzalo Miño, meu grande incentivador. Gratidão por acreditar em mim antes mesmo que eu compreendesse o tamanho do meu talento e me mostrar que eu sou capaz de sustentar a minha potência.

À minha mãe e ao meu pai, Valéria de Almeida e Claudio Samary. Gratidão pela educação e formação que vocês me proporcionaram desde os primeiros dias da minha vida – esses são os maiores e melhores bens que eu poderia adquirir.

Às minhas parceiras, Andressa Chagas, Isabelle Castro e Luciana Silva, amigas queridas a quem me conectei para muito além do trabalho. Gratidão pelo companheirismo e amizade.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da UNIRIO. Gratidão pela formação entregue com tanto entusiasmo e dedicação.

Ao corpo técnico do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição da UNIRIO. Gratidão por todo suporte concedido às pesquisas, sempre repleto de cuidado, dedicação e respeito.

E o que é trabalhar com amor?

É tecer uma roupa com os fios do coração,
como se aqueles que amam fossem vesti-la.

É construir uma casa com afeto, como se
aqueles que amam fossem morar sob esse teto.

É plantar sementes com ternura e colher com
alegria, como se aqueles que amam fossem
comer desse fruto.

É preencher tudo o que criarem com o sopro
de seu próprio espírito, e saber que todos os que
já se foram os observam neste momento.

– “O profeta”, Khalil Gibran

RESUMO

O tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) é um fruto versátil, agridoce, suculento e visualmente atrativo. No Brasil, é considerado uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC), entretanto seu cultivo cresce através da agricultura familiar nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia. As novas regras de rotulagem nutricional promulgadas em território nacional associadas as recentes evidências da Organização Mundial da Saúde encorajam a produção de alimentos com teores reduzidos em açúcar utilizando edulcorantes naturais, como os polióis. Com intuito de incentivar o consumo do tamarillo através do desenvolvimento de produtos inovadores alinhados com as diretrizes atuais, o objetivo deste trabalho foi elaborar e analisar geleias de tamarillo para fins especiais quanto às suas propriedades nutricionais e sensoriais. Para isso foram investigados a composição proximal e em fenólicos da polpa de tamarillo; a composição físico-química e nutricional das geleias de tamarillo para fins especiais; a aceitação, a intenção de comprar e os aspectos de preferência das geleias de tamarillo para fins especiais; e os consumidores das geleias de tamarillo para fins especiais através da sua segmentação. Quatro geleias de tamarillo foram elaboradas utilizando 50 % de polpa de tamarillo. Açúcar, xilitol e eritritol foram utilizados em diferentes proporções. A polpa de tamarillo apresentou alto teor de umidade e de acidez, além de demonstrar alta capacidade antioxidante quando avaliada pelos ensaios de FT, FRAP e TEAC. Ácidos hidroxicinâmicos e antocianinas foram identificados por HPLC-DAD-MS. Perlargonidina-3-*O*-glicosídeo e o ácido feruloilglicosídeo foram os compostos fenólicos mais abundantes quantificados na polpa. Dados justificam como a polpa de tamarillo é uma matéria prima de destaque para o desenvolvimento de novos produtos inovadores. A substituição do açúcar por edulcorantes diminuiu as calorias, o açúcar total e os açúcares adicionados em todas as geleias de tamarillo para fins especiais, impactando no custo de produção. Todas as geleias de tamarillo para fins especiais apresentaram aceitação e intenção de compra positivas. A geleia de tamarillo com xilitol apresentou notas semelhantes à geleia com açúcar, e maiores em relação à geleia com xilitol e eritritol, sendo uma opção frente a necessidade de um produto isento de açúcar. Palavras/termos relacionadas a *sabor* e *textura* foram as mais associadas pelos consumidores quando questionados sobre os aspectos que mais gostaram e mais desgostaram em todas as geleias. Foi possível observar que diferentes indicadores sociodemográficos e de comportamento de consumo podem interferir na aceitação e intenção de compra das geleias. O trabalho fornece dados para futuras investigações de descrição sensorial e bioatividade das geleias de tamarillo para fins especiais.

Palavras-chave: Compostos fenólicos. Análise sensorial. Composição proximal.

ABSTRACT

Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) is a versatile, bittersweet, juicy, and visually attractive fruit. In Brazil, it is considered a Non-Conventional Food Plant (PANC); however, its cultivation grows through family farming in Minas Gerais, São Paulo, and Bahia. The new nutritional labeling rules promulgated in the national territory, associated with recent evidence from the World Health Organization, encourage the production of low-sugar foods using natural sweeteners, such as polyols. To support tamarillo consumption through innovative product development given the current guidelines, this work aimed to prepare and analyze tamarillo jams for special purposes according to their nutritional and sensory properties. For this purpose, were investigated the proximal and phenolic composition of tamarillo pulp; the physical-chemical and nutritional composition of tamarillo jam for special purposes; acceptance, intent to purchase, and preference aspects of special purpose tamarillo jams; and consumers of tamarillo jams for special purposes through their segmentation. Four tamarillo jams were made using 50 % tamarillo pulp. Sugar, xylitol, and erythritol were used in different proportions. Tamarillo pulp had high moisture and acidity content and showed high antioxidant capacity evaluated by TPC, FRAP, and TEAC assays. Hydroxycinnamic acids and anthocyanins were identified by HPLC-DAD-MS. Perlargonidin-3-*O*-glycoside and feruloylglucoside were the most abundant phenolic compounds quantified in the pulp. Data justify how tamarillo pulp is an outstanding raw material for innovative product development. Three formulations of tamarillo jams were analyzed. The substitution with sweeteners reduced calories, total sugar, and added sugars in all tamarillo jams for special purposes, such as impacting production costs. All tamarillo jams for special purposes showed positive acceptance and purchase intention. The tamarillo jam with xylitol had similar ratings compared to the tamarillo jam with sugar and higher scores compared to the tamarillo jam with xylitol and erythritol, showing off as an option as a sugar-free product. Words and terms related to *taste* and *texture* were most associated by consumers when asked about what they liked the most and disliked the most in all jams. It was possible to observe that different consumption behaviors would influence acceptance and purchase intention. The study provides data for future investigations on sensory description analysis and the bioactivity of tamarillo jams for special purposes.

Keywords: Phenolic compounds. Sensory analysis. Proximal composition.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
CAPÍTULO I – ESTADO DA ARTE	16
1. O TAMARILLO	17
1.1. ASPECTOS BOTÂNICOS E AGRONÔMICOS DO TAMARILLO	17
1.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO TAMARILLO E EFEITOS BENÉFICOS À SAÚDE	19
1.3. POTENCIAIS APLICAÇÕES DO TAMARILLO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	23
2. OS ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS	26
2.1. O FENÔMENO DE TRANSIÇÃO NUTRICIONAL	26
2.2. ROTULAGEM E CONSUMO DOS ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS.....	29
3. A GELEIA	32
3.1. A TECNOLOGIA DA GELEIA.....	32
3.2. A TECNOLOGIA DA GELEIA PARA FINS ESPECIAIS	34
3.3. ROTULAGEM DE GELEIAS	37
4. O PAPEL DA ANÁLISE SENSORIAL NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	39
4.1. O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	39
4.2. TESTES AFETIVOS E ESTUDO DO CONSUMIDOR.....	40
CAPÍTULO II – TAMARILLO (<i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) PULP AND JAMS FOR SPECIAL PURPOSES: NUTRITIONAL AND PHENOLIC CHARACTERIZATION	41
CAPÍTULO III – TAMARILLO (<i>SOLANUM BETACEUM</i> CAV.) LOW-CALORIE JAMS: A SENSORY STUDY WITH CONSUMERS	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICES	95

INTRODUÇÃO

O tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) é um fruto suculento e versátil, o qual pode ser consumido em preparações doces ou salgadas devido ao seu sabor agridoce. Sua pele e polpa podem ocorrer nas cores amarela, vermelha e roxa, se destacando como um alimento visualmente atrativo (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019). Se trata de uma fruta andina de origem exata desconhecida, entretanto cultivares silvestres na Bolívia, Chile, Equador, Peru e Brasil são encontrados (DIEP; RUSH; YOO, 2020; MORTON, 1982; PROHENS; NUEZ, 2001). Por ser uma fruta naturalizada, em território nacional é considerado uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) onde está presente em jardins e quintais de casas em diferentes Estados. Além disso, em Minas Gerais, São Paulo e Bahia seu cultivo já ocorre em pequena escala através da agricultura familiar (EPAMIG, 2020; INSTITUTO KAIRÓS, 2017).

Fonte de compostos bioativos, como vitaminas, minerais, fibras, carotenoides e compostos fenólicos (WANG; ZHU, 2020), o tamarillo possui alta atividade antioxidante (ABDUL MUTALIB et al., 2017; ACOSTA-QUEZADA et al., 2015; ESPIN et al., 2016; HURTADO et al., 2009; KOU et al., 2009; ORDÓÑEZ et al., 2010) e tem sido associado na literatura com efeitos anti-inflamatório e antinociceptivo (DO NASCIMENTO et al., 2013, 2015), antiobesidade (ABDUL KADIR; RAHMAT; JAAFAR, 2015; SALAZAR-LUGO et al., 2016), prebiótico (GANNASIN et al., 2012), além de melhora na disfunção de memória (KENGNE et al., 2019) em estudos *in vitro* e *in vivo*. Tendo em vista suas qualidades sensoriais, sua composição nutricional e os benefícios à saúde que o seu consumo pode ocasionar, o tamarillo é uma matéria prima de destaque para o desenvolvimento de produtos inovadores.

Mesmo que o tamarillo seja consumido principalmente *in natura*, sua polpa congelada, pedaços em calda, sucos, bebidas, molhos e geleias são encontrados no mercado (WANG; ZHU, 2020). Tamarillo em pó (AL MUBARAK et al., 2019; ROHILLA; MAHANTA, 2022; STEPHEN et al., 2022), sorvete (ABDULLAH; ZAINAL; NURMADIAH, 2018; FERNANDINO et al., 2021), biscoito (DAS CHAGAS et al., 2020) e iogurte (PRATAMA et al., 2021; DIEP; YOO; RUSH, 2022) enriquecidos com tamarillo, bebidas (ANGELICA et al., 2021; CASTRO et al., 2022; MEJÍA-BUSTAMANTE et al., 2022; NURAENI; PROVERAWATI; ULFA, 2019; PANGESTU et al., 2021; SYLVI; AZIMA; ANGGINI, 2021), sucos (CHEN et al., 2021) e geleias (BERNERT et al., 2015; CONTRERAS; FIGUEROA; MÁRQUEZ, 2016; GONZALEZ-CUELLO et al., 2018; GUILHERME et al.,

2012) já foram estudados, demonstrando que o tamarillo é uma matriz de interesse para o desenvolvimento de novos produtos por parte tanto do mercado, quanto da academia.

Diante do aumento exponencial da prevalência de diabetes e obesidade, a rotulagem frontal dos produtos alimentícios embalados se destaca como uma estratégia complementar de informação e educação. A rotulagem frontal consiste em uma sinalização clara acerca de altos valores de calorias, de açúcares adicionados e de sódio em produtos que assim o possuem. Uma vez que o consumo excessivo de açúcares, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans e sódio estão relacionados ao aumento da prevalência destas doenças, essa ferramenta permite que o consumidor tenha a oportunidade de fazer melhores escolhas. Ao mesmo tempo, a rotulagem frontal faz com que a indústria busque alternativas para diminuir esses nutrientes críticos nos produtos alimentícios (CROKER et al., 2020; PAHO, 2020).

Na América Latina, Brasil, Equador, Chile, México, Argentina, Colômbia, Uruguai e Peru são os países que regulamentam a rotulagem frontal (CROSBIE et al., 2023). No Brasil, essa demanda entrou em vigor em 2022, por meio da RDC ANVISA nº 429/2020 e da IN ANVISA nº 75/2020, legislação que atualiza as diretrizes sobre rotulagem nutricional de alimentos incluindo a obrigatoriedade da rotulagem frontal (BRASIL, 2020a, 2020b). Nesse contexto, investigações que explorem esse novo regulamento são importantes para atualizar o arcabouço literário sobre o tema.

Alimentos para fins especiais com redução de açúcares são produtos já consolidados no mercado e consumidos diariamente por toda a população mundial (SYLVETSKY et al., 2017). Se espera que a demanda por estes produtos vá continuar a crescer ao redor do mundo, especialmente tendo em vista as mudanças esperadas de rotulagem nutricional de alimentos embalados (SANDROU; ARVANITOYANNIS, 2000; SYLVETSKY; ROTHER, 2016). Para substituir o açúcar nestes produtos alimentícios, a indústria utiliza edulcorantes, aditivos que proporcionam gosto doce e contribuem pouco ou nada para o teor de calorias e de carboidratos ((REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018; SALLI et al., 2019).

O uso dos edulcorantes é controverso. Em recente diretriz, a Organização Mundial da Saúde desaconselhou o uso de edulcorantes para o controle de peso corporal e para a redução do risco de Doenças Crônicas Não Transmissíveis, posto que evidências sugerem que o seu consumo não confere nenhum benefício a longo prazo na redução da gordura corporal em adultos ou crianças, bem como podem ocorrer efeitos indesejáveis a longo prazo. Entretanto, essa diretriz diz respeito aos edulcorantes não nutritivos, como o acesulfame-K, aspartame,

advantame, ciclamatos, neotame, sacarina, sucralose, estévia e seus derivados, não incluindo os edulcorantes nutritivos, como os polióis (WHO, 2023).

Os polióis são análogos estruturais de carboidratos que contém apenas grupos hidroxila como grupo funcional e costumam ser higroscópicos e hidrossolúveis apresentando viscosidade moderada em altas concentrações de água. Eles possuem diversas funções como controlar a viscosidade e textura do alimento, adicionar corpo, reter a umidade, reduzir a atividade de água e controlar a cristalização. Além de todas essas funções, os polióis são geralmente doces e alguns deles não possuem nenhuma caloria, fazendo deles uma excelente alternativa à sacarose em alimentos processados, como as geleias (ZEECE, 2020).

O xilitol e o eritritol são polióis cujas atividades biológicas já foram discutidas na literatura e seu uso na confeitaria é descrito (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018; SALLI et al., 2019). O eritritol é um edulcorante não calórico, com doçura relativa de 0,7, e que tem sido associado a propriedades antioxidantes e protetoras do endotélio (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018). O xilitol é um edulcorante de baixa caloria, com doçura relativa de 1,0 e benefícios muito bem descritos para a saúde bucal. Parece favorecer a absorção de cálcio e vitaminas do complexo B e contribuir para a manutenção da saúde do trato gastrointestinal. Seu consumo é bem tolerado, ainda que o seu consumo excessivo esteja associado a sintomas gastrointestinais (SALLI et al., 2019).

O uso associado de edulcorantes está classicamente relacionado à redução de sabor residual (SANDROU; ARVANITOYANNIS, 2000; SYLVETSKY; ROTHER, 2016). O eritritol é considerado uma excelente alternativa para reduzir o sabor residual, além disso, estudos de sinergia mostraram que o xilitol e o eritritol, quando associados, têm o poder de inibir o crescimento de culturas de *Streptococcus mutans* (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018). Porém, mudanças no dulçor e no amargor ainda podem ser percebidas pelo consumidor quando o açúcar é substituído por edulcorantes, alterando a aceitação do produto alimentício (CADENA et al., 2012; DI MONACO et al., 2018; RIEDEL; BÖHME; ROHM, 2015).

A geleia é uma forma popular e tradicional de conservar as frutas através da adição de açúcar e posterior cocção. A formação do gel, que caracteriza sensorialmente o produto, deve-se à interação entre a pectina, a sacarose e a acidez, derivadas da fruta e o açúcar adicionado (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020). Na indústria, geleias para fins especiais com redução de açúcar são fabricadas e comercializadas, nas quais a substituição do

açúcar por edulcorantes é realizada (BELOVIĆ et al., 2017). Geleias de tamarillo para fins especiais já foram estudadas anteriormente (BERNERT et al., 2015; CONTRERAS; FIGUEROA; MÁRQUEZ, 2016; GONZALEZ-CUELLO et al., 2018), no entanto, formulações com polióis (xilitol e eritritol) são apresentadas pela primeira vez.

Com intuito de incentivar o consumo do tamarillo através do desenvolvimento de produtos inovadores alinhados com as diretrizes vigentes, o objetivo deste trabalho foi elaborar e analisar geleias de tamarillo para fins especiais quanto às suas propriedades nutricionais e sensoriais. Para isso foram investigados a composição proximal e em fenólicos da polpa de tamarillo; a composição físico-química e nutricional das geleias de tamarillo para fins especiais; a aceitação, a intenção de comprar e os aspectos de preferência das geleias de tamarillo para fins especiais; e os consumidores das geleias de tamarillo para fins especiais através da sua segmentação.

Esta Dissertação de Mestrado foi elaborada no formato de artigo científico segundo as Normas para Redação de Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) estabelecidas e aprovadas pelo Colegiado PPGAN em 14 de maio de 2019 e atualizada pelo Colegiado PPGAN em 22 de julho de 2022. Neste sentido, a dissertação está seccionada em três capítulos. O **Capítulo I** conta com um breve estado da arte dos principais pontos desenvolvidos pelos trabalhos de investigação. Nele são discutidos tendo como base literatura científica clássica e atualizada acerca do tamarillo, dos alimentos para fins especiais, das geleias, da rotulagem dos alimentos e das ciências sensoriais. O **Capítulo II** conta com o primeiro artigo científico original intitulado “*Tamarillo (Solanum betaceum Cav.) pulp and jams for special purposes: nutritional and phenolic characterization*” que teve como objetivo investigar a composição nutricional e em fenólicos da polpa de tamarillo e das geleias de tamarillo para fins especiais. O **Capítulo III** conta com o segundo artigo científico original intitulado “*Tamarillo (Solanum betaceum Cav.) low-calorie jams: a sensory study with consumers*” que teve como objetivo examinar a aceitação, intenção de comprar e os aspectos de preferência das geleias de tamarillo para fins especiais, bem como segmentar os seus consumidores segundo suas informações sociodemográfica e de comportamento de consumo.

CAPÍTULO I – ESTADO DA ARTE

1. O TAMARILLO

1.1. ASPECTOS BOTÂNICOS E AGRONÔMICOS DO TAMARILLO

O tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) é o fruto originário da América do Sul, especificamente de regiões Andinas. A origem exata da fruta é desconhecida, entretanto cultivares silvestres na Bolívia, Chile, Equador, Peru e Brasil são encontrados (DIEP; RUSH; YOO, 2022; RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019). Por ser uma fruta naturalizada, em território nacional é considerado uma Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) onde está presente em jardins e quintais de casas em diferentes Estados. Além disso, em Minas Gerais, São Paulo e Bahia seu cultivo já ocorre em pequena escala através da agricultura familiar (EPAMIG, 2020; INSTITUTO KAIRÓS, 2017). No final do século XIX, a fruta foi introduzida globalmente na Oceania (Austrália e Nova Zelândia), Sudeste Asiático (Índia, Malásia, Tailândia, Indonésia e Vietnã), Europa (Itália, Alemanha, Espanha, Portugal, França e Holanda) e África (África do Sul, Uganda e Ruanda) (DIEP; RUSH; YOO, 2020; MORTON, 1982; PROHENS; NUEZ, 2001). A produção do fruto ocorre principalmente na Nova Zelândia, Colômbia, Peru e Equador, Estados Unidos da América (EUA), e Austrália (DIEP; RUSH; YOO, 2022; RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019).

Taxonomicamente, o tamarillo pertence à família Solanaceae e seu nome *Solanum betaceum* (Cav.), entretanto seu nome sofreu mudanças ao decorrer da história. Primeiro chamado de *Solanum betaceum* pelo botânico espanhol Cavanilles. Em seguida, foi transferido para o gênero *Cyphomandra* e nomeado de *Cyphomandra betaceum* (Cav.) por Sendtner. Mais tarde essa modificação foi anulada, retornando a nome original (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019). Além disso, popularmente, o tamarillo possui diversos nomes, podendo ser chamado de tomate de árvore, tomate francês, chilto, tomatão, berinjela holandesa, entre outros (WANG; ZHU, 2020).

O “tamarilleiro”, árvore de tamarillo, começa a frutificar depois de 2 anos do plantio, podendo ser produtiva até 12 anos, com uma capacidade de produção de 2.030 Kg de frutos por ano. Solos permeáveis, profundos, com bom conteúdo de matéria orgânica, e que não apresentem alto conteúdo de barro ou areia são ideias para o seu cultivo. A árvore se adapta bem a solos levemente ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5, drenagem adequada, não tolerando solos compactados e sem oxigenação (EPAMIG, 2020; GARCIA-MUÑOZ, 2008).

Temperaturas frias moderadas, entre 13 e 20 °C, favorecem o cultivo do tamarillo, posto que temperaturas acima de 25 °C ou inferiores a 10 °C podem afetar a produção dos frutos. O

tamarilleiro pode crescer entre 1.200 e 3.000 metros acima do nível do mar, no entanto tem a produção otimizada entre 1.800 e 2.600 metros. A umidade relativa ideal para o cultivo é de 70 a 80 %, já que favorece a polinização. A chuva é primordial para o cultivo, pois a árvore não tolera déficits hídricos. Sensível à radiação solar intensa, a planta cresce melhor em regiões com nebulosidade (EPAMIG, 2020; GARCIA-MUÑOZ, 2008).

O fruto pode variar de tamanho e coloração dependendo do cultivar de tamarillo. Os frutos podem ocorrer na árvore sozinhos ou cachos de quantidades variadas, de três a doze unidades. A casca dos frutos é resistente e brilhante, podendo ter uma cor que varia do roxo ao amarelo, apresentando rajadas ou não. Seu formato é ovoide e a medida pode variar de 4 a 10 cm de comprimento e 3 a 5 cm de diâmetro. O fruto tem uma polpa mais externa, firme e compacta, e outra mais interna, gelatinosa, macia e suculenta, que envolve as sementes e possui um sabor geralmente ácido e adocicados. A polpa tem a coloração que pode variar de laranja-avermelhada a amarelo-creme (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019).

Fruto é uma definição botânica e trata-se do produto do desenvolvimento das flores de angiosperma, ou seja, é o resultado da evolução do ovário fecundado na flor da planta. Por sua vez, fruta é uma designação comercial e deve por definição ser adocicada, podendo, por sua vez, derivar de várias estruturas da planta, inclusive do fruto. Quando uma fruta é um fruto botânico recebe o nome de fruto verdadeiro, quando uma fruta é outra estrutura derivada da planta recebe o nome de pseudofruto. Os pseudofrutos podem, por exemplo, ser o receptáculo, como no caso do morango, o pedicelo, como no caso do caju, o mesocarpo, como no caso do pêssego, e a camada externa do tegumento, como no caso da romã (KOBBLITZ, 2014). No caso do tamarillo, trata-se de um fruto verdadeiro, um *fruto-fruta* (RAMÍREZ; KALLARACKAL, 2019).

Os cultivares tamarillo são diferenciados pelas cores roxo, vermelho e amarelo. “Holmes”, “Kaitaia”, “Rothamer”, “Ruby Red” e “Mulligan” são cultivares que o fruto apresenta cor púrpura na polpa e/ou casca. “Andys Sweet Red”, “Ecuadorian Orange”, “Oratia Red”, “Secombes Red”, “Solid Gold”, “Red Beam”, “Red Beau”, “Red Delight” e “Laird's Grande” são os cultivares que o fruto tem a polpa e casca vermelha. Por fim, “Egmont Gold”, “Goldmine”, “Inca Gold” e “Amber” são os cultivares que a polpa e a casca serão amarelas (DIEP; RUSH; YOO, 2020; PROHENS; NUEZ, 2001).

1.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DO TAMARILLO E EFEITOS BENÉFICOS À SAÚDE

O tamarillo apresenta baixa calorias e um teor mínimo de gordura. A fruta é fonte de fibras alimentares, minerais, vitaminas, proteínas, açúcares solúveis, além de ácidos orgânicos. Uma ampla variedade de composto bioativos estão presentes no tamarillo os quais podem estar relacionados com os efeitos biológicos benéficos relacionados ao fruto. Composições variadas são observadas nas partes comestíveis do tamarillo, como, por exemplo, as sementes de tamarillo que contêm lipídios, incluindo ácidos graxos ω -3, 6 e 9, proteínas, vitamina E, polifenóis, minerais e fitosteróis (WANG; ZHU, 2020).

In natura, já foi apresentado que tamarillo tem pH ácido (3,61), 10,9 a 12,1 ° Brix de sólidos solúveis, 1,2 a 1,8 % de acidez titulável, 86,1 a 87,7 % de umidade, 0,7 a 1,3 % de cinzas, 4,4 a 9,6 % de teor de proteína, menos de 1 % de teor de lipídeos e 2,8 e 6,0 % de fibra. O carboidrato é o teor que mais pode variar, variando de 4 a 14 % (ABDUL MUTALIB et al., 2017; KOU et al., 2009; ROJAS BENITES; REPO DE CARRASCO; ENCINA ZELADA, 2017; ROMERO-RODRIGUEZ et al., 1994; VASCO et al., 2009). Essas variações podem ser facilmente explicadas, uma vez que diferenças no estado fenológico, cultivares e origem podem ser encontradas entre os estudos. Métodos analíticos também podem contribuir para essas mudanças (DIEP; RUSH; YOO, 2022).

O consumo regular de tamarillo pode contribuir significativamente para atender a ingestão diária recomendada de muitas vitaminas e minerais. Em relação as vitaminas, já foram observados em concentrações relevantes vitamina C, vitamina B6, vitamina E e vitamina A no fruto. Em relação aos minerais, as concentrações de potássio se destacam no tamarillo, podendo ser similares a da banana. Outros minerais como cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo e zinco também podem estar presente em concentrações significativas (ACOSTA-QUEZADA et al., 2015; LISTER et al., 2005; MUTALIB et al., 2016; NEW ZEALAND, 2021; USDA, 2018; VASCO et al., 2009).

O tamarillo é uma interessante fonte de compostos bioativos. Até o momento, aproximadamente 42 compostos bioativos foram identificados e relatados na literatura. Entre eles estão incluídos 22 compostos fenólicos e 20 carotenoides (DIEP; RUSH; YOO, 2022). Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas, caracterizados por apresentarem uma ou mais hidroxilas ligadas diretamente a um anel benzênico, estrutura na qual todo o grupo de compostos se baseia. Podem ser encontrados nos alimentos sob a forma livre e conjugada a

carboidratos simples e polissacarídeos da matriz alimentar (SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). Até agora, oito ácidos hidroxicinâmicos, sete antocianinas, três glicosídeos fenólicos, dois ácidos hidroxibenzóicos, um flavonol e uma flavanona foram identificados em diferentes cultivares (DIEP; RUSH; YOO, 2022).

A presença de ácidos hidroxicinâmicos e de antocianinas se destaca no tamarillo. Os derivados de ácidos hidroxicinâmicos são os ácidos fenólicos mais comuns presentes nas plantas. Destes, os ácidos cafeico, *p*-cumárico e ferúlico, frequentemente ocorrem em alimentos como ésteres simples com ácido quínico ou glicose. Os efeitos benéficos à saúde associados aos ácidos fenólicos são atividades antioxidantes, antimutagênicas, anticarcinogênicas, anti-inflamatórias e antimicrobianas (MARTINEZ; MACKERT; MCINTOSH, 2017; SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). Ácido dicafeoilquínico, ácido desidrodiferúlico, ácido cafeoilquínico, ácido rosmarínico, ácido *p*-cumárico, ácido cafeico e ácido ferúlico são alguns dos ácidos hidroxicinâmicos já detectados na polpa do tamarillo (ESPIN et al., 2016; GARCÍA et al., 2016; MERTZ et al., 2009; MUTALIB et al., 2016).

A antocianina é uma subclasse dos flavonoides e é responsável pela cor vibrante e distinta das uvas, bagas, maçãs e rosas. É o pigmento solúvel em água mais importante nas plantas, que possui uma atividade antioxidante significativa (SANTOS-BUELGA; GONZÁLEZ-PARAMÁS, 2019; SHAHIDI; AMBIGAIPALAN, 2015). A presença de antocianinas no tamarillo é observada especificamente nas variedades roxa e vermelha. Na polpa, delfinidina-3-*O*-rutinosídeo, cianidina-3-*O*-rutinosídeo, cianidina-3-*O*-glicosídeo, pelargonidina-3-*O*-rutinosídeo, pelargonidina-3-glicosídeo-5-ramnosídeo e delfinidina glicosil rutinosídeo são algumas das antocianinas detectadas anteriormente na polpa do tamarillo (DE ROSSO; MERCADANTE, 2007; ESPIN et al., 2016; MERTZ et al., 2009; OSORIO et al., 2012).

Inicialmente, os efeitos benéficos do tamarillo basearam-se no conhecimento popular. Em países como Colômbia, Venezuela e Equador, o fruto é habitualmente consumido com finalidade medicinal. Nesses países, o tamarillo é utilizado para o tratamento de dores de garganta, gripe, anemia, hipercolesterolemia e doenças respiratórias e para a prevenção de doenças neurodegenerativas e aterosclerose. Na literatura científica, o corpo de evidências para os efeitos biológicos do tamarillo vem crescendo com o passar dos anos e propriedades antioxidantes (ABDUL MUTALIB et al., 2017; ACOSTA-QUEZADA et al., 2015; ESPIN et al., 2016; HURTADO et al., 2009; KOU et al., 2009; ORDÓÑEZ et al., 2010), anti-inflamatórias e anti-noceptivas (DO NASCIMENTO et al., 2013, 2015), anti-obesidade

(ABDUL KADIR; RAHMAT; JAAFAR, 2015; SALAZAR-LUGO et al., 2016), prebióticas (GANNASIN et al., 2012), além de melhora na disfunção de memória (KENGNE et al., 2019) em estudos *in vitro* e *in vivo*.

A atividade antioxidante *in vitro* do tamarillo é estudada extensivamente. Essas investigações podem ser realizadas através de ensaios químicos, de ensaios celulares e da análise do efeito de processos sobre a atividade antioxidante. Com relação aos resultados de ensaios químicos, todos os estudos mostram que o tamarillo possui um grande espectro de potencial antioxidante (ABDUL MUTALIB et al., 2017; ACOSTA-QUEZADA et al., 2015; ESPIN et al., 2016; HURTADO et al., 2009; KOU et al., 2009; ORDÓÑEZ et al., 2010). Com relação aos resultados de ensaios celulares, em todos os estudos realizados o pré-tratamento das células cancerosas com derivados de tamarillo teve o efeito de inibição dose-dependente de radicais livres (ABDUL MUTALIB et al., 2017; KOU et al., 2009; MUTALIB et al., 2016; ORDÓÑEZ et al., 2010). Por fim, com relação à análise do efeito de processos sobre a atividade antioxidante do tamarillo, de forma geral, pode-se dizer que essas propriedades são afetadas significativamente devido ao método de processamento (ABDUL MUTALIB et al., 2017; KOU et al., 2009; ORDÓÑEZ et al., 2010). Em todos os casos, mais estudos são necessários para elucidar melhor os resultados.

As atividades anti-noceptiva e anti-inflamatória dos polissacarídeos do tamarillo foram analisadas através de testes de ácido acético e de formalina em fêmeas de ratos *Swiss*. Em dois estudos, os autores conseguiram observar o efeito anti-noceptivo e anti-inflamatório do tamarillo, entretanto, mais estudos são necessários para avaliar as interações moleculares entre os compostos bioativos provenientes do fruto e os biomarcadores da inflamação (DO NASCIMENTO et al., 2013, 2015).

Com relação a sua atividade antiobesidade, dois estudos podem ser citados. Foi observada perda de peso, bem como redução dos níveis de colesterol total e de LDL-colesterol, além de aumento do HDL-colesterol e da atividade antioxidante das enzimas superóxido-dismutase e glutathiona-peroxidase em ratos *Sprague-Dawley* obesos após a administração de doses diárias de extratos de tamarillo por via oral durante sete semanas. Os autores sugerem que esses efeitos, promovidos pelos extratos de tamarillo, pode estar associado aos efeitos anti-inflamatórios e/ou antioxidantes da fruta, todavia mais estudos precisam ser realizados para elucidar melhor os mecanismos (ABDUL KADIR; RAHMAT; JAAFAR, 2015). O efeito do consumo diário de suco de tamarillo durante seis semanas foi analisado em 54 voluntários, grupo composto por

homens e mulheres do Equador. Inicialmente composto por 67 % de indivíduos obesos, o grupo teve esse percentual reduzido para 5 3% ao término do estudo. Além disso, foi observado que os níveis de colesterol total, LDL-colesterol e triglicerídeos diminuíram significativamente sem que os níveis de HDL-colesterol fossem afetados (SALAZAR-LUGO et al., 2016).

Atividade prebiótica do tamarillo *in vitro* foi observada. Após isolar hidrocoloides da polpa e da semente de tamarillo e inoculá-los com microrganismos após a realização de uma digestão *in vitro*, se observou o aumento do crescimento de colônias de bifidobactérias e lactobacilos. Além disso, os autores observaram que um dos hidrocoloides contribuiu para a redução de bactérias patogênicas (GANNASIN et al., 2012).

O suco e o extrato etanólico do tamarillo foram associados com a melhora na memória em ratos *Wistar*. O estudo *in vivo* observou que a administração do suco e do extrato por 28 dias após a indução do comprometimento da memória por cloreto de alumínio melhorou na disfunção da memória e estresse oxidativo dos ratos. Foram observados níveis reduzidos de malonaldeído e aumento da proteína total, níveis de glutatona e a atividade da catalase comparado ao grupo de controle (KENGNE et al., 2019).

1.3. POTENCIAIS APLICAÇÕES DO TAMARILLO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Mesmo que o tamarillo seja consumido principalmente *in natura*, sua polpa congelada, pedaços em calda, sucos, bebidas, molhos e geleias são encontrados no mercado (WANG; ZHU, 2020). Tamarillo em pó (AL MUBARAK et al., 2019; ROHILLA; MAHANTA, 2022; STEPHEN et al., 2022), sorvete (ABDULLAH; ZAINAL; NURMADIAH, 2018; FERNANDINO et al., 2021), biscoito (DAS CHAGAS et al., 2020) e iogurte (PRATAMA et al., 2021; DIEP; YOO; RUSH, 2022) enriquecidos com tamarillo, bebidas (ANGELICA et al., 2021; CASTRO et al., 2022; MEJÍA-BUSTAMANTE et al., 2022; NURAENI; PROVERAWATI; ULFA, 2019; PANGESTU et al., 2021; SYLVI; AZIMA; ANGGINI, 2021), sucos (CHEN et al., 2021) e geleias (BERNERT et al., 2015; CONTRERAS; FIGUEROA; MÁRQUEZ, 2016; GONZALEZ-CUELLO et al., 2018; GUILHERME et al., 2012) já foram estudados, demonstrando que o tamarillo é uma matriz de interesse para o desenvolvimento de novos produtos por parte tanto do mercado, quanto da academia.

Sorvetes de tamarillo foram produzidas com diferentes cultivares e em diferentes concentrações. De modo geral, quando avaliados segundo a sua aceitação frente aos consumidores, todos os sorvetes de tamarillo obtiveram boas notas. Formulações produzidas com a cultivar de cor roxa apresentaram melhor aceitação, parecendo uma boa opção para o desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos (FERNANDINO et al., 2021).

Iogurtes foram fortificados com pó de tamarillo em diferentes concentrações e resultados promissores foram encontrados. Os compostos bioativos provenientes do tamarillo parecem ser protegidos pela matriz láctea da degradação, aumentando a bioacessibilidade e permitindo maior absorção e utilização no intestino delgado, quando analisados por ensaio de digestão *in vitro* (DIEP; YOO; RUSH, 2022).

Bebidas inovadoras foram produzidas utilizando tamarillo na formulação e apresentaram aceitação sensorial positiva. Bebidas de tamarillo adicionadas de extratos de *Coix lacryma-jobi* L. e de *Caesalpinia sappan*, plantas tradicionais da Indonésia, foram formuladas e estudadas a fim de obter um produto agradável e funcional (ANGELICA et al., 2021; PANGESTU et al., 2021). Suco de tamarillo foi utilizado para enriquecer bebidas de chá preto. Foi observado que a formulação com maior concentração de tamarillo apresentou maior aceitação, além de alta capacidade antioxidante, conteúdo de compostos fenólicos e flavonoides totais, e vitamina C (SYLVI; AZIMA; ANGGINI, 2021). Diferentes formulações de bebidas alcoólicas utilizando tamarillo e *physalis* foram elaboradas com leveduras *Lager* e *Ale*. Além da aceitação positiva,

as bebidas apresentaram interessantes concentrações de carotenoides e compostos fenólicos totais (MEJÍA-BUSTAMANTE et al., 2022). Formulações de bebida de tamarillo com casca de cacau foram avaliadas. Foi possível obter opções com altas concentrações de compostos fenólicos, vitamina C e altas capacidades antioxidantes (CASTRO et al., 2022).

Diferentes formulações de geleias de tamarillo foram fabricadas utilizando açúcar e glicose. Todas as geleias foram avaliadas segundo a sua composição, aceitação e intenção de compra. A geleia adoçada com açúcar apresentou maiores notas para os atributos avaliados (GUILHERME et al., 2012). Geleias de tamarillo para fins especiais foram produzidas e analisadas segundo a sua composição e textura instrumental. Foi possível obter uma geleia teor reduzido de açúcar adicionado com a textura similar à de geleias comerciais (BERNERT et al., 2015). Estévia e sucralose foram utilizados como edulcorantes na obtenção de geleias de tamarillo para fins especiais. Os resultados obtidos de textura e aceitação para as geleias para fins especiais foram insatisfatórios quando comparados a geleia controle, apresentando menor consistência, menor dureza, maior extensibilidade, baixa viscosidade e notas reduzidas para os atributos avaliados (CONTRERAS; FIGUEROA; MÁRQUEZ, 2016). Formulações de geleias de tamarillo para fins especiais foram enriquecidas com *aloe vera* e probiótico encapsulado. A formulação que apresentou notas mais altas de aceitação foi a geleia reduzida em sacarose e adicionada em estévia (GONZALEZ-CUELLO et al., 2018).

O tamarillo também vem sendo estudado como fonte de ingredientes funcionais (WANG; ZHU, 2020). Propriedades de coagulação (LI et al., 2018c, 2018d, 2018a, 2018b), retenção de óleo e de água (GANNASIN et al., 2016) e redução a oxidação lipídica (CASTRO-VARGAS et al., 2013) já foram observadas após a aplicação de extratos de suas partes.

“*Tamarillin*”, como foi batizada a enzima protease purificada de tamarillo, apresentou atividade caseinolítica mais rápida e mais ampla no caseinato de sódio do leite quando comparada ao coalho tradicionalmente usado. Além disso, os géis de leite induzidos pela “*Tamarillin*” tinham menor elasticidade, maior porosidade e comportamento menos quebradiço do que os géis induzidos pelo controle. Nesse sentido, a aplicação da inovadora enzima como agente de coagulação em queijos pode ser considerada (LI et al., 2018c, 2018d, 2018a, 2018b).

Hidrocoloides obtidos da polpa e sementes de tamarillo podem ser usados como emulsificantes em alimentos, posto que foram observadas consideráveis capacidades de retenção de óleo e de água destes componentes. Por tanto, os extratos de tamarillo enriquecidos

de hidrocoloides podem ser utilizados em produtos alimentícios à base de espuma, como, por exemplo, mousses, marshmallows e merengues (GANNASIN et al., 2016).

Carne bovina cozida enriquecida com extrato da casca do tamarillo apresentou oxidação lipídica reduzida quando comparada ao controle. Assim, os compostos bioativos de ação antioxidantes presentes no tamarillo podem funcionar como aditivos alimentares naturais que prolongam a validade dos alimentos, evitando ou retardando a oxidação lipídica (CASTRO-VARGAS et al., 2013).

Por tanto, tendo em vista as atividades biológicas benéficas, os atributos sensoriais atrativos, e as potenciais aplicações, o tamarillo tem despertado interesse da literatura científica, da indústria de alimentos e do mercado consumidor.

2. OS ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS

2.1. O FENÔMENO DE TRANSIÇÃO NUTRICIONAL

O clássico estudo de Monteiro et al. (1995) contextualizou a expressão “*transição nutricional*” no Brasil ao analisar os resultados antropométricos de duas pesquisas realizadas, uma em 1974 e outra em 1989, onde observou o declínio da desnutrição e o aumento da obesidade, concluindo que o país estava rapidamente alternando de um problema de déficit alimentar para um de excesso alimentar. A transição nutricional é, portanto, caracterizada pela redução na prevalência de déficit calórico-energético e aumento expressivo de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como a obesidade e a diabetes ((MONTEIRO et al., 1995).

Esse fenômeno está intimamente ligado ao aumento do consumo de alimentos ultraprocessados, ricos em gorduras *trans*, sódio e açúcar, e a redução do consumo de alimentos *in natura*, como frutas, verduras e legumes, e até mesmo cereais e leguminosas, como feijão e arroz. Muitos fatores podem justificar essas mudanças no padrão de consumo do brasileiro como, por exemplo, o aumento da importação de alimentos, a urbanização, o desenvolvimento de tecnologias e até mesmo a entrada da mulher no mercado de trabalho (ABLARD, 2021).

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019 realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em parceria com o Ministério da Saúde (MS), observou que seis a cada dez brasileiros apresentam excesso de peso, ou seja, apresentam Índice de Massa Corporal (IMC) na faixa de sobrepeso ou obesidade. Sendo assim, cerca de 96 milhões de indivíduos estão acima do peso no país. Os dados da pesquisa anterior, a PNS 2003, revelavam que quatro a cada dez brasileiros apresentavam excesso de peso, o que deixa claro o aumento progressivo da obesidade no país (IBGE, 2020).

A PNS 2019 ainda demonstrou que 7,7% da população de 18 anos ou mais referiram diagnóstico médico de diabetes. Isso significa que 12,3 milhões de pessoas estão com diabetes no país (IBGE, 2020). A Federação Internacional de Diabetes (FID) estimou que 8,8% da população mundial entre 20 e 79 anos de idade vive com diabetes, porcentagem muito consistente à encontrada no Brasil (SBD, 2019).

As altas prevalências de morbimortalidades nas populações que apresentam DCNT, incluindo diabetes e obesidade, se mostram como um problema de saúde pública. Em particular, as condições sobrepeso e obesidade representam um grande desafio na agenda dos

governos no sentido de formular políticas públicas que melhorem os ambientes alimentares da população, seja jovem, seja adulta (PAHO, 2020).

Tendo em vista esse contexto, em 2014, o Ministério da Saúde atualizou o Guia Alimentar para a População Brasileira. O guia preconiza o consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados, em detrimento dos processados e ultraprocessados. Os alimentos processados são aqueles fabricados pela indústria utilizando sal, açúcar ou outros ingredientes que aumentem a sua validade e palatabilidade. São exemplos destes queijos, vegetais e frutas em conserva, geleias e pães. O documento orienta a redução do consumo de alimentos processados a pequenas quantidades e dar preferência àqueles que possuem menor teor de sal ou de açúcar (BRASIL, 2014).

Ainda em 2014, se iniciam as discussões com o grupo de trabalho da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para a modificação da legislação da rotulagem nutricional de alimentos, a fim de se adequar ao contexto contemporâneo, além de agregar a tendência mundial de rotulagem frontal. A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 429, bem como a Instrução Normativa (IN) n° 75 foram aprovadas em outubro de 2020 dispoendo sobre a nova rotulagem nutricional de alimentos e os requisitos técnicos para a declaração dela nos alimentos embalados, respectivamente. Na América Latina, Brasil, Equador, Chile, México, Argentina, Colômbia, Uruguai e Peru são os países que regulamentam a rotulagem frontal dos alimentos embalados (BRASIL, 2020a, 2020b; PAHO, 2020).

A rotulagem nutricional tem o papel de informar ao consumidor sobre quais são os constituintes e em que quantidade eles estão presentes no produto alimentício comercializado de acordo com a regulamentação do país. Essa ferramenta é considerada um veículo de segurança alimentar e nutricional, da garantia de saúde pública e do direito humano à alimentação com qualidade. Por sua vez, a rotulagem frontal surge como uma informação complementar acerca de açúcares, gorduras, sódio e calorias brindando aos consumidores a oportunidade fazer escolhas mais saudáveis e identificar de maneira fácil, correta e rápida alimentos com quantidades excessivas destes nutrientes críticos (CARRUBA et al., 2022; CROKER et al., 2020; PAHO, 2020).

Evidências já são capazes de demonstrar eficácia no aumento da compreensão sobre o conteúdo nutricional dos alimentos, em diminuir a percepção de saudabilidade equivocada de alguns produtos pelos consumidores, e conseqüentemente a intenção de compra. Ao mesmo tempo, a rotulagem frontal pressiona a indústria a buscar alternativas para diminuir esses

nutrientes críticos dos produtos alimentícios (CARRUBA et al., 2022; CROKER et al., 2020; PAHO, 2020).

2.2. ROTULAGEM E CONSUMO DOS ALIMENTOS PARA FINS ESPECIAIS

Os alimentos para fins especiais são regulamentados pela portaria nº 29 de 1998 da Secretaria de Vigilância Sanitária e são definidos como alimentos formulados ou processados que apresentam modificações quanto a determinados nutrientes com o propósito de atender as necessidades de pessoas em condições específicas. Os alimentos para fins especiais são classificados em “alimentos para dietas com restrição de nutrientes”, “alimentos para ingestão controlada de nutrientes” e “alimentos para grupos populacionais específicos”. A portaria define ainda que cada um desses alimentos terá características específicas no que diz respeito a sua composição e qualidade, entretanto a maioria dos produtos são classificados e normatizados por regulamentos específicos (BRASIL, 1998).

Os alimentos para dietas com restrição de nutrientes são divididos em “alimentos para dietas com restrição de carboidratos”, “alimentos para dietas com restrição de gorduras”, “alimentos para dietas com restrição de proteínas”, “alimentos para dietas com restrição de sódio” e “outros alimentos destinados a fins específicos” (BRASIL, 1998).

Já os alimentos para ingestão controlada de nutrientes são divididos em “alimentos para controle de peso”, “alimentos para praticantes de atividade física”, “alimentos para dietas para nutrição enteral”, “alimentos para dietas de ingestão controlada de açúcares” e “outros alimentos destinados a fins específicos” (BRASIL, 1998).

Por fim, os alimentos para grupos populacionais específicos são divididos em “alimentos de transição para lactentes e crianças de primeira infância”, “alimentos para gestantes e nutrízes”, “alimentos à base de cereais para alimentação infantil”, “fórmulas infantis”, “alimentos para idosos” e “outros alimentos destinados aos demais grupos populacionais específicos” (BRASIL, 1998).

No que diz respeito a rotulagem, os alimentos para fins especiais devem atender às normas de rotulagem geral, de rotulagem nutricional, de rotulagem de alergênicos, de rotulagem de lactose e àquelas específicas do alimento convencional, cujas estarão dispostas em seus respectivos regulamentos técnicos. Além disso, quando for utilizada alguma informação nutricional complementar, esta deve estar de acordo com o regulamento de informação nutricional complementar (BRASIL, 1998, 2020a).

De forma geral, no painel principal da embalagem deve constar a designação do alimento, seguida da finalidade a qual ele se destina. Para os produtos classificados como “alimentos para

dietas com restrição de nutrientes”, “alimentos empregados para o controle de peso” e “alimentos para dieta de ingestão controlada de açúcares”, o termo *diet* pode ser utilizado. Nos demais painéis deve constar a informação nutricional, as instruções claras de modo de preparo e de cuidados com a conservação e armazenamento, quando necessário, bem como outras informações mais específicas (BRASIL, 1998, 2020a).

Quando o produto classificado como alimentos para dietas com restrição de nutriente ou como alimentos para ingestão controlada de nutrientes, contiver mono e/ou dissacarídeos, a informação “Diabéticos: contém (especificação do mono e/ou dissacarídeo)” deve estar em destaque e em negrito. Caso o alimento tenha adição de aspartame, a informação “Contém fenilalanina” deve estar em destaque e em negrito. Quando o gênero tiver previsão de consumo de doses elevadas de polióis, a informação “Este produto pode ter efeito laxativo” deve estar em destaque e em negrito. Por fim, para todos os produtos, a orientação “Consumir preferencialmente sob orientação de nutricionista ou médico” deve ser constante (BRASIL, 1998, 2020a).

O aumento da prevalência de DCNT, bem como uma maior conscientização sobre qualidade de vida e consequente adoção de hábitos alimentares voltados para um padrão dietético mais equilibrado, tem expandido o mercado de alimentos para fins especiais. A Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF) do IBGE demonstrou que no ano de 2020 o mercado brasileiro de alimentos para fins especiais cresceu 4,9% quando comparado ao ano anterior (IBGE, 2020).

A Associação Brasileira da Indústria de Alimentos Para Fins Especiais e Congêneres (ABIAD) relacionou esse crescimento à pandemia de COVID-19, uma vez que é estimado que 5 a 15% dos indivíduos contaminados precisaram de internação em Unidade de Tratamento Intensivo (UTI) e consequentemente de alimentação enteral. Além disso, a ABIAD sugere que os “alimentos para dietas com restrição de nutrientes” e “alimentos para dietas com ingestão controlada de nutrientes”, bem como os “adoçantes dietéticos” podem ter contribuído para esse aumento, uma vez que a diabetes e a obesidade são fatores de risco para a COVID-19 o que poderia levar os indivíduos a consumirem esses gêneros alimentícios para fins especiais (ABIAD, 2021).

Os alimentos para fins especiais que se encontram nas classificações de “alimentos para dietas com restrição de carboidratos”, “alimentos para controle de peso” e “alimentos para dietas de ingestão controlada de açúcares” foram originalmente desenvolvidos para aqueles

indivíduos que apresentavam diabetes, sobrepeso, obesidade e doenças cardíacas. Atualmente, esses alimentos estão amplamente difundidos no mercado, e não mais se restringem a um público-alvo específico. Estes alimentos têm sua composição modificada no sentido de reduzir ou substituir ingredientes ricos em frutose e sacarose por edulcorantes (PERIN; SAYURI, 2018; SANDROU; ARVANITTOYANNIS, 2000; SYLVETSKY; ROTHER, 2016).

No mercado é possível encontrar uma extensa variedade de produtos alimentícios reduzidos em sacarose, frutose e calorias. Pães, cereais matinais, granolas, barras de cereais, produtos lácteos, bebidas, sorvetes, ketchup, e geleias adicionados de edulcorantes já possuem preços competitivos e sabor aprimorado, fazendo, por tanto, parte da dieta de pessoas por todo o mundo. Mundialmente, as bebidas carbonatadas são os produtos reduzidos em açúcares mais consumidos. Se espera que a demanda por estes produtos vá continuar a crescer ao redor do mundo, especialmente tendo em vista as mudanças esperadas de rotulagem nutricional de alimentos embalados (SANDROU; ARVANITTOYANNIS, 2000; SYLVETSKY; ROTHER, 2016).

O consumo de alimentos para fins especiais reduzidos em sacarose, frutose e calorias se dá principalmente por pessoas que são adeptas a um estilo de vida mais saudável, que necessitam de alguma restrição alimentar, como indivíduos com diabetes, sobrepeso e obesidade, bem como que tenham objetivos estéticos a alcançar. A busca por estes alimentos está presente por todas as faixas etárias, abarcando indivíduos jovens, adultos e idosos. A renda parece ser um fator ainda determinante para o consumo de alimentos para fins especiais, posto que os preços desses alimentos, apesar de mais baixos, ainda são mais caros que os alimentos convencionais (PERIN; SAYURI, 2018).

3. A GELEIA

3.1. A TECNOLOGIA DA GELEIA

Frutas e hortaliças *in natura* são matérias-primas essenciais na dieta humana, uma vez que são fontes importantes de micronutrientes e fontes suplementares de carboidratos, fibras e proteínas. A maioria dos vegetais contem mais de 80 % de água em sua composição, sendo assim possuem uma alta perecibilidade. Isso justifica as estimativas de que 25 a 80 % das frutas e hortaliças *in natura* são perdidas na logística pós-colheita. Desse modo, estratégias de conservação são incentivadas para a manutenção desse mercado (KOBBLITZ, 2014).

A adição de soluto em alimentos é uma estratégia de conservação utilizada a muitas décadas e o açúcar, aliado ao aquecimento, é um exemplo disso. São exemplos de produtos conservados através da adição de açúcar as geleias, os doces em massa, as frutas em conserva e o leite condensado. A conservação ocorre, pois, a presença desse soluto aumenta a pressão osmótica do meio, diminuindo a atividade de água (A_a). É aconselhado que os produtos sejam sempre conservados em recipiente hermeticamente fechado para aumentar a sua vida de prateleira (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

A geleia é o método mais antigo de conservação de frutas. Ele permite o consumo de certas frutas durante a entressafra, além de ser consumido diariamente por grande parte da população mundial. Se trata de um produto obtido a partir da polpa de frutas, que apresenta uma característica de gel. A formação do gel se dá devido ao equilíbrio entre a pectina, o açúcar e a acidez, sendo esses, portanto, componentes indispensáveis para a fabricação da geleia. A pectina é o elemento fundamentalmente necessário para a formação do gel e deve ser adicionada quando a fruta não possuir quantidade suficiente em sua composição. O ácido é também necessário para a formação do gel e pode ser adicionado em quantidades permitidas pela legislação vigente. O açúcar é também um constituinte indispensável para a geleia e deve ser adicionado (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

As substâncias pécticas são um grupo de derivados de carboidratos de forma coloidal que existem naturalmente nas plantas ou são produzidos a partir delas. Trata-se de compostos que possuem uma grande quantidade de unidades de ácido anidrogacturônico em forma de cadeia, os quais podem estar parcialmente esterificados por grupos metílicos e neutralizados por bases, total ou parcialmente. Essas substâncias estão intimamente relacionadas ao processo de maturação dos frutos e à casos fisiopatológicos causados por microrganismos. São as mais

importantes a protopectina, o ácido pectínico e o ácido péctico (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

Os ácidos pectínicos solúveis em água, com grau de éster metílico variado, são a pectina em si. A capacidade da pectina formar gel está relacionada ao grau de polimerização, a ausência de grupos ligados à cadeia poligalacturônica e a quantidade presente de grupos metoxílicos dos compostos. A pectina é encontrada nos vegetais em quantidades que variam conforme o tipo de planta e o grau de maturação. Pectinas com muitos grupos metoxílicos, chamadas de pectinas de alto teor de metoxilação (ATM), são capazes de formar gel na presença de açúcar e acidez; já aquelas que possuem poucos grupos metoxílicos, pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM), são capazes de formar gel na ausência de açúcar, entretanto devem estar presentes certos íons metálicos (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

A formação de gel ocorre somente em determinados valores de pH, uma vez que todos os tipos de pectina apresentam um pH máximo para geleificação. Sendo assim, o pH ótimo para a formação de gel é em condições próximas a 3,2. Com relação ao teor de sólidos solúveis, o ideal está um pouco acima de 65 %. Já com relação a quantidade de pectina, considera-se que menos de 1 % pode ser necessário (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

O processamento da geleia pode variar conforme a matéria-prima utilizada, mas de forma geral, possui as seguintes fases: obtenção da matéria-prima, seleção e higienização, corte extração da polpa, adição de açúcar, concentração através do cozimento, determinação do ponto, acondicionamento em embalagem e tratamento térmico. A etapa de cozimento é um dos passos mais importantes na produção da geleia, uma vez que a polpa deve ser concentrada até o ponto crítico para a formação do gel. A determinação do ponto mais aconselhada é através do uso do refratômetro (GAVA; SILVA; FRIAS, 2009; SHINWARI; RAO, 2020).

Posto que são produtos fabricados a partir de frutas, as geleias são veículos dos compostos bioativos, tais como compostos fenólicos, carotenoides, vitaminas e minerais, inatos de sua matéria-prima, podendo inclusive protegê-los dependendo da sua composição e modo de preparação. Além disso, as geleias podem ser uma alternativa para a redução do desperdício excessivo de frutas, enquanto traz vantagens para o setor produtivo (GARCIA et al., 2017; SHINWARI; RAO, 2018).

3.2. A TECNOLOGIA DA GELEIA PARA FINS ESPECIAIS

As geleias para fins especiais são caracterizadas pela substituição do açúcar por edulcorantes. O açúcar é um componente fundamental para a preparação da geleia, tanto em relação a sua segurança microbiológica, quanto em relação a textura e sabor característicos. Entretanto, os avanços tecnológicos permitiram o isolamento das pectinas BTM, hidrocoloides que são capazes de formar gel na ausência de açúcar quando em presença de íons metálicos. Ademais, outros coadjuvantes de tecnologia podem ser adicionados às formulações, como gelificantes, homogeneizantes, reguladores de acidez, flavorizantes, entre outros, a fim de obter um produto similar ao convencional (DI MONACO et al., 2018; GAVA; SILVA; FRIAS, 2009).

Ainda que soluções tecnológicas possam ser aplicadas ao produto mudanças sensoriais e de estabilidade ainda podem ser percebidas. As geleias com teores reduzidos de açúcar podem apresentar menor acidez, sinérese e cristalização ao longo do tempo. Além disso, a percepção do consumidor com relação ao produto pode ser afetada devido a presença de edulcorantes. Foi observado através de provas sensoriais que geleias convencionais e para fins especiais receberam preferência similar quando avaliadas por consumidores que não sabiam qual geleia estavam consumindo. No entanto, quando os consumidores foram informados de que uma das geleias era reduzida em açúcar, a geleia convencional foi a preferida (DI MONACO et al., 2018; RIEDEL; BÖHME; ROHM, 2015).

Os edulcorantes são substâncias que diferem quimicamente do açúcar, todavia conferem sabor doce aos alimentos. Essa classe de aditivos alimentares pode ser utilizada em produtos com a finalidade de reduzir ou excluir a sacarose adicionada (BRASIL, 1997). Para isso, eles devem ter propriedades funcionais e sensoriais similares às do açúcar, enquanto fornecem pouca ou nenhuma caloria. Tecnicamente, um edulcorante adequado para produtos alimentícios deve ter uma boa solubilidade em água, ser mais doce que a sacarose, resistir a altas temperaturas, ser estável em um pH que varie de ácido a neutro e apresentar pouco ou nenhum sabor residual (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018; SALLI et al., 2019).

A RDC nº 18 de 2008 da ANVISA aprova os edulcorantes permitidos para o uso em território nacional, bem como os limites máximos para a sua aplicação. A resolução ainda os classifica em naturais, sendo esses o manitol, o isomaltiol, o molitol, os esteviosídeos, o lactitol, o xilitol e o eritritol, e em artificiais, sendo esses o acesulfame de potássio, o aspartame, o ciclamato de sódio, a sacarina, a sucralose, a taumatina e o neotame (BRASIL, 2008).

O uso dos edulcorantes é controverso. Em recente diretriz, a Organização Mundial da Saúde desaconselhou o uso de edulcorantes para o controle de peso corporal e para a redução do risco de Doenças Crônicas Não Transmissíveis, posto que evidências sugerem que o seu consumo não confere nenhum benefício a longo prazo na redução da gordura corporal em adultos ou crianças, bem como podem ocorrer efeitos indesejáveis a longo prazo. Entretanto, essa diretriz diz respeito aos edulcorantes não nutritivos, como o acessulfame-K, aspartame, advantame, ciclamatos, neotame, sacarina, sucralose, estévia e seus derivados, não incluindo os edulcorantes nutritivos, como os polióis (WHO, 2023).

Os polióis, ou açúcares álcoois, são a maioria, o que faz deles substâncias importantes dentro dessa classe de compostos. Os polióis são análogos estruturais de carboidratos que contém apenas grupos hidroxila como grupo funcional e costumam ser higroscópicos e hidrossolúveis apresentando viscosidade moderada em altas concentrações de água. Eles possuem diversas funções como, por exemplo, controlar a viscosidade e textura do alimento, adicionar corpo, reter a umidade, reduzir a atividade de água e controlar a cristalização. Além de todas essas funções, os polióis são geralmente doces e alguns deles não possuem nenhuma caloria, fazendo deles uma excelente alternativa à sacarose em alimentos processados, como por exemplo a geleia (ZEECE, 2020).

O xilitol e o eritritol são polióis que vem tendo seus efeitos biológicos discutidos na literatura e o uso confeitaria descrito (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018; SALLI et al., 2019). O xilitol é um poliol de cinco carbonos, que pode ser produzido pela indústria, mas que também ocorre naturalmente em frutas e vegetais. Trata-se do álcool de açúcar que apresenta maior doçura, sendo igual à sacarose, justificando a sua ampla utilização. O xilitol é um adoçante de baixo valor calórico, uma vez que metade do conteúdo consumido é absorvido, e que vem sendo associado na literatura com benefícios a saúde bucal, além de parecer favorecer a absorção de cálcio e vitaminas do complexo B e contribuir na manutenção da saúde do trato gastrointestinal. É poliol bem tolerado ao consumo, todavia o seu consumo excessivo (> 20 g) está associado a sintomas gastrointestinais (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018).

O eritritol é um poliol de quatro carbonos, sendo o menor de todos os álcoois de açúcar. Esse poliol apresenta uma doçura moderada, cerca de 70 % da sacarose, contudo a sua vantagem está na ausência de sabor residual o que faz dele um excelente edulcorante para ser usado em sinergias. Trata-se de um adoçante não colórico, uma vez que não pode ser

metabolizado pelo corpo humano e que parece apresentar propriedades antioxidantes e protetoras do endotélio (SALLI et al., 2019).

Em alimentos, os edulcorantes podem ser utilizados separados ou em conjunto. Classicamente, essa associação de adoçantes está relacionada a diminuição de sabor residual. No caso da associação entre o xilitol e o eritritol, estudos de sinergia mostraram que esses edulcorantes quando associados apresentam poder de inibir o crescimento de culturas de *Streptococcus mutans* e limitar a cariogênese (REGNAT; MACH; MACH-AIGNER, 2018). Tendo todo esse contexto em vista, o xilitol e o eritritol são uma excelente alternativa ao uso de sacarose em produtos alimentícios.

3.3. ROTULAGEM DE GELEIAS

A ANVISA, criada em 1999, através da RDC n° 272 de 2005, aprova o regulamento técnico para produtos de vegetais e produtos de frutas e define que produtos de frutas são aqueles elaborados a partir de frutas, inteiras ou em partes, com ou sem sementes, obtidos através de processos tecnológicos seguros, podendo estar com ou sem líquido de cobertura e adicionados ou não de outros ingredientes. A legislação define também que esses alimentos devem ser designados por denominações já consagradas pelo uso, seguida ou dos ingredientes que o caracterizam, ou do processo de obtenção, ou da forma de apresentação (BRASIL, 2005).

Com a extinção da Comissão Nacional de Normas e Padrões de Alimentos (CNNPA) do Ministério da Saúde as suas normativas também foram extintas. No entanto, na falta de outras especificações legais publicadas, estas normas ainda são utilizadas e citadas. A geleia de fruta foi definida pela CNNPA n° 12 de 1978 como o produto obtido através da concentração de frutas, inteiras ou em pedaços, ou da polpa de frutas, com a adição de açúcar e água até a consistência gelatinosa. A resolução indicava ainda que o produto deveria ser designado pela palavra “geleia” seguido do nome da fruta de origem. As geleias poderiam ser classificadas em comum, quando preparadas em uma proporção de 40 partes da fruta para 60 partes de açúcar, a exceção das geleias de marmelo, laranja e maçã. Também poderiam ser classificadas em extra quando preparadas em uma proporção de 50 partes de fruta para 50 partes de açúcar (BRASIL, 1978a). No mesmo sentido, a Resolução Normativa (RN) n° 15 de 1978 do Ministério da Saúde permitia a classificação das geleias em simples, quando preparadas com uma única espécie de fruta, e mistas, quando preparadas com mais de uma espécie de fruta (BRASIL, 1978b).

Os padrões de identidade e qualidade também eram definidos pela antiga comissão. De forma geral o produto deveria ser preparado com frutas sãs, limpas, isentas de matéria terrosa, de parasito, de detritos, de animais e de fermentação. Sensorialmente, as geleias deveriam ser gelatinosas, de forma que quando extraídas de seu recipiente continuassem em estado semissólido, além disso a cor e o aroma deveriam corresponder àqueles próprios da fruta de origem e o sabor, agridoce. A geleia comum deveria ter no máximo 38 % de umidade, no mínimo 62 % de sólidos solúveis, e no máximo 2% de pectina adicionada. Por sua vez, a geleia extra deveria ter no máximo 35 % de umidade, no mínimo 65 % de sólidos solúveis, e no máximo 2 % de pectina adicionada. Além da pectina, a resolução tolerava a adição de acidulantes, entretanto não permitia a coloração e aromatização artificial (BRASIL, 1978b, 1978a).

Posteriormente, a RDC n° 8 de 2013 da ANVISA aprova o uso de aditivos alimentares em produtos de fruta. A resolução estabelece quais reguladores de acidez podem ser utilizados e em qual quantidade, bem como outros aditivos, como por exemplo agentes de firmeza, antioxidantes, conservantes e até mesmo aromatizantes e corantes (BRASIL, 2013).

4. O PAPEL DA ANÁLISE SENSORIAL NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

4.1. O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Um produto é um conjunto de atributos tangíveis ou intangíveis que é confeccionado através de um processo de produção. Ele deve atender a um conjunto de necessidade reais ou simbólicas e pode se tornar mercadoria quando passa a ser negociado no mercado mediante um valor de troca. O desenvolvimento de um novo produto é o processo de idealização e criação de um produto através da percepção de uma necessidade do mercado (DUTCOSKY, 2007).

O setor de desenvolvimento de novos produtos é crucial dentro das empresas do ramo de alimentos. O mercado altamente competitivo da atualidade exige que as empresas sejam cada vez mais bem-sucedidas para continuar atuando. A taxa de sucesso de novos produtos alimentícios é notoriamente baixa. Se observa que de 75 a 90 % dos novos produtos são retirados das prateleiras em até 1 ano após seu lançamento. Portanto, a necessidade do aprimoramento e da criação de métodos eficazes para orientar o desenvolvimento de produtos, no sentido de maximizar o desempenho dos produtos no mercado, se faz necessário (GIACALONE, 2018).

Uma das etapas mais importantes no desenvolvimento de novos produtos é a otimização destes. Esta etapa tem como o objetivo obter orientações para a formulação de produtos que se alinhem o mais próximo possível dos ideais dos consumidores. Essas orientações são obtidas através da identificação de um conjunto de propriedades que maximizam um determinado indicador de desempenho do produto, como, por exemplo, a aceitabilidade do produto ou a preferência geral através da análise sensorial (GIACALONE, 2018).

Várias metodologias estão disponíveis para otimização de produtos. Uma das principais diferenças entre os métodos está relacionada com a maneira que os dados são obtidos, podendo ser através de um painel de indivíduos treinados ou por consumidores. No setor de desenvolvimento de novos produtos o último é o mais recomendado, inclusive dentro do contexto de desenvolvimento de alimentos funcionais (ALONGI; ANESE, 2021; GIACALONE, 2018).

4.2. TESTES AFETIVOS E ESTUDO DO CONSUMIDOR

A análise sensorial é a disciplina científica usada para provocar, medir, analisar e interpretar reações frente às características dos alimentos, sejam elas tangíveis ou intangíveis. Tais características serão percebidas através dos cinco sentidos humanos, a visão, o olfato, o gosto, o tato e a audição. Nessa disciplina o instrumento de avaliação usado pelo analista sensorial é o homem (DUTCOSKY, 2007; RUIZ-CAPILLAS; HERRERO, 2021).

São diversos os métodos sensoriais que existem e a escolha de qual deles utilizar dependerá do objetivo que se deseja alcançar. Os métodos sensoriais podem ser divididos em testes discriminativos, testes descritivos e testes afetivos, bem como naqueles realizados por avaliadores treinados e naqueles realizados por consumidores (DUTCOSKY, 2007).

Os testes afetivos são realizados com consumidores ou potenciais consumidores de um produto e medem o grau do gostar através de escalas. Esses são divididos em testes de preferência, de aceitação e de intenção de compra. O teste de aceitação pode ser mensurado através de escala hedônica ou por escala do ideal. O teste de intenção de compra é, por sua vez, mensurado somente através de escala hedônica. Esses dois testes são os mais utilizados na literatura e no mercado no desenvolvimento de novos produtos devido a sua facilidade de aplicação e obtenção de resultados diretamente com o consumidor (DUTCOSKY, 2007).

Entretanto, não são apenas as características sensoriais que determinam a aceitação ou o sucesso de um novo produto. Aspectos sociais, meio ambiente, conhecimento nutricional, dietas específicas, emoções, saúde, natureza dos produtos, embalagem, entre outros, também exercem uma influência muito importante na aceitação, preferência e intenção de compra. Nesse sentido, os desenvolvedores de novos produtos alimentícios devem levar em consideração as vivências, atitudes e expectativas dos consumidores em potencial. Os consumidores, por tanto, tem a capacidade de descrever os benefícios de um produto por características intrínsecas e extrínsecas (RUIZ-CAPILLAS; HERRERO, 2021). Por tanto o estudo do consumidor também pode e deve ser levado em consideração no desenvolvimento de novos produtos alimentícios.

**CAPÍTULO II – TAMARILLO (SOLANUM BETACEUM CAV.) PULP: PHENOLIC
CHARACTERIZATION AND DEVELOPMENT OF JAMS FOR SPECIAL
PURPOSES**

Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) pulp: phenolic characterization and development of jams for special purposes

Manuela de Almeida Samary da Silva¹, Isabelle Paes-Leme de Castro Esperança², Andressa Climaco das Chagas¹, Mariana Monteiro², Juliana Côrtes Nunes da Fonseca^{1*}

Affiliation:

¹Post Graduation Program in Food and Nutrition, Federal University of State of Rio de Janeiro, UNIRIO, Av. Pasteur, 296, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Zip-code 22290240, Brazil.

²Post Graduation Program in Food Science, Federal University of Rio de Janeiro, UFRJ, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Bloco A, 5o andar, University City, Rio de Janeiro, RJ, zip code 21941-909, Brazil.

*Corresponding author

E-mail: jcortesnunes@gmail.com

Abstract

Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) is a versatile fruit in growing cultivation in Brazil. With a high moisture content, the fruit is rich in bioactive compounds. Dietary guidelines recommends the development of products containing fruits to reduce waste and increase consumption. With the increasing prevalence of non-communicable chronic diseases, such as diabetes and obesity, the search for alternatives to foods with high added sugar content becomes imperative. Therefore, this work aimed to characterize the nutritional and phenolic composition of the tamarillo pulp and develop different jams for special purposes evaluating its nutritional information. Tamarillo pulp presented high moisture and acidity content, as well as high antioxidant capacity when evaluated by TPC, FRAP and TEAC assays. Phenolic acids and anthocyanin were identified by the HPLC-DAD-MS analysis. Perlargonidin-3-*O*-glucoside and feruloylglucoside acid were most abundant phenolic compounds quantified in tamarillo pulp. Data justify how tamarillo pulp is an outstanding raw material for innovative product development. Three formulations of tamarillo jams were successfully obtained. The replacement of sugar by sweeteners decreased calories, total sugar and added sugars in all tamarillo jams *for special purposes*, impacting the cost of producing.

Keywords: xylitol; erythritol; phenolic compounds; antioxidant activity; nutritional information; production cost; low-calorie; diet.

Introduction

Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) is an Andean fruit of the *Solanacea* family with expressive nutritional and sensory qualities. As known as tree tomato, *chilto* and *tomatão*, is cultivated in Brazil specifically through family farming and has been popularly recognized as

34 a *non-conventional food plant* (from the portuguese, “*planta alimentícia não convencional*”)
35 (Kinupp & Lorenzi, 2014; Chagas *et al.*, 2020). In the literature, the fruit has been associated
36 with anti-inflammatory and antinociceptive (Do Nascimento *et al.*, 2013; Do Nascimento *et al.*,
37 2015), anti-obesity (Kadir *et al.*, 2015; Salazar-Lugo *et al.*, 2016) and prebiotic (Gannasin *et*
38 *al.*, 2012) activities, as well as in the improvement in memory dysfunction (Kengne *et al.*,
39 2019), in studies both *in vitro* and *in vivo*, due to its important amounts of bioactive compounds,
40 such as vitamins, fibers, carotenoids and phenolic compounds and high antioxidant capacity
41 (Whang & Zhu, 2020).

42 Phenolic compounds deriving out of the plant’s secondary metabolism are already
43 recognized to be related to the antioxidant activity and its consequential beneficial health effects
44 (Shahidi & Ampgalan, 2015). In tamarillo, these bioactive compounds are found in important
45 amounts and with a varied profile. Anthocyanins, hydroxycinnamic acids, hydroxybenzoic
46 acids, phenolic glycosides, flavonols and flavanones were formerly identified in the fresh fruit.
47 The antioxidant capacity of fresh tamarillo is also meaningful, being similar or higher than other
48 antioxidant rich fruits, such as grape and berries (Diep *et al.*, 2022).

49 Tamarillo is commonly consumed *in natura*, although products derived from the fruit
50 have already been studied (Chagas *et al.*, 2020; Fernandino *et al.*, 2021; Orqueda *et al.*, 2021;
51 Mejía-Bustamante *et al.*, 2022). The high moisture of fresh fruits leads it to a short shelf-life,
52 in that regard, recent dietary guidelines have encouraged the production of fruit-based foods to
53 minimize waste, and to maximize fruits utilization and obtain its health benefits (Rodríguez-
54 Leyton, 2019). In this sense, the elaboration of jams can be a strategy to increase the shelf-life
55 of fruits through the addition of sugar (Gava, 1998).

56 Jams are a popular fruit-based product, and a traditional method of preserving fruits. It
57 is characterized by a texture of gel formed by the interaction between pectin, sucrose, and
58 acidity, derived from the fruit and the added sugar (Gava, 1998). The prevalence of non-
59 communicable diseases, such as diabetes and obesity, induced the rising of the low-calorie
60 foods and its consolidation on the market (Sylvetsky *et al.*, 2017; Perin & Sayuri, 2018). In
61 Brazil, those low-calorie food products are regulated by ANVISA as *foods for special purposes*
62 (from the portuguese, “*alimentos para fins especiais*”) since it is a food product modified in
63 specific nutrients for the purpose of to meet the needs of people who are on diets (Brasil, 1998).
64 Low-calorie jams are manufactured and commercialized with the substitution of the sugar by
65 sweeteners, therefore, can be more expensive (Sylvetsky *et al.*, 2017; Belovic *et al.*, 2017).

66 In the industry, sweeteners are used to substitute the sugar in food products. The
67 advantage of the sweeteners is to provide the desirable sweet taste, do not increase sucrose
68 content and contribute less or nothing in calories on the product. Sweeteners can be naturals or
69 artificials, less sweet or sweeter than sugar, and promote no calorie or fewer calories than sugar.
70 Xylitol and erythritol are natural sweeteners, both polyols, structural analogues of
71 carbohydrates, commonly used in confectionery (Regnat *et al.*, 2018; Salli *et al.*, 2019). In the
72 Brazilian context, sweeteners are regulated by the ANVISA RDC n° 18/2008, and xylitol and
73 erythritol are authorized for human consumption (Brasil, 2008). Tamarillo low-calorie jams
74 were studied in the literature before (Bernert *et al.*, 2015; Contreras *et al.*, 2016; González-
75 Cuello *et al.*, 2018;), however formulations with xylitol and erythritol are presented for the first
76 time.

77 In the view of the contemporary context of public health problem related to the non-
78 communicable diseases, the front-of-pack labeling of food products stands out as a
79 supplementary strategy of information and education. Since the excessive consumption of
80 sugars, total fats, saturated fats, *trans* fats, and sodium are related to the increase of the
81 prevalence of these diseases, this tool allows the consumer to have the opportunity to make
82 better choices. At the same time, the front-of-pack labeling makes the industry to seek
83 alternatives to decrease these critical nutrients from the food products (Crocker *et al.*, 2020;
84 PAHO/WHO, 2020). In Latin America, Brazil, Ecuador, Chile, Mexico, Argentina, Colombia,
85 Uruguay, and Peru are the countries who regulates the front-of-pack labeling (UNICEF, 2021).
86 The Brazilian policy came into effect in 2022, through the ANVISA RDC n° 429/2020 and the
87 ANVISA IN n° 75/2020, the updated legislation on nutritional labeling of foods (Brasil, 2020a;
88 Brasil, 2020b). In this context, investigations which explore this new governance are important
89 to update the literary framework on the subject.

90 Therefore, this work aimed to characterize the nutritional and phenolic composition of
91 the tamarillo pulp and develop different jams for special purposes evaluating its nutritional
92 information.

93 **Material and methods**

94 **Material**

95 Red cultivar of tamarillo was obtained at the Rio de Janeiro State Supply Center
96 (CEASA-RJ). Sugar and sweeteners (xylitol and erythritol) were acquired in commercial
97 centers of Rio de Janeiro.

98

99 **Tamarillo pulp preparation**

100 After selection and washing, sanitization was performed with a 100-ppm sodium
101 hypochlorite solution for 15 minutes. The fruits were cut after the pedicels were removed.
102 Tamarillo pulp was obtained using a pulp processor and stored at - 20 °C until analysis.

103 **Tamarillo jams for special purposes manufacture**

104 Four tamarillo jams (three *foods for special purposes* and one control) were produced
105 in different proportions of sugar and sweeteners (**Table 1**). Ingredients proportions were
106 determined so that the products could be defined according to current Brazilian legislation,
107 which determines the identity and quality standards of fruit jams and *foods for special purposes*
108 (Brasil, 1998; Brasil, 2005).

Table 1. Tamarillo jams ingredient proportions.

Jam	Tamarillo pulp (%)	Sugar (%)	Xylitol (%)	Eritritol (%)	Pectin (%)	Citric acid (%)
Tamarillo jam with sugar	50	50	0	0	1	0,2
Tamarillo jam with xylitol	50	0	50	0	1	0,2
Tamarillo jam with eritritol	50	0	0	50	1	0,2
Tamarillo jam with xylitol and eritritol	50	0	25	25	1	0,2

%: g of ingredient for 100g of jam

109

110 The pulp and the other ingredients were weighted. For all formulations, 2/3 of the sugar
111 or the sweetener was added to the entire fruit content and cooked. Upon reaching 77 °C,
112 measured using a culinary thermometer, pectin and the sugar and the sweetener resting were
113 added and cooked. In the case of the control (tamarillo jam with sugar), cooking ceased when
114 a bench refractometer reached 65° Brix after reaching 100 °C. In the case of the tamarillo jams
115 *for special purposes*, cooking ceased when a final consistency similar to the control was
116 observed after reaching 100 °C. The jams were hot filled in sterile packages with hermetic
117 closure. Hot filling provided a vacuum seal of the jams. Finally, the jams were stored at 0 °C
118 until analysis. **Figure 2** shows the flowchart for the production of tamarillo jams.

119

120

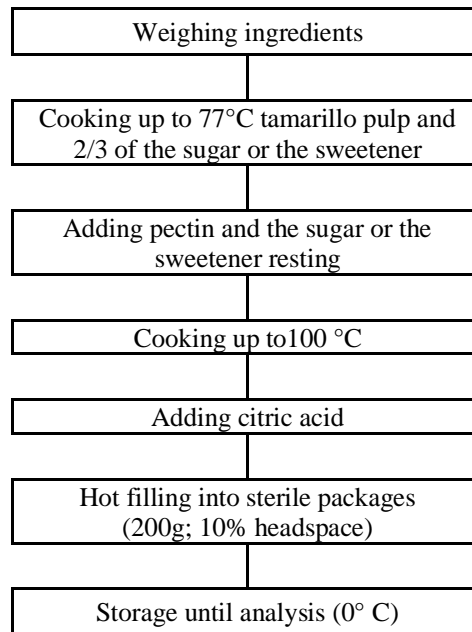


Figure 2. Tamarillo jams manufacture flowchart

122

123 **Tamarillo pulp and tamarillo jams for special purposes study**

124 *Physicochemical analysis of tamarillo pulp and jams for special purposes*

125 Physicochemical analyzes were performed in triplicate using the official methodologies
 126 described by the *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000). In tamarillo pulp,
 127 results were obtained for moisture (g/100 mL of pulp), ashes (g/100 mL of pulp), protein (g/100
 128 mL of pulp), lipids (g/100 mL of pulp), crude fiber (g/100 mL of pulp), carbohydrates (g/100
 129 mL of pulp), energetic value (g/100 mL of pulp) total soluble solids (TSS) (° Brix), pH, and
 130 titrimetric acidity (mEq/100 mL of pulp). In tamarillo jams, were performed analysis for moisture
 131 (g/100 g of jam), TSS (° Brix), pH, titrimetric acidity (mEq/100 g of jam), sucrose (g/100 g of
 132 jam), and glucose (g/100 g of jam).

133 *Antioxidant capacity assays of tamarillo pulp*

134 To determine the levels of total phenolic content (TPC), the *Folin-Ciocalteu method*
 135 was used, as described by Singleton *et al.* (1999). Different concentrations of the standard (acid
 136 gallic), diluted pulps (30 times) and distilled water were pipetted (100 µl) into a 96-well plate
 137 in triplicate. Distilled water (700 µL) and *Folin-Ciocalteu* reagent (50 µL) were added. After
 138 30 seconds and no more than 8 minutes after adding the *Folin-Ciocalteu* reagent, 20 % sodium

139 carbonate (Na_2CO_3) solution (150 μL) was added, and the plate were kept at 40 °C for 30
140 minutes. Readings were performed using a microplate spectrophotometer (Biochrom Anthos
141 Zenyth 200st microplate reader) at 765 nm. Quantification was performed using the standard
142 curve and results were expressed in mg of gallic acid equivalents per 100 g of pulp (mg
143 EAG/100 mL).

144 The FRAP assay was performed according to Benzie & Strain (1996), with some
145 adaptations. In triplicate, different concentrations of the standard (ferrous sulfate), the diluted
146 samples (30 times) and distilled water were pipetted (20 μL) into a 96-well plate and the FRAP
147 reagent were added (180 μL). Readings were performed using a microplate spectrophotometer
148 (Biochrom Anthos Zenyth 200st microplate reader) at 593 nm. Quantification was performed
149 using a standard curve and the results were expressed in mmol of iron(II) oxide per 100 mLg
150 of pulp ($\text{mmolFe}^{+2}/100\text{ g}$).

151 The TEAC assay was performed according to the methodology adapted from Re et al.
152 (1999). Different concentrations of the standard (Trolox), the diluted samples (30 times) and
153 distilled water were pipetted (10 μL) into a 96-well plate in triplicate, and ABTS radical solution
154 were added (190 μL). The plate was shaken and kept at 37 °C for 6 minutes, and then read at
155 720 nm using a microplate spectrophotometer (Biochrom Anthos Zenyth 200st microplate
156 reader). Quantification was performed using a standard curve and results were expressed in
157 mmol of Trolox equivalents per 100 g of pulp (TE/100 g).

158 *Phenolic compounds characterization of tamarillo pulp*

159 The pulps were centrifuged at 13000 rpm per 15 minutes (MiniSpin, Eppendorf,
160 Hamburg, Germany) and the supernatant was collected. The supernatant was filtered through a
161 0.45 μm cellulose ester membrane (Millipore, Barueri, Brazil) and stores on vials at – 20 °C for
162 further analysis.

163 The liquid chromatography system (Shimadzu®, Japan) included two pumps (LC-
164 20AT), automatic injector (SIL-20AHT), diode array detector (DAD) (SPDM20A), quadrupole
165 mass spectrometer (LCMS-2020), controller system (CBM-20A) and degasser (DGU-20A5),
166 connected to a computer equipped with Software Lab Solutions (Shimadzu Corporation®,
167 version 5.82, 2015).

168 The chromatographic separation of anthocyanins was performed according to the
169 adapted methodology described by Inada *et al.* (2015) in triplicate. A C18 reverse phase column

170 (5 μm , 150 mm \times 4.6 mm, Phenomenex) was used and the mobile phase consisted of a mixture
171 of two solutions: aqueous solution of 1% formic acid and 2% acetonitrile (A) and solution of
172 1% formic acid and 2% acetonitrile in methanol (B), with a flow rate of 1.0 mL/min and an
173 injection volume of 10 μL . Before injection, the column was equilibrated with 23 % B. After
174 injection, this was held constant for up to 1 min, gradually increasing, to 29 % B in 2 minutes,
175 then in 4 minutes to 33 % B, then 6 minutes to 48 % B, then 85 % B in 8 minutes and 95% B
176 in 10 minutes. A decrease in B over 11 minutes to 23 %. Between injections, an interval of 10
177 minutes was used to re-equilibrate the column with 23 % of B. Anthocyanins were monitored
178 by a DAD detector at 530 nm and in a mass spectrometer operating in positive SIM mode.

179 The chromatographic separation of phenolic acids was performed in triplicate according
180 to Inada *et al.* (2015), with adaptations. A C18 reverse phase column (5 μm , 250 mm \times 4.6 mm,
181 Kromasil) was used and the mobile phase consisted of a mixture of two solutions: aqueous
182 solution of 0.3% formic acid and 1% acetonitrile (A) and 1% solution of acetonitrile in methanol
183 (B), with a flow rate of 1.0 mL/min and an injection volume of 10 μL . Before the injection, the
184 column was stabilized with 18.2% of B. After the injection, there was a gradual increase in B,
185 being 20.2 % in 1 minute, then 43.4 % in 18 minutes, 85, 9 % in 23 minutes remaining constant
186 up to 30 minutes. Between injections, an interval of 10 minutes was used to rebalance the
187 column with 18.2 % of B. Phenolic acids were monitored by DAD detector with reading
188 between 190 and 370 nm and in the mass spectrometer operating in negative SIM mode.

189 The identification of the compounds was carried out by comparison with the retention
190 time and the absorption spectra of the respective commercial standard. Quantification was
191 performed by external calibration. Integration data were acquired by Lab Solutions software
192 (Shimadzu Corporation®, version 5.82, SPI, 2008-2015). Commercial standards used for
193 pelargonidin-3-*O*-glucoside, cyanidin-3-*O*-rutinoside, 5-caffeoylquinic acid, ferulic acid and
194 rosmarinic acid were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). The delphinidin-
195 3-*O*-glycoside standard was purchased from Extrasynthese (Genay, Lion, AuvergneRhône-
196 Alpes, FR.) and cyanidin-3-*O*-glycoside standard was purchased from Indofine Chemical Co.
197 (Hillsborough, NJ, USA). The identified feruloylglucoside acid was quantified in ferulic acid
198 equivalents. The results were expressed in mg of compound per 100 g of pulp (mg/100 g).

199 *Determination of the nutritional information of tamarillo jams for special purposes*

200 Considering the current legislation, the ANVISA RDC n° 429 and IN n° 75 were used
201 to determine the nutritional information and front-of-pack labelling of the tamarillo jams *for*

202 *special purposes* (Brasil, 2020a; Brasil 2020b). The legislation also defines that a tablespoon
 203 (20g) is the portion recommended for fruit jams (Brasil, 2020b). To calculate the nutritional
 204 information of the tamarillo jams, values defined by composition tables and review articles
 205 were used. Sugar nutritional information was acquired from the Food Composition Table by
 206 Philippi *et al.* (2017). The nutritional values of the sweeteners, xylitol and erythritol, were
 207 acquired through the review paper produced by Salli *et al.* (2019). Finally, the nutritional
 208 information for tamarillo used was the acquired in the present work.

209 *Cost determination of tamarillo jams for special purposes*

210 The prices used for the ingredients and package are described in **Table 2**. The cost of
 211 producing tamarillo jams *for special purposes* was defined as the simple sum of the prices of
 212 the ingredients, including the value of the packaging.

213

Table 2. Price of ingredients and package of tamarillo jams in March, 2019.

Ingredients and package	Price
Tamarillo (USD\$/kg)	10.38
Sugar (USD\$/kg)	0.52
Xylitol (USD\$/kg)	27.06
Erythritol (USD\$/kg)	20.13
Pectin (USD\$/kg)	62.04
Citric acid (USD\$/kg)	6.22
Package (USD\$/1 un)	0.37

\$1.00 American Dolar (USD) equal to \$4.82 Brazilian Real (BRL) (Conversion: July 12, 2023, at 22:00).

214

215 *Statistical analysis*

216 Descriptive statistical analyses were used to express the results (mean \pm standard
 217 deviation of triplicates). Variance analyses (One-Way ANOVA followed by Tukey multiple
 218 comparison post hoc test) were used to study the differences between jams in the same assay.
 219 Were considered significant $p < 0.05$ values. Spearman correlation analysis were used to
 220 identify the correlation between TPC and FRAP or TEAC assays. Analyses were performed in
 221 Excel and GraphPad Prism 5 programs.

222 **Results and discussion**

223 *Tamarillo pulp*

224 The tamarillo is an ovoid fruit with 4 to 10 cm of length and 3 to 5 cm of diameter. It
 225 has a resistant and shiny skin, an outer pulp, firm and compact, and an inner pulp, gelatinous,
 226 soft and juicy, which surrounding the seeds. The skin presents a bitter taste, while the inner

227 pulp is characterized by a pleasant bittersweet taste (Whang & Zhu, 2020). The
228 physicochemical parameters evaluated in the tamarillo pulp are presented in the **Table 3**.

229

230

Table 3. Physicochemical parameters of tamarillo pulp

Parameter	Tamarillo pulp
TSS (° Brix)	10.00 ± 0.00
pH	3.50 ± 0.00
Titrimetric acidity (g mEq/100 g)	0.40 ± 0.00
Moisture (g/100 g)	93.30 ± 0.20
Ashes (g/100 g)	0.54 ± 0.02
Protein (g/100 g)	0.89 ± 0.04
Lipids (g/100 g)	0.59 ± 0.03
Crude fiber (g/100 g)	4.34 ± 0.21
Carbohydrates (g/100 g)	0.32 ± 0.00
Energetic value (kCal/100 g)	10.15 ± 0.00

231

232 The tamarillo pulp presented a high moisture amount, demonstrating that the material is
233 very perishable; therefore, its use for jams manufacturing would be adequate to increase its
234 shelf life. Rates for pH and total acidity were consistent since both were very low. Ashes,
235 protein, lipids, and carbohydrates were presented in very low values; however, fiber was
236 presented in interesting amounts.

237 *In natura*, have already been presented that tamarillo has an acidic pH (3.61), 10.9 to
238 12.1 ° Brix of TSS, 1,2 to 1.8 % of titrimetric acidity, 86.1 to 87.7 % of moisture content, 0.7
239 to 1.3 % of ash content, 4.4 to 9.6 % of protein content, less than 1 % lipids content and 2.8 and
240 6.0 % of fiber. The carbohydrate is the content that can vary the most, ranging from 4 to 14%
241 (Romero-Rodriguez *et al.*, 1994; Vasco *et al.*, 2009; Kou *et al.*, 2009; Benites *et al.*, 2013;
242 Mutalib *et al.*, 2017). Variations could be easily explained once differences in phenological
243 state, cultivars, and origin could be found between studies. Analytical methods and extraction
244 procedures may also contribute to these changes (Whang & Zhu, 2020).

245 Tamarillo contains significant amounts of constituents with antioxidant action, such as
246 phenolic compounds (Whang & Zhu, 2020). Phenolic compounds are defined as plant
247 secondary metabolites, which plays many of roles in the development of this organism. These
248 compounds have well described effects, such as anti-inflammatory potential and protection
249 against cardiovascular diseases, cancer, and diabetes. Their antioxidant activity is not only
250 limited to scavenging free radicals but also to stimulating the activity of antioxidant enzymes

251 (Shahidi & Ambigaipalan, 2015). The antioxidant activities of the tamarillo pulp are presented
252 in the **Table 4**.

Table 4. Antioxidant activities of the tamarillo pulp

Assay	Tamarillo pulp
TPC (mg EAG/100 g)	96.86 ± 0.21
FRAP (mmol Fe ²⁺ /100 g)	149.86 ± 15.11
TEAC (mmol Trolox/100 g)	267.83 ± 10.61

253

254 Have already been reported that tamarillo presents a high antioxidant activity even with
255 compared to other antioxidant-rich fruits (Lister *et al.*, 2005; Espin *et al.*, 2016). High values
256 were found for all assays and a positive correlation between the total phenolic content, and both
257 FRAP and TEAC assays ($R^2 = 0.50$ and $R^2 = 1.00$, respectively) was found. This result shows
258 that the phenolic compounds could contribute significantly for the antioxidant capacity of the
259 tamarillo pulp, as considered in literature (Shahidi & Ambigaipalan, 2015).

260 Higher values were observed in purple-red tamarillo pulp for TPC formerly (191, 205,
261 and 187 mg AGE/100g) (Lister *et al.*, 2005; Ordóñez *et al.*, 2009; Vasco *et al.*, 2009).
262 Contradictorily, values for FRAP and TEAC obtained previously in purple-red tamarillo pulp
263 were smaller (FRAP: 1.5 and 5.0 mmol Trolox/100g; TEAC: 2.2 and 4.5 mmol Trolox/100g)
264 (Espin *et al.*, 2016). Variation of values obtained for these assays are expected due to
265 differences in the methods, procedures, cultivars, and origin of the fruit (Diep *et al.*, 2021).

266 *Buriti*, *bacaba*, *jussara*, *açaí*, and *carnauba* presented higher values of TPC compared
267 to tamarillo, showing 435.08 and 362.90, 1,759.27, 755.0, 454.0, and 830.0 mg AGE/100g,
268 respectively (Rufino *et al.*, 2010; Finco *et al.* 2012; Cândido *et al.*, 2015). In turn, *bacuri*, *cajá*,
269 apple, red grape, black plum, *umbu*, and pineapple showed lower values of TPC than tamarillo
270 (23.8, 72.0, 73.96, 80.28, 88.28, 90.4, and 94.04 mg GAE/100 g, respectively) (Rufino *et al.*,
271 2010; Fu *et al.*, 2011). For FRAP and TEAC, lower values were observed for all fruits cited
272 before (Rufino *et al.*, 2010; Fu *et al.*, 2011; Finco *et al.* 2012; Cândido *et al.*, 2015).

273 The FRAP assay is a simple, cheap, and fast method and evaluates with more affinity
274 compounds such as ascorbic acid, *a*-tocopherol, uric acid, bilirubin and catechins (Benzie &
275 Devaky, 2018). The TEAC assay was developed to determine especially hydrophilic
276 antioxidants (Cano & Arnao, 2018). Nonetheless, there are other antioxidant compounds of
277 great interest such as carotenoids, tocopherols and flavonoids, which are neglected by those
278 methods (Benzie & Devaky, 2018; Cano & Arnao, 2018). The *Folin-Ciocalteu* is also a

279 nonspecific method, even though is an assay to evaluate the total phenolic compounds, the
 280 analysis may be influenced by other compounds such as sugars (Shahidi & Ambigaipalan,
 281 2015). Hence, a more sensible and specific method is recommendable when the food matrix
 282 seems to be a phenolic compounds resource.

283 Phenolic compounds can be classified as phenolic acids, flavonoids, stilbenes,
 284 coumarins, lignans, and tannins according to their chemical structure (Shahidi & Ambigaipalan,
 285 2015). Phenolic acids and anthocyanin were the groups of the phenolic compounds searched by
 286 the HPLC-DAD-MS analysis. Thus, were identify nine phenolic compounds present in the
 287 tamarillo pulp, where six were phenolic acids from the hydroxycinnamic acid subclass, and
 288 three were flavonoid from the anthocyanin subclass (**Table 6**).

Table 6. Phenolic compounds from tamarillo pulp identified by HPLC-DAD-MS.

Phenolic acids				
Peak	Retention time	[M-H]⁻(m/z)	(λ_{máx})	Putative identification
1	6.21	515	485	Dicaffeoylquinic acid
2	8.24	341	593	Caffeoylglucoside acid
3	11.25	353	655	5-caffeoylquinic acid
4	12.25	355	655	Feruloylglucoside acid
5	22.70	521	655	Rosmarinic acid glucoside
6	23.49	359	655	Rosmarinic acid
Anthocyanins				
Peak	Retention time	[M]⁺(m/z)	(λ_{máx})	Putative identification
1	4.33	611	529	Delphinidin-3- <i>O</i> -rutinoside
2	5.17	595	698	Cyanidin-3- <i>O</i> -rutinoside
3	6.12	579	505	Pelargonidin-3- <i>O</i> -glucoside

[M-H]⁻(m/z): ; [M]⁺(m/z): ; (λ_{máx}): .

289 Hydroxycinnamic acids derivatives are the most common phenolic acids present in the
 290 plants. Of those, caffeic, *p*-coumaric and ferulic acids, frequently occur in foods as simple esters
 291 with quinic acid or glucose. The beneficial health effects associated with the phenolic acids are
 292 antioxidant, antimutagenic, anticarcinogenic, anti-inflammatory and antimicrobial activities
 293 (Shahidi & Ambigaipalan, 2015; Santos-Buelga & González-Paramás, 2019). Dicaffeoylquinic
 294 acid, dehydrodiferulic acid, caffeoylquinic acid, rosmarinic acid, *p*-coumaric acid, caffeic acid,
 295 and ferulic acid are some of the hydroxycinnamic acids already detected in the tamarillo pulp
 296 (Mertz *et al.*, 2009; Espin *et al.*, 2016; García *et al.*, 2016; Mutalib *et al.*, 2016).

297 Anthocyanin is a subclass of flavonoids and is responsible for the vibrant and distinctive
 298 color of grapes, berries, apples and roses. It is the most important water-soluble pigment in
 299 plants, which has a significant antioxidant activity (Shahidi & Ambigaipalan, 2015; Martinez
 300 *et al.*, 2017). The presence of anthocyanins in tamarillo is observed specifically in purple and
 301 red varieties. In the pulp, delphinidin-3-*O*-rutinoside, cyanidin-3-*O*-rutinoside, cyanidin-3-*O*-

302 glucoside, pelargonidin-3-*O*-rutinoside, pelargonidin-3-glucoside-5-rhamnoside, and
 303 delphinidin glucosyl rutinoside are some of the anthocyanins detected previously (De Rosso &
 304 Mercadante, 2007; Mertz *et al.*, 2009; Osorio *et al.*, 2012; Espin *et al.*, 2016).

305 The phenolic compounds quantified in the tamarillo pulp are presented in the **Table 5**.
 306 The total quantified phenolic compounds represented 7.32 mg per 100 g of tamarillo pulp,
 307 among there 60.25 % are anthocyanins and 39.89 % were phenolic acids (**Table 5**).

Table 5. Phenolic compounds from tamarillo pulp quantified by HPLC-DAD-MS (mg/100 g).

Phenolic compounds	Tamarillo pulp
<i>Phenolic acids</i>	
5-caffeoylquinic acid	0.75 ± 0.00
Feruloylglucoside acid	1.81 ± 0.00
Rosmarinic acid	0.31 ± 0.00
<i>Total phenolic acids</i>	<i>2.92 ± 0.10</i>
<i>Anthocyanins</i>	
Pelargonidin-3- <i>O</i> -glucoside	3.77 ± 0.10
Cyanidin-3- <i>O</i> -rutinoside	0.64 ± 0.00
<i>Total anthocyanins</i>	<i>4.41 ± 0.10</i>
Total phenolic compounds	7.32 ± 0.00

308 An anthocyanin, pelargonidin-3-*O*-glucoside, followed by a phenolic acid,
 309 feruloylglucoside acid, were the most abundant compounds quantified in the tamarillo pulp
 310 (51.42 % and 25.58 %, respectively).

311 Pelargonidin-3-*O*-glucoside is an anthocyanin derivative which a β-D-glucosyl residue
 312 is linked to a pelargonidin at the 3'-hydroxy position of C-ring caring a hydroxyl group at the
 313 4'-position of B-ring. Beneficial biological effects have been associated with this compound
 314 (Karim *et al.*, 2022). The levels of pelargonidin-3-*O*-glucoside found in tamarillo pulps were
 315 higher than the values found in grape (0.39 mg/100 g of pulp) (Lima *et al.*, 2015) and two
 316 species of blackberry (0.16 and 0.05 mg/100 g of pulp) (Moreno-Medina *et al.*, 2022).

317 Feruloylglucoside is a hydroxycinnamic acids derivative resulting from the
 318 condensation of the carboxy group of the ferulic acid with a β-D-glucosyl, which has a role as
 319 antioxidant (NCBI, 2023). In tamarillo pulp, feruloylglucoside acid contents were higher than
 320 those found in blackcurrant (0.11 mg/100 g of pulp) (Mäkilä *et al.*, 2016).

321 The tamarillo is an edible fruit with a high moisture content, elevated antioxidant
 322 capacity and significant phenolic profile, being a prominent raw material for new food
 323 development. Therefore, in this work, tamarillo jams *for special purposes* were manufactured
 324 and characterized.

325 *Tamarillo jams for special purposes*

326 Tamarillo jams have already been obtained (González-Cuello et al., 2018; Contreras *et*
 327 *al.*, 2016; Bernert et al., 2015), however tamarillo jams *for special purposes* sweetened with
 328 xylitol and erythritol are described for the first time (**Figure 2**). The tamarillo jam with sugar
 329 reached 65 °Brix, as recommended by Brazilian legislation (Brasil, 2005). The tamarillo jams
 330 with xylitol, with erythritol and with xylitol and erythritol reached 63, 40, 60 °Brix, respectively.
 331 The reduced levels of this parameter are justified by the decrease in soluble solids, typical
 332 behavior of products *for special purposes* since there is no added sugar. Unlike conventional
 333 jam, Brazilian legislation does not define a °Brix parameter for jams *for special purposes*.



334
 335 **Figure 2.** Tamarillo low-calorie jam

336 After filling, the jam sweetened with erythritol crystallized, therefore analyzes with this
 337 jam were not performed. This crystallization was also observed in *açaí* candies sweetened with
 338 erythritol (Alves *et al.*, 2014; da Silva *et al.*, 2016). Erythritol presents a medium solubility and
 339 high crystallization capacity, justifying this behavior (Regnat *et al.*, 2018).

340 The characterization of the physicochemical parameters of the tamarillo jams were
 341 realized as presented in **Table 7**. Values for total soluble solids (TSS), pH, moisture, sucrose,
 342 glucose and total acidity were evaluated.

Table 7. Physicochemical parameters of tamarillo jams

Parameters	Tamarillo jam with sugar	Tamarillo jam with xylitol	Tamarillo jam with xylitol and erythritol
TSS (° Brix)	65.00 ± 0.00 ^a	63.00 ± 0.00 ^b	60.00 ± 0.00 ^c
pH	3.90 ± 0.01 ^a	4.01 ± 0.01 ^a	4.01 ± 0.01 ^b
Moisture (g/100g)	29.01 ± 2.94 ^a	28.66 ± 0.69 ^a	34.98 ± 3.88 ^b
Sucrose (g/100g)	3.46 ± 0.86 ^a	ND	ND
Glucose (g/100g)	1.99 ± 0.02 ^a	1.43 ± 0.01 ^b	1.54 ± 0.03 ^c
Total acidity (g mEq/100g)	8.39 ± 0.46 ^a	8.64 ± 0.10 ^b	9.49 ± 0.27 ^b

ND: Not Detected. Results expressed as mean \pm SD. Different superscript letters on the same line indicate a significant difference to the jams (One-way ANOVA test followed by Tukey's post-test; $p < 0.05$).

343

344 The total acidity showed consistence with the values of pH, where the acidity of
345 tamarillo jam with sugar being significantly different from the low-calorie jams ($p < 0.0001$).
346 The high acidity of jams can be explained by the inherent acidity of the fruit, which can vary
347 from 4.5 to 8.1 % of organic acids depending on the variety (Whang & Zhu, 2020).

348 Fruit jams must have a maximum moisture content of 35 % (Brazil, 1998; Brazil, 2005).
349 All the jams obtained by the present study are in accordance with the current legislation since
350 the moisture contents were below the stipulated and did not present a significant difference
351 between them ($p = 0.1849$). This similarity can be justified, since the same proportion of sugar
352 and sweetener was used for all prepared jams.

353 Sucrose was detected only in the tamarillo jam with sugar, once only this one had added
354 sugar in its production. Glucose was detected in all jams, with very low values, although the
355 values were significantly different ($p < 0.0001$). The tamarillo contains between 6.3 and 11.0%
356 of glucose in its pulp, differing according to its variety (Wang & Zhu, 2020). The glucose
357 detected in the jams, including in the low-calorie ones, originates from the fruit and varies due
358 to its inherent composition.

359 Tamarillo jams *for special purposes* were studied before, nonetheless those were
360 prepared with orange tamarillo variety and sweetened with sucralose and with stevia (Contreras
361 *et al.*, 2016). The jams obtained in our work had lower moisture contents when compared to
362 those with sucralose and with stevia. The preparation can justify that difference, since the
363 tamarillo jams prepared previously contained 60 % of tamarillo pulp, while in our work the
364 jams contained 50 % of tamarillo pulp. Concerning the acidity, the tamarillo jams of our study
365 presented higher values. As already mentioned, the acidity of the tamarillo fruit is high and
366 changes according to the variety, which justifies the difference in acidity between the jams
367 (Whang & Zhu, 2020).

368 Sousa *et al.* (2020) produced three types of *buriti* jam: one control, with sugar, and two
369 *for special purposes*, with less sugar and with sorbitol, stevia and xylitol. The authors evaluated
370 the jams regarding their physicochemical composition in two different times (1 day and 90
371 days). The jams *for special purposes* obtained in our study showed lower and more consistent
372 moisture contents. The *buriti* jam sweetened exclusively with sweeteners was produced with

373 90.88 % of fruit pulp, while the tamarillo jams, with 50%, explaining the difference. Regarding
 374 the pH, when compared, the jams from the two studies are similar. The similarity can be
 375 justified, since the pH of tamarillo and *buriti* fruits are similar, 3.6 and 3.7, respectively (Sousa
 376 *et al.*, 2020).

377 The nutritional labelling provided by the industry has the role to inform to the consumers
 378 what are the constituents and in how amount it is present in the food product they are consuming
 379 according to the country regulation (Crocker *et al.*, 2020; Carruba *et al.*, 2021). **Table 8** presents
 380 the values of the nutritional information of tamarillo jams according to the current legislation.

Table 8. Nutritional information of tamarillo jams based in current legislation.

Nutrients	Tamarillo jam with sugar			Tamarillo jam with xylitol			Tamarillo jam with xylitol and erythritol		
	100 g	20 g	% VDR*	100 g	20 g	% VDR*	100 g	20 g	% VDR*
Energetic value (kcal)	207.57	41.51	2.08	130.15	26.03	1.30	70.15	14.03	0.70
Total carbohydrates (g)	52.33	10.47	3.49	50.00	10.00	3.33	50.00	10.00	3.33
Total sugars (g)	50.16	10.03	ND	0.00	0.00	ND	0.00	0.00	ND
Added sugars (g)	50.00	10.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Proteins (g)	0.04	0.01	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04	0.01	0.02
Total fat (g)	0.29	0.06	0.09	0.29	0.06	0.09	0.29	0.06	0.09
Saturated fat (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Trans</i> fat (g)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Alimentary fiber (g)	2.17	0.43	1.74	2.17	0.43	1.74	2.17	0.43	1.74
Sodium (mg)	2.25	0.45	0.02	2.25	0.45	0.02	2.25	0.45	0.02

* % VDR: Daily intake reference values; ND: Not defined by current legislation.

381 The replacement of sugar for the xylitol and the xylitol and erythritol led to a 33.30 %
 382 and 66.20 %, respectively, reduction of the energetic value. The tamarillo jam sweetened with
 383 xylitol and erythritol presented the lower energetic value, followed by the tamarillo jam with
 384 xylitol. The erythritol is a non-calorie sweetener, while xylitol is a low-calorie (2.4 kcal/g)
 385 (Regnat *et al.*, 2018; Salli *et al.*, 2019). All jams showed low levels of protein, fat (total,
 386 saturated and *trans*), alimentary fiber, and sodium by portion. The tamarillo jams *for special*
 387 *purposes* presented lower energetic values when compared to the *buriti* jams (Sousa *et al.*,
 388 2020).

389 The front-of-pack labeling shows up as a supplementary information to allow consumers
 390 to make healthier choices in the context of the increase of non-communicable diseases (Crocker
 391 *et al.*, 2020; Carruba *et al.*, 2021). Considering the new legislation, the tamarillo jam with sugar
 392 would have the front-or-pack labelling of “*high in added sugar*” hence the amount of added
 393 sugar exceeds what is established by law (maximum of 15g per 100g) (Brasil, 2020b). When
 394 replaced by the sweeteners, the jams would not present any front-or-pack labelling, in addition

395 to being able to present claims such as "*reduced in calories*" and "*reduced in added sugars*"
396 (Brasil, 2020b).

397 *Foods for special purposes* can present higher prices when compared to the
398 conventional one due to the elevated cost of the sweeteners (Sandrou & Arvanitoyannis, 2000).
399 To study these differences, the cost of producing a package (200 g) of tamarillo jams is
400 presented in **Table 9**.

Table 9. Production cost of a commercial package of tamarillo jams (200 g).

Ingredients and package	Tamarillo jam with sugar	Tamarillo jam with xylitol	Tamarillo jam with xylitol and erythritol
Tamarillo	1.04	1.04	1.04
Sugar	0.05	0.00	0.00
Xylitol	0.00	1.35	0.67
Erythritol	0.00	0.00	0.50
Pectin	0.60	0.60	0.60
Citric acid*	0.00	0.00	0.00
Package	0.37	0.37	0.37
Total (USD\$/200 g)	1.58	2.88	2,71

\$1.00 American Dolar (USD) equal to \$4.82 Brazilian Real (BRL) (Conversion: July 12, 2023, at 22:00).

401

402 As expected, the sweeteners defined the variation in the cost of the jams, since it was
403 the only ingredient that changed in all preparations. Tamarillo jam with sugar had the lowest
404 production cost, while tamarillo jams *for special purposes* had a higher production cost,
405 nonetheless this increase did not reach twice the cost of the production of the jams.

406 There are few studies that evaluate the cost of producing jellies, and for the best of our
407 knowledge, the study of the cost of production of tamarillo jams *for special purposes* are
408 presented for the first time. A goji berry jam with the addition of passion fruit pectin had the
409 production cost analyzed (Araújo *et al.*, 2020). Considering the price of dehydrated goji berry,
410 passion fruit and demerara sugar to define the cost of production, USD\$ 1.46 per 200g of jam
411 was reached (Araújo *et al.*, 2020).

412 When comparing the goji berry jam and the tamarillo jam with sugar, it is possible to
413 observe that they had a similar cost. However, when compared the tamarillo jams *for special*
414 *purposes*, it is observed that the goji berry jam presented a lower cost. The elaboration of
415 tamarillo jams *for special purposes* using passion fruit pectin should be carried out to
416 investigate if this substitution can be an alternative to reduce the cost of these jams.

417 **Conclusion**

418 Tamarillo pulp presented high moisture and acidity content, as well as high antioxidant capacity
419 when evaluated by TPC, FRAP and TEAC assays. Six phenolic acids from the
420 hydroxycinnamic acid subclass, and three flavonoids from the anthocyanin subclass were
421 identified by the HPLC-DAD-MS analysis. Perlargonidin-3-*O*-glucoside and feruloylglucoside
422 acid were most abundant phenolic compounds quantified in the tamarillo pulp. This finding
423 shows how tamarillo pulp is an outstanding raw material for innovative product development.
424 Three formulations of tamarillo jellies were successfully obtained, tamarillo jam with sugar,
425 tamarillo jam with xylitol and tamarillo jam with xylitol and erythritol. The replacement of
426 sugar by sweeteners decreased calories, total sugar and added sugars in all tamarillo jams *for*
427 *special purposes*, in addition to impacting the cost of producing. The work provides data for
428 future investigations on the sensory analysis and bioactivity of the products.

429 **Credit author statement**

430 Samary da Silva, M. de A.: Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing - Original
431 draft, Visualization. Esperança, I. P. L. C.: Formal analysis, Investigation, Data curation. Das
432 Chagas, A. C.: Formal analysis, Investigation. Monteiro, M.: Methodology, Validation,
433 Supervision, Resources, Funding Acquisition. Nunes da Fonseca, J. C.: Conceptualization,
434 Methodology, Validation, Investigation, Resources, Data Curation, Writing - Review &
435 Editing, Supervision, Project Administration, Funding Acquisition.

436 **Declaration of Competing Interest**

437 The authors declare that they have no known competing financial interests or personal
438 relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

439 **Data availability**

440 Data will be made available on request.

441 **Funding**

442 This work was supported by Project INOVA/UNIRIO, December 2017.

443 **References**

- 444 AOAC. Association of Official Analytical Chemists (2000). Official Methods of Analysis Chemists. 17a Ed.
445 Alves, A. C. P., Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Fonseca, R. C. C., & Silva, L. B. Influência da concentração de
446 polióis na textura de balas moles com açaí. Anais do 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica,
447 2014.

- 448 Araujo, A. C. e S. de, Araujo, J. M. e S. de, Rezende, A. J. de, Claro, P. S., & Araújo, R. L. de O. (2020).
449 Elaboration of goji berry jam, produced by hand, with the addition of pectin from the passion fruit peel.
450 Research, Society and Development, 9(6), e108963454. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i6.3454>.
- 451 Bernert, V. M., dos Santos, I. V., Quast, E., Quast, L. B., & Raupp, D. S. (2015). DESENVOLVIMENTO DE
452 GELEIA LIGHTDE TAMARILLO (*Cyphomandra betacea* Sendt) – AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA.
453 Revista NUTRIR, 1.
- 454 Belović, M., Torbica, A., Pajić-Lijaković, I., & Mastilović, J. (2017). Development of low calorie jams with
455 increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. Food Chemistry, 237, 1226–1233.
456 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.045>.
- 457 Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant
458 power”: the FRAP assay. Analytical Biochemistry, 239, 1, 70-76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
- 459 Benzie, I.F.F., & Devaki, M. (2018). The ferric reduced/antioxidant power (FRAP) assay for nonenzymatic
460 antioxidant capacity: concepts, procedures, limitations and applications. In: APAK, R.; CAPANOGLU, E.;
461 SHAHIDI, F. Measurement of antioxidant activity and capacity: Recent trends and applications. Wiley, p.
462 77-106. <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch5>
- 463 Brasil. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde – MS. (1998). Portaria n° 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova
464 o Regulamento Técnico referente para Alimentos para Fins Especiais. Diário Oficial da União.
- 465 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. (2005). Resolução da Diretoria
466 Colegiada – RDC n° 272, de 22 de setembro de 2008. Aprovar o Regulamento Técnico para Produtos de
467 Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis”. Diário Oficial da União.
- 468 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. (2008). Resolução da Diretoria
469 Colegiada – RDC n° 18, de 24 de março de 2008. Dispõe sobre o "Regulamento Técnico que autoriza o
470 uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos". Diário Oficial da União.
- 471 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. (2020). Resolução da Diretoria
472 Colegiada – RDC n° 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos
473 embalados. Diário Oficial da União.
- 474 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. (2020). Instrução Normativa –
475 IN n° 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem
476 nutricional nos alimentos embalados. Diário Oficial da União.
- 477 Carruba, M. O., Caretto, A., De Lorenzo, A., Fatai, G., Ghiselli, Lucchin, L., maffeis, C., Malavazos, A., Malfi,
478 G., Riva, E., Ruocco, C., Santini, F., Silano, M., Valerio, A., Vania, A., & Nisoli, E. (2022). Front-of-pack
479 (FOP) labelling systems to improve the quality of nutrition information to prevent obesity: NutrInform
480 Battery vs Nutri-Score. Eat Weight Disord, 27, 1575–1584. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01316-z>.
- 481 Chagas, A. S. C., Castro, I. P. L., Silva, M. A. S., Monteiro M. C., & Fonseca, J. C. N. (2020). Biscoito tipo cookie
482 elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de tamarillo (*Solanum betaceum*):
483 caracterização química e sensorial. SEMEAR, 2, 1.
- 484 Contreras, K., Figueroa, J., & Márquez, C. (2016). Characterization of tamarillo jam (*Cyphomandra betacea*) made
485 with non-caloric sweeteners. Agronomía Colombiana Suplemento, 1, 990-993.
- 486 Cândido, T. L. N., Silva, M. R., & Agostini-Costa, T. S. (2015). Bioactive compounds and antioxidant capacity of
487 buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. Food Chemistry, 177, 313–319.
488 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.041>
- 489 Croker, H., Packer, J. P., Russell, S. J., Stansfield, C., & Viner, R. M. (2020). Front of pack nutritional labelling
490 schemes: a systematic review and meta-analysis of recent evidence relating to objectively measured
491 consumption and purchasing. Journal of Human Nutrition and Dietetics, 33, 4, 518-537.
492 <https://doi.org/10.1111/jhn.12758>
- 493 Cano, A., & Arnao, M. (2018). ABTS/TEAC (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)/Trolox@-
494 Equivalent Antioxidant Capacity) radical scavenging mixed-mode assay. Wiley, 117-139.
495 <https://doi.org/10.1002/9781119135388.ch7>.

- 496 Da Silva, L. B., Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Fonseca, R. C. C. da, Germer, S. P. M., & Efraim, P. (2016). Chewy
497 candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açai) on texture and sensorial
498 properties. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 268–274. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.006>
- 499 De Rosso, V. V., & Mercadante, A. Z. (2007). HPLC–PDA–MS/MS of Anthocyanins and Carotenoids from
500 Dovyalis and Tamarillo Fruits. *J. Agric. Food Chem.*, 55(22), 9135–9141.
501 <https://doi.org/10.1021/jf071316u>
- 502 Diep, T. T., Yoo, M. J. Y., & Rush, E. (2022). Effect of In Vitro Gastrointestinal Digestion on Amino Acids,
503 Polyphenols and Antioxidant Capacity of Tamarillo Yoghurts. *Int. J. Mol. Sci.*, 23(5), 2526.
504 <https://doi.org/10.3390/ijms23052526>
- 505 Diep., T. T., Rush, E. C., & Yoo, M. J. Y. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A Review of
506 Physicochemical and Bioactive Properties and Potential Applications. *Food Reviews International*, 38,
507 1343-1367. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1804931>
- 508 Do Nascimento, G. E., Corso, C. R., Werner, M. F. P., Baggio, C. H., Iacomino, M., & Cordeiro, L. M. C. (2015).
509 Structure of an arabinogalactan from the edible tropical fruit tamarillo (*Solanum betaceum*) and its
510 antinociceptive activity. *Carbohydrate Polymers*, 116, 300-306.
511 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.03.032>
- 512 Do Nascimento, G. E., Hamm, L. A., Baggio, C. H., Werner, M. F., Iacomini, M., & Cordeiro, L. M. C. (2013).
513 Structure of a galactoarabinoglucuronoxylan from tamarillo (*Solanum betaceum*), a tropical exotic fruit,
514 and its biological activity. *Food Chemistry*, 141, 1, 510-516.
515 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.023>
- 516 Lima, M. S., Dutra M. C. P., Toaldo, I. M., Correa, L. C., Pereira, G. E., Oliveira, D., Bordignon-Luiz, M. T., &
517 Ninow, J. L. (2015). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced
518 in industrial scale by different processes of maceration. *Food Chemistry*, 188, 384-392.
519 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.014>
- 520 Espin, S., Gonzalez-Manzano, S., Taco, V., Poveda, C., Ayuda-Durán, B., Gonzalez-Paramas, A. M., & Santos-
521 Buelga, C. (2016). Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian
522 cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). *Food Chemistry*, 194, 1073-1080.
523 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.131>
- 524 Fernandino, C. M., Nepomuceno, A. T., Fonseca, H. C., Bastos, R. A., & de Lima, J. P. (2021). Physicochemical
525 properties of tamarillo pulp (*Solanum betaceum*) and its applicability in the production of ice cream.
526 *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, e2020090. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09020>
- 527 Fu, L., Xu, B. T., Xu, X. R., Gan, R. Y., Zhang, Y., Xia, E. Q., & Li, H. B. Antioxidant Capacities and Total
528 Phenolic Contents of 62 Fruits. *Food Chemistry*, 129(2), 345–350.
529 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- 530 Finco, F. D. B., Kammerer, D. R., Carle, R., Tseng, W.-H., Böser, S., & Graeve, L. (2012). Antioxidant Activity
531 and Characterization of Phenolic Compounds from Bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) Fruit by HPLC-
532 DAD-MSn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(31), 7665–7673.
533 <https://doi.org/10.1021/jf3007689>.
- 534 González-Cuello, R. E., Pájaro, K., Acevedo, W., & Ortega-Toro, R. (2018) Study of the Shelf Life of a Low-
535 Calorie Jam Added with Microencapsulated Probiotics. *Contemporary Engineering Sciences*, 11, 25, 1235
536 – 1244. <https://doi.org/10.12988/ces.2018.83112>
- 537 Gannasin, S. P., Ramakrishnan, Y., Adzahan, N. M., & Muhammad, K. (2012). Functional and preliminary
538 characterisation of hydrocolloid from tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) puree. *Molecules*, 7(6), 6869-
539 6885. <https://doi.org/10.3390/molecules17066869>.
- 540 Gava, A. J. *Princípios de Tecnologia de Alimentos*. 1ª Ed. São Paulo: Nobel, 1998.
- 541 Garcia, J. M.; Prieto, L. J.; Guevara, A.; Malagon, D., & Osorio, C. (2016). Chemical Studies of Yellow Tamarillo
542 (*Solanum Betaceum* Cav.) Fruit Flavor by Using a Molecular Sensory Approach. *Molecules*, 21(12), 1729.
543 <https://doi.org/10.3390/molecules21121729>

- 544 Inada, K. O. P., Oliveira, A. A., Revorêdo, T. B., Martins, A. B. N., Lacerda, E. C. Q., Freire, A. S., Braz, B. F.,
545 Santelli, R. E., Torres, A. G., Perrone, D., & Monteiro, M. C. (2015). Screening of the chemical composition
546 and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their
547 fractions. *Journal of Functional Foods*, 17, 422-433. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.002>
- 548 Karim, N., Shishir, M.R.I., Li, Y., Zineb, O.Y., Mo, J., Tangpong, J., & Chen, W. (2022). Pelargonidin-3-O-
549 Glucoside Encapsulated Pectin-Chitosan-Nanoliposomes Recovers Palmitic Acid-Induced Hepatocytes
550 Injury. *Antioxidants*, 11, 623. <https://doi.org/10.3390/antiox11040623>
- 551 Kinupp, V.F. and Lorenzi, H. (2014) Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: Guia de
552 identificação, aspectos nutricionais e receitas. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, São Paulo.
- 553 Kadir, N. A. A. A., Rahmat, A., & Jaafar, H. Z. E. (2015). Protective effects of tamarillo (*Cyphomandra betacea*)
554 extract against high fat diet induced obesity in Sprague-Dawley rats. *Journal of obesity*.
555 <https://doi.org/10.1155/2015/846041>.
- 556 Kou, M. C., Yen, J. H., Hong, J. T., Wang, C. L., Lin, C. W., & Wu, M. J. (2009). *Cyphomandra Betacea* Sendt.
557 Phenolics Protect LDL from Oxidation and PC12 Cells from Oxidative Stress. *LWT Food Sci. Technol.*,
558 42(2), 458–463. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.010>
- 559 Lister, C., Morrison, S., Kerkhofs, N., & Wright, K. (2005). The Nutritional Composition and Health Benefits of
560 New Zealand Tamarillos. *Crop Food Res Confidential Rep.*, 1281, 29.
- 561 Martinez, K. B., Mackert, J. D., & McIntosh, M. K. (2017). Polyphenols and Intestinal Health. In *Nutrition and*
562 *Functional Foods for Healthy Aging* (pp. 191–210). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805376-](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805376-8.00018-6)
563 [8.00018-6](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805376-8.00018-6).
- 564 Mäkilä, L., Laaksonen, O., Alanne, A. L., Kortensniemi, M., Kallio, H., & Yang, B. (2016). Stability of
565 Hydroxycinnamic Acid Derivatives, Flavonol Glycosides, and Anthocyanins in Black Currant Juice. *J.*
566 *Agric. Food Chem.*, 64, 22, 4584–4598. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b01005>
- 567 Mejía-Bustamante, L., Vasquez-Cadenillas, R., Terrones-Miranda, M., Paredes-Goycochea, M., & Salazar-
568 Campos, J. (2022). Alcoholic drink based on golden gooseberry (*Physalis peruviana*) and tree tomato
569 (*Solanum betaceum*): Chemical and sensory characterization. *Agroindustrial Science*, 12(3), 355-363.
570 <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.03.15>
- 571 Mertz, C., Brat, P., Caris-Veyrat, C., & Gunata, Z. (2010). Characterization and Thermal Lability of Carotenoids
572 and Vitamin C of Tamarillo Fruit (*Solanum Betaceum* Cav.). *Food Chemistry*, 119(2), 653–659.
573 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.07.009>
- 574 Moreno-Medina, B.L., Casierra-Posada, F. & Medina-Vargas, O.J. (2023). Phenolic Profile and Antioxidant
575 Capacity of Blackberry Fruits (*Rubus* spp) Grown in Colombia. *Erwerbs-Obstbau* 65, 1047–1056 (2023).
576 <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00793-5>
- 577 Mutalib, M. A., Rahmat, A., Ali, F., Othman, F., & Ramasamy, R. (2017). Nutritional Compositions and
578 Antiproliferative Activities of Different Solvent Fractions from Ethanol Extract of *Cyphomandra Betacea*
579 (*Tamarillo*) Fruit. *Malays. J. Med. Sci.*, 24(5), 19–32. <https://doi.org/10.21315/mjms2017.24.5.3>
- 580 Mutalib, M. A., Ali, F., Othman, F., Ramasamy, R., & Rahmat, A. (2016). Phenolics Profile and Anti-proliferative
581 Activity of *Cyphomandra Betacea* Fruit in Breast and Liver Cancer Cells. *SpringerPlus*, 5(1), 2105.
582 <https://doi.org/10.1186/s40064-016-3777-x>
- 583 National Center for Biotechnology Information (2023). PubChem Compound Summary for CID 13962928, 1-O-
584 feruloyl-beta-D-glucose. Retrieved August 16, 2023. from [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-O-feruloyl-beta-D-glucose)
585 [O-feruloyl-beta-D-glucose](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1-O-feruloyl-beta-D-glucose).
- 586 Orqueda, M. E., Torres, S., Verón, H., Pérez, J., Rodríguez, F., Zampini, C., & Isla, M. I. (2021). Physicochemical,
587 microbiological, functional and sensory properties of frozen pulp of orange and orange-red chilto (*Solanum*
588 *betaceum* Cav.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 276. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109736>
- 589 Osorio, C., Hurtado, N., Dawid, C., Hofmann, T., Heredia-Mir, F. J., & Morales, A. L. (2012). Chemical
590 Characterisation of Anthocyanins in Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) And Andes Berry (*Rubus glaucus*
591 *Benth.*) Fruits. *Food Chem.*, 132(4), 1915–1921. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.12.026>

- 592 Ordóñez, R. M., Cardozo, M. L., Zampini, I. C., & Isla, M. (2009). Evaluation of Antioxidant Activity and
593 Genotoxicity of Alcoholic and Aqueous Beverages and Pomace Derived from Ripe Fruits of *Cyphomandra*
594 *betacea* Sendt. *J. Agric. Food Chem.*, 58(1), 331–337. <https://doi.org/10.1021/jf9024932>
- 595 Perin, A. D., & Sayuri, N. (2018). Perfil dos consumidores de produtos diet e light nos supermercados varejistas
596 de campo ourão, PR. *Revista Uningá*.
- 597 Philippi, S. T. (2015). Tabela de composição de alimentos: Suporte para decisão nutricional. 5ª Ed. Manole.
- 598 PAHO/WHO. Front-of-package labeling as a policy tool for the prevention of noncommunicable diseases in the
599 Americas. 2020.
- 600 Rodríguez-Leyton, M. (2019). Challenges for the consumption of fruits and vegetables. *Rev. Fac. Med. Hum.*, 19,
601 105-112.
- 602 Romero-Rodriguez, M., Vazquez-Oderiz, M., Lopez-Hernandez, J., & Simal-Lozano, J. (1994). Composition of
603 Babaco, Feijoa, Passionfruit and Tamarillo Produced in Galicia (North-west Spain). *Food Chem.*, 49(1),
604 23–27. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90168-6](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90168-6)
- 605 Regnat, K., Mach, R. L., & Mach-Aigner, A. R. (2018). Erythritol as sweetener—wherefrom and whereto? *Appl*
606 *Microbiol Biotechnol*, 102, 587–595. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8654-1>
- 607 Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity
608 applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26,
609 9–10, 1231-1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- 610 Benites, D. S. R., De Carrasco, R. R., & Zelada, C. R. E. (2017). Determinación de la máxima retención de
611 compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.).
612 *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83, 2, 174-186.
- 613 Rufino, M. do S. M., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010).
614 Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food*
615 *Chemistry*, 121(4), 996–1002. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>.
- 616 Santos-Buelga, C., & González-Paramás, A. M. (2019). Anthocyanins. In *Encyclopedia of Food Chemistry* (pp.
617 10–21). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21609-0>
- 618 Salazar-Lugo, R., Barahona, A., Ortiz, K., Chávez, C., Freire, P., Méndez, J., Bermeo, B., Santamaria, M., Salas,
619 H., & Oleas, M. (2016). Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el
620 perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, Ecuador. *Archivos*
621 *Latinoamericanos de Nutrición*.
- 622 Sandrou, D. K., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Low-Fat/Calorie Foods: Current State and Perspectives. *Critical*
623 *Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5), 427–447. <https://doi.org/10.1080/10408690091189211>
- 624 Shahidi, F., & Ambigaipalan, P. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant
625 activity and health effects – A review. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897.
626 <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.018>
- 627 Salli, K., Lehtinen, M., Tiihonen, K., & Ouwehand, A. C. (2019). Xylitol’s Health Benefits beyond Dental Health:
628 A Comprehensive Review. *Nutrients*, 11(8), 1813. <https://doi.org/10.3390/nu11081813>
- 629 Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation
630 substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
631 [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- 632 Sylvestsky, A. C., Jin, Y., Clark, E. J., Welsh, J. A., Rother, K. I., & Talegawkar, S. A. (2017). Consumption of
633 Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. *Journal of the Academy of*
634 *Nutrition and Dietetics*, 117(3), 441–448.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.11.004>
- 635 Sousa, P. B., Machado, M. R. G., Moura Filho, J. M., Feitosa, I. S. C., & Fialho Filho, A. (2020). Conventional,
636 light and diet buriti jam: development, physical-chemical, microbiological and sensory characterization.
637 *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 21272–21293. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-338>

- 638 Vasco, C., Avila, J., Ruales, J., Svanberg, U., & Kamal-Eldin, A. (2009). Physical and Chemical Characteristics
639 of Golden-yellow and Purple-red Varieties of Tamarillo Fruit (*Solanum betaceum* Cav.). *Int. J. Food Sci.*
640 *Nutr.*, 60 Suppl 7(sup7), 278–288. <https://doi.org/10.1080/09637480903099618>
- 641 Wang, S., & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and
642 product innovation. *Trends in Food Science and Technology*, 95, 45-58.
643 <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.11.004>

**CAPÍTULO III – TAMARILLO (*SOLANUM BETACEUM* CAV.) LOW-CALORIE
JAMS: A SENSORY STUDY WITH CONSUMERS**

1 **Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) low-calorie jams: a sensory** 2 **study with consumers**

3 Manuela de Almeida Samary da Silva¹, Isabelle Paes-Leme de Castro Esperança², Luciana de Oliveira Silva¹,
4 Juliana Côrtes Nunes da Fonseca^{1*}.

5 **Affiliation:**

6 ¹Post Graduation Program in Food and Nutrition, Federal University of State of Rio de Janeiro, UNIRIO, Av.
7 Pasteur, 296, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Zip-code 22290-240, Brazil.

8 ²Post Graduation Program in Food Science, Federal University of Rio de Janeiro, UFRJ, Av. Athos da Silveira
9 Ramos, 149, Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ, zip code 21941-909, Brazil.

10 ***Corresponding author**

11 E-mail: jcortesnunes@gmail.com

12 **Abstract**

13 Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) is a healthy and tasty fruit mostly consume *in natura*, even
14 though tamarillo-based products have been described before. Increasing of prevalence of non-
15 communicable diseases, such as diabetes and obesity, highlights the needs for alternatives to
16 foods with high added sugar content. Tamarillo low-calorie jams formulations with xylitol, and
17 with xylitol and erythritol were evaluated according to its acceptance, purchase intention, word
18 association and consumers segmentation for the first time. Tamarillo jam with xylitol could be
19 an option in the need of a sugar-free product. Flavor and texture were the attributes most related
20 with the like and dislike with the jams. Consumption behaviors could interfere in acceptance
21 and purchase intention of tamarillo low-calorie jams.

22 **Keywords:** hierarchical cluster analysis; affective test; xylitol; erythritol; consumers
23 segmentation, word association.

24 **Introduction**

25 The search for healthy and tasty food increases every year. Tamarillo (*Solanum*
26 *betaceum* Cav.) is a versatile exotic fruit of the *Solanaceae* family that both qualities. As known
27 as the tree tomato, *chilto*, and *tomatão*, is an Andean fruit of unknown exact origin, however,
28 wild cultivars in Bolivia, Chile, Ecuador, Peru, and Brazil are found (Morton, 1987; Prohens &
29 Nuez, 2001). The tamarillo is cultivated in different parts of the world, including New Zealand
30 and Brazil (Chagas *et al.*, 2020). Source of bioactive compounds, such as vitamins, fibers,
31 carotenoids, and phenolic compounds (Whang & Zhu 2020), tamarillo has high antioxidant
32 activity and has been associated in the literature with several beneficial health effects in studies

33 both *in vitro* and *in vivo* (Gannasin *et al.*, 2012; Do Nascimento *et al.*, 2013; Kadir *et al.*, 2015;
34 Do Nascimento *et al.*, 2015; Salazar-Lugo *et al.*, 2016; Kengne *et al.*, 2019).

35 Tamarillo is a juicy bittersweet fruit which is mainly consumed *in natura*, however, its
36 frozen pulp, pieces in syrup, juices, drinks, sauces, and jams are found in the market. Tamarillo
37 powder (Al Mubarak *et al.*, 2019; Rohilla & Mahanta, 2022; Stephen *et al.*, 2022), ice cream
38 (Abdullah *et al.*, 2018; Fernandino *et al.*, 2021), cookie (Chagas *et al.*, 2020) and yogurt
39 (Pratama *et al.*, 2021; Diep *et al.*, 2022) enriched with tamarillo, drinks (Nuraeni *et al.*, 2019;
40 Angelica *et al.*, 2021; Pangestu *et al.*, 2021; Mejía-Bustamante *et al.*, 2022; Matute-Castro *et al.*,
41 *et al.*, 2022; Sylvi *et al.*, 2022), juices (Chen *et al.*, 2021) and jam (Guilherme *et al.*, 2012; Bernert
42 *et al.*, 2015; Contreras *et al.*, 2016; González-Cuello *et al.*, 2018) have already been studied.
43 Fresh fruits have a limited shelf-life because of their elevated water content; therefore, current
44 dietary recommendations promote the creation of fruit-based foods to minimize waste and
45 maximize the utilization of fruits and their health benefits (Rodríguez-Leyton, 2019).

46 The low-calorie foods are already consolidated in the market (Sylvetsky *et al.*, 2017)
47 This presence has expanded due to the increase in the prevalence of non-communicable
48 diseases, such as diabetes and obesity, and the enhancement of people's concern with a better
49 quality of life, leading to the adoption of a balanced diet (Perin & Sayuri, 2018). Low/no-calorie
50 sweeteners are used in the industry as a sugar substitute in food products, providing a sweet
51 taste and not contributing to the product's calories or sucrose content (Regnat *et al.*, 2018; Salli
52 *et al.*, 2019).

53 Xylitol and erythritol are polyols whose biological activities have been discussed in the
54 literature and their use in confectionery has been described (Regnat *et al.*, 2018; Salli *et al.*,
55 2019). Erythritol is a non-calorie and non-cariogenic sweetener, with a relative sweetness of
56 0.7, that has been associated with antioxidant and endothelium protective properties (Regnat *et al.*,
57 *et al.*, 2018). Xylitol is a low-calorie sweetener, with a relative sweetness of 1.0 and very well-
58 described benefits to oral health and seems to favor the absorption of calcium and B vitamins
59 and contribute to the maintenance of the health of the gastrointestinal tract (Salli *et al.*, 2019).

60 The association of low/no-calorie sweeteners is classically related to the reduction of
61 aftertaste (Sandrou & Arvanitoyannis, 2000). Erythritol is an excellent alternative for reducing
62 aftertaste, in addition, synergy studies have shown that xylitol and erythritol, when associated,
63 have the power to inhibit the growth of *Streptococcus mutans* cultures and limit caries (Regnat
64 *et al.*, 2018). However, changes in the sweetness and bitterness can be perceived by the

65 consumer when the sugar is replaced by a low/no-calorie sweetener, changing the food product
66 acceptance (Cadena *et al.*, 2012).

67 Jam is a popular and traditional way of preserving fruit. The formation of the gel, which
68 characterizes this product, is due to the interaction between pectin, sucrose, and acidity, derived
69 from the fruit and the sugar (Gava, 1998). Given the already described needs of the market,
70 low-calorie jams are manufactured and commercialized with the substitution of sugar with
71 low/no-calorie sweeteners (Belovic *et al.*, 2017). Tamarillo low-calorie jams were studied in
72 the literature before (González-Cuello *et al.*, 2018; Contreras *et al.*, 2016; Bernert *et al.*, 2015),
73 however, formulations with xylitol and erythritol are presented for the first time.

74 In this context, this work aimed to evaluate the tamarillo low-calorie jams according to
75 their acceptance, purchase intention, word association, and segmentation with consumers.

76 **Material and methods**

77 **Material**

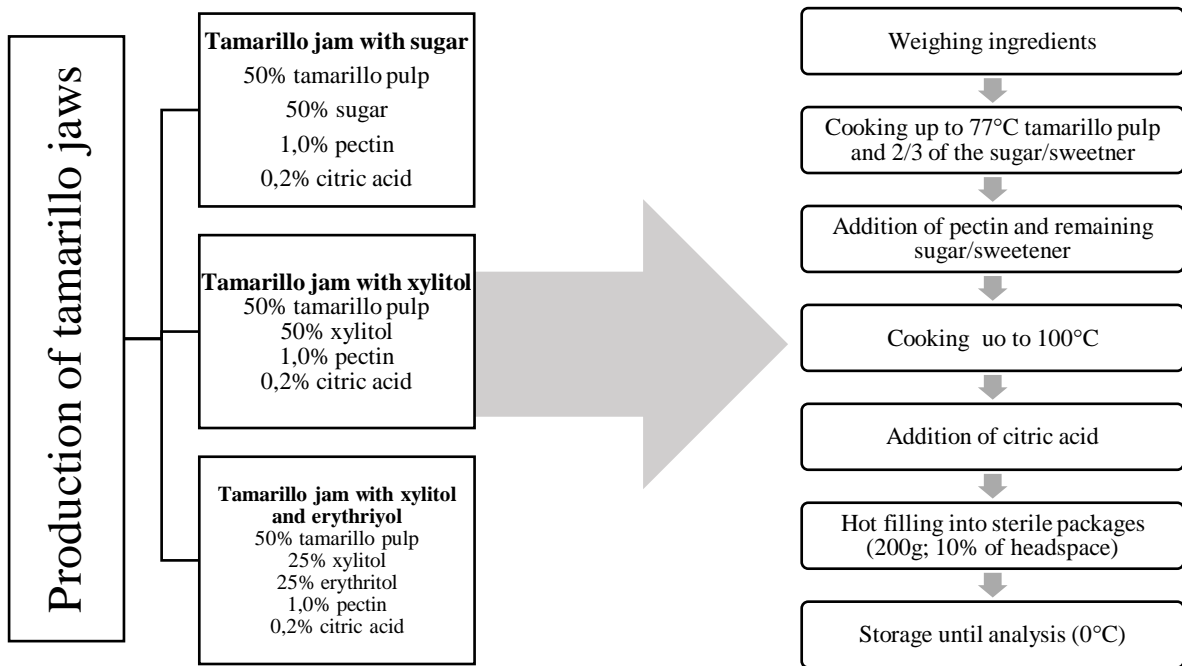
78 Red variety of tamarillo fruits were obtained at the Rio de Janeiro State Supply Center
79 (CEASA–RJ) in May 2019. Sugar and sweeteners (xylitol and erythritol) were purchased in the
80 same period in commercial centers.

81 **Tamarillo low-calorie jams manufacture**

82 **Figure 1** shows the ingredients and the flowchart of the production of tamarillo jams.
83 Sanitization was performed with a 100-ppm sodium hypochlorite solution for 15 minutes, then
84 selected and washed. Tamarillo pulp was obtained using a juice processor, after removing the
85 stalks and cutting the fruit. Three tamarillo jams were produced in equal proportions of
86 tamarillo pulp and different proportions of sugar or sweeteners. In all jams pectin and citric acid
87 were added. The identity and quality standards of fruit jams and low-calorie products in Brazil
88 is determined by ANVISA (Brasil, 1998; Brasil, 2005), therefore proportions were defined in
89 view of the current legislation.

90 After weighted, the pulp and the sugar or sweetener were added to a pot and cooked.
91 Pectin and the remaining sugar or sweetener were added and cooked after the cooking achieved
92 77 °C. Tamarillo jam with sugar had the cooking ceased when reached 65° Brix after 100 °C.
93 For the tamarillo low-calorie jams, cooking ceased when a final consistency was similar to the

94 control after reached 100 °C. Jams were hot filled in sterile packages with hermetic closure.
 95 Hot filling provided a vacuum seal of the packages. The jams were stored at 0 °C until analysis.



96

97

Figure 1. Tamarillo jams proportions and manufacture flowchart

98 **Tamarillo low-calorie jams study**

99 *Consumers acceptance and purchase intention of tamarillo low-calorie jams*

100 Jams were evaluated by sensory tests of acceptance and purchase intention following
 101 the methodology described by Meilgaard *et al.* (1999) and Dutcosky (2007), respectively,
 102 through hedonic scale (Peryam & Pilgrim, 1957). The project was submitted and approved
 103 (CAAE number: 69324117.8.0000.5285) by the research ethics committee at UNIRIO.

104 For the analyses, 100 consumers were voluntarily recruited and invited to the Sensory
 105 Analysis Laboratory (LASEN/UNIRIO) to evaluate the three jam samples. Participants were
 106 informed about tasting tamarillo jams, but not about the types and amounts of sweetening
 107 ingredients. Water and crackers were offered between samples in order to reduce the
 108 interference between samples. Participants agreed to the *informed consent form* and at the end
 109 of the sensory test a questionnaire containing socio-demographic variables and consumption
 110 behavior questions was applied.

111 The sensory test was carried out in individuals' booths in a monadic way, where each
 112 consumer received an average of 8g (1teaspoon) of each sample, coded with randomly defined

113 three-digit numbers, balanced between samples and for each consumer through Williams Latin
114 Square design. Each sample was accompanied by an acceptance test with a *9-point hedonic*
115 *scale* (where 1 “*Disliked extremely*” and 9 “*Like extremely*”) for the attributes: overall liking,
116 texture, taste, color, appearance, and aroma. For purchase intention, a *5-point hedonic scale*
117 (where 1 “*Definitely would not buy*” and 5 “*Definitely would buy*”). Also, were asked to the
118 consumers to answer with a word/terms two questions about preference in jams: “*What did you*
119 *like the most in the jam?*” and “*What did you dislike the most in the jam?*”.

120 **Statistical analysis**

121 Descriptive statistical analyses were used to express the results (mean \pm standard
122 deviation of triplicates; occurrence and frequency of sociodemographic and consumption
123 behavior information, and words/terms about preference). A *Word Cloud* graphic were
124 performed to represent the frequency of words and/phrases for each jam using the *infogram.com*
125 website. Data were submitted to a Hierarchical Cluster Analysis (HCA) performed with a
126 Euclidean distance and using Ward’s method. *One-way* ANOVA followed by Tukey *post-hoc*
127 test was used to study the differences between jams and clusters. *Chi-Square* test was applied
128 to identify statistical differences of frequencies between clusters. Were considered significant
129 *p* values < 0.05 . All statistical analyzes were performed using GraphPad Prism 5.0, XLSTAT
130 5.0, Microsoft Excel 365 software and R studio.

131 **Results and discussion**

132 *Acceptance and purchase of intention*

133 The acceptance and purchase intention are the most used tests in the literature and
134 development of new products. The application is easy, and results are obtained directly from
135 the consumer. These affective tests are the best way to identify the responses that new products
136 would have in the market (Alongi & Anese, 2021; Dutcosky, 2007). In this study acceptance,
137 purchase of intention, word association and segmentation of tamarillo low-calorie jams are
138 described. The socio-demographic and consumption behavior information is presented in **Table**
139 **2**.

140

141

142

Table 2. Socio-demographic and consumption behavior information of all consumers.

Socio-demographic and consume behavior information	All consumers (n=100)	Cluster 1 (n=34)	Cluster 2 (n=26)	Cluster 3 (n=17)	Cluster 4 (n=23)	<i>P</i>
<u><i>Gender</i></u>						
Female	74	82	62	76	74	
Male	26	18	38	24	26	< 0.0001
NA	0	0	0	0	0	
<u><i>Age</i></u>						
17 to 24 years old	45	62	31	41	39	
25 to 34 years old	35	18	50	41	39	
35 to 39 years old	7	6	4	12	9	< 0.0001
40 to 49 years old	3	0	4	6	4	
50 to 64 years old	5	9	4	0	4	
NA	5	6	8	0	4	
<u><i>Profession/Occupation</i></u>						
Student	69	74	69	59	70	
Nutritionist	14	12	12	18	17	
Professor	4	3	4	6	4	< 0.0001
Other	7	6	15	6	0	
NA	6	6	0	12	9	
<u><i>Income</i></u>						
Less than USD\$ 274.00	5	3	4	6	9	
USD\$ 274.00 to 821.00	19	15	12	29	26	
USD\$ 822.00 to 1,643.00	26	29	19	18	35	< 0.0001
USD\$ 1,644.00 to 2,465.00	9	15	4	6	9	
More than USD\$ 2,465.00	5	3	4	12	4	
NA	36	35	58	29	17	
<u><i>How often do you consume jelly?</i></u>						
Never	6	12	4	6	0	
Rarely	35	38	31	41	30	
Occasionally	44	44	50	24	52	< 0.0001
Frequently	10	6	4	24	13	
Very frequently	5	0	12	6	4	
<u><i>How often do you consume fruits or fruit-based products?</i></u>						
Never	0	0	0	0	0	
Rarely	1	3	0	0	0	
Occasionally	6	6	4	12	4	< 0.0001
Frequently	30	32	35	29	22	
Very frequently	63	59	62	59	74	
<u><i>Do you try fruits or products from fruits that you don't know?</i></u>						
Yes	90	85	96	76	100	
No	0	0	0	0	0	< 0.0001
Maybe	10	15	4	24	0	
<u><i>Do you consume products based on the health benefits they can provide?</i></u>						
Yes	92	97	96	88	83	
No	7	3	4	12	17	< 0.0001
Maybe	0	0	0	0	0	

\$1.00 American Dolar (USD) equal to \$4.82 Brazilian Real (BRL) (Conversion: July 12, 2023, at 22:00). Brazilian minimum wage (July, 2023): USD\$ 274.00. NA: Not Answered. *Chi-Square* test was applied to identify statistical differences of frequencies between clusters (*p value* < 0.05).

143

144

145

146 Tamarillo jams were evaluated by 100 untrained volunteers. Consumers age were
 147 between 17 and 62 years old (27.23 ± 0.19), with an income between BRL\$ 998.00 to 20,000.00
 148 ($5,585.00 \pm 4,156.10$) and were mostly female (74 %). Once the study was conducted in the
 149 Nutrition School of the Federal State University of Rio de Janeiro, the untrained volunteers
 150 were predominantly students (69 %), followed by nutritionists (14 %). Most consumers claimed
 151 to consume fruit or fruit-based products very frequently (63 %), as well, to consume products
 152 based on the health benefits they can provide (92 %). Also, most of the volunteers said that
 153 they are opened to try fruits or fruit-based products they do not know (90 %). Last but not least,
 154 most consumers accused eating jams occasionally or rarely (44 % and 35 %, respectively).

155 Scores obtained in sensory analysis with the consumers for each jam are shown in **Table**
 156 **3**. All tamarillo jams were positively evaluated for all attributes (between “*Like slightly*” and
 157 “*Like very much*”) and for purchase intention (between “*Might or might not buy*” and “*Probably*
 158 *would buy*”).

Table 3. Acceptance¹ and purchase intention² of tamarillo jams.

Attribute	Tamarillo jam with sugar	Tamarillo jam with xylitol	Tamarillo jam with xylitol and erythritol
Overall liking	7.81 ± 1.27 ^a	7.49 ± 1.43 ^{a,b}	7.30 ± 1.47 ^b
Appearance	8.11 ± 1.25 ^a	7.66 ± 1.42 ^b	7.81 ± 1.28 ^{a,b}
Color	8.41 ± 0.95 ^a	7.76 ± 1.34 ^b	8.02 ± 1.27 ^c
Aroma	7.48 ± 1.45 ^a	7.16 ± 1.50 ^{a,b}	7.08 ± 1.57 ^b
Texture	7.52 ± 1.81 ^a	7.12 ± 1.79 ^a	6.32 ± 2.23 ^b
Flavor	7.58 ± 1.64 ^a	7.24 ± 1.78 ^a	6.40 ± 1.96 ^b
Purchase intention	3.78 ± 1.12 ^a	3.50 ± 1.17 ^a	3.11 ± 1.22 ^b

¹9-point hedonic scale score (1=Dislike extremely; 2= Dislike very much; 3= Dislike moderately; 4= Dislike slightly; 5= Neither like nor dislike; 6= Like slightly; 7= Like moderately; 8= Like very much; 9= Like extremely). ²5-point hedonic scale score (1=Definitely would not buy; 2= Probably would not buy; 3= Might or might not buy; 4= Probably would buy; 5= Definitely would buy). Results expressed as mean ± SD. Different superscript letters on the same line indicate a significant difference to the jams (One-way ANOVA followed by Tukey's post-test; *p*-value < 0.05).

159

160 Tamarillo jam with sugar had positive scores for all the evaluated sensory attributes
 161 (between “*Like moderately*” and “*Like very much*”) and for purchase intention (between “*Might*
 162 *or might not buy*” and “*Probably would buy*”). Different tamarillo jams with sugar have already
 163 been studied (Guilherme *et al.*, 2012). The present study obtained greater acceptance and
 164 purchase intention compared to those found in the literature. Despite being similar, our
 165 tamarillo jam had more pulp, whereas the jam produced by Guilherme *et al.* (2012) presented
 166 less pulp (40 %). Possibly, this difference led to a difference in the fruit flavor perception,
 167 influencing the scores.

168 Comparing the tamarillo low-calorie jams and the control, tamarillo jam with xylitol
169 presented similar scores compared to the tamarillo jam with sugar for all sensory attributes,
170 except for “*appearance*” and “*color*”. On the contrary, tamarillo jam with xylitol and erythritol
171 differed significantly in all attributes, except for “*appearance*”.

172 Replacing sucrose in processed products generates changes in flavor, texture, color and
173 aroma, making it difficult to obtain products similar to conventional ones (Souza et al., 2020).
174 However, the present study obtained a low-calorie jam sensory similar to a sugar added one.
175 This success can be explained by the choice of xylitol as an alternative to sugar, since its use in
176 low-sugar confectionery is well reported due to its sweetening power (Salli et al., 2019).

177 Contrasting both tamarillo low-calorie jams, the jam sweetened with xylitol presented
178 higher scores for “*texture*”, “*flavor*” and “*purchase intention*” when compared to the jam with
179 xylitol and erythritol. Erythritol has a lower sweetening power when compared to xylitol, which
180 may explain the difference between jams (Regnat et al., 2018).

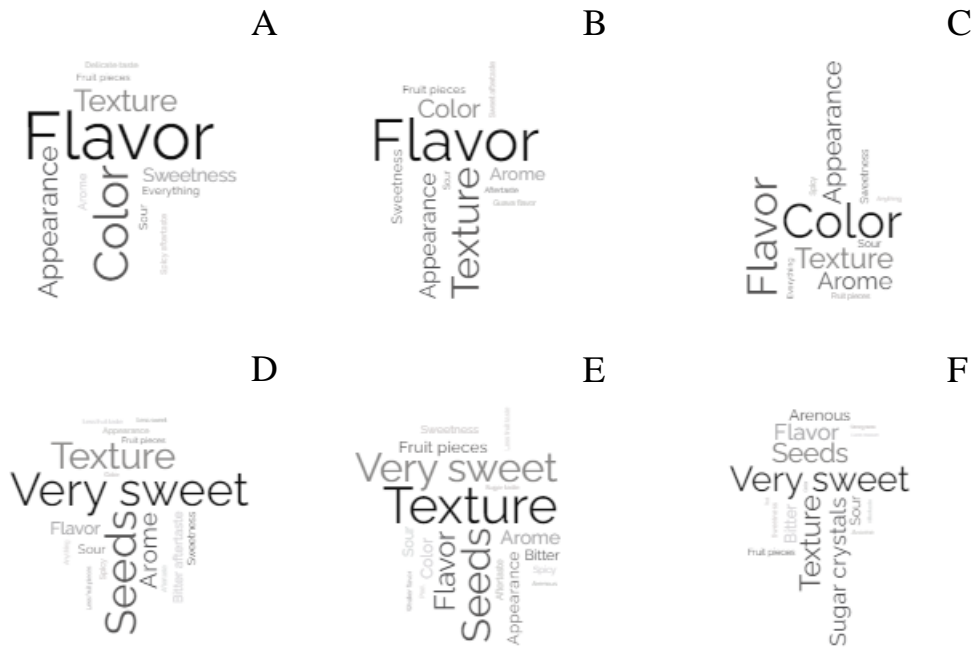
181 The tamarillo jams sweetened with sucralose and with stevia were sensory analyzed
182 (Contreras et al., 2016). For all attributes, except for “*aroma*”, the tamarillo jam with sucralose
183 presented higher scores compared to the tamarillo jam with stevia. Stevia has a pronounced
184 aftertaste, what can explain the difference between the jams. Anyway, all tamarillo low-calorie
185 jams were significantly different from the control, contrasting the results obtained in the present
186 study (Contreras et al., 2016). This data shows the importance of an adequate choice of non or
187 low-caloric sweeteners for new food products development.

188 To *buriti* jams, the scores assigned for all jams were similar for most attributes, including
189 overall acceptance (Souza et al., 2020). After 90 days of storage, the *buriti* jam with sugar
190 differentiated for all attributes evaluated. In general, *buriti* jam with sorbitol, stevia and xylitol
191 obtained lower scores compared to the present study (Souza et al., 2020). This can be justified
192 since different raw materials and treatments were used.

193 *Word association*

194 Consumer were asked to freely inform in words and/or terms what they most liked and
195 most disliked in all jams based on the word association method (Ares et al., 2008). Word
196 association is a method applied in psychology and sociology with the aim of studying beliefs
197 or attitudes, which have already been used in research in the field of food science (Roininen et
198 al., 2006; Ares et al., 2008; Guerrero et al., 2010; Monteiro et al., 2022). It is based on the
199 hypothesis that it is possible to access the subject's mental material when presented with a food

200 product and asked about the concepts, images, and/or thoughts that comes to mind. This means
 201 that an important tool could be obtained, allowing exploration of the reasons behind consumers'
 202 perceptions of food products (Ares *et al.*, 2008). To express this conjunct of words and/or terms
 203 for each jam, a *Word Cloud* graphic was used (**Figure 1**), inasmuch as it has already been used
 204 in the literature (Alderson *et al.*, 2021).



205

206 **Figure 1.** *Word clouds* of words and/or terms cited as most liked in tamarillo jam with sugar (A), with xylitol (B) and with xylitol and
 207 erythritol (C), and as most dislike in tamarillo jam with sugar (D), with xylitol (E) and with xylitol and erythritol (F).

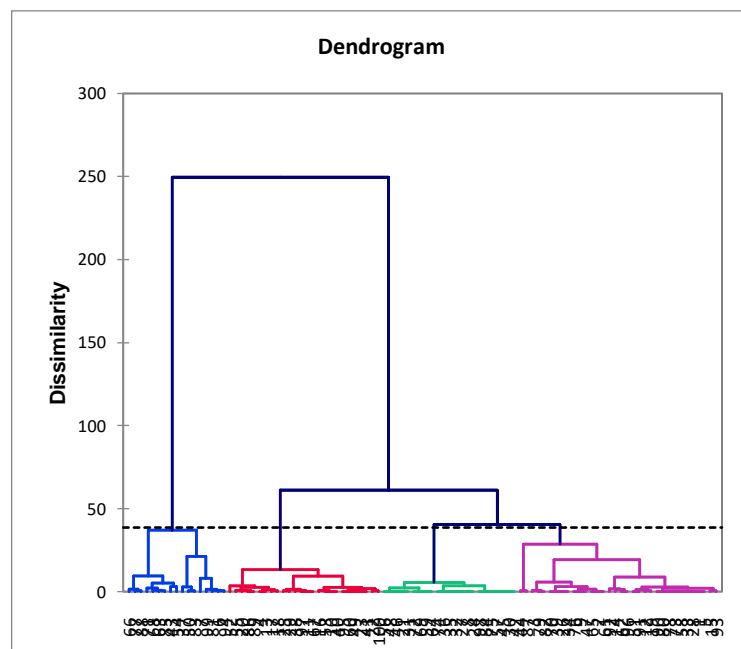
208 “*Flavor*”, “*color*”, “*texture*”, and “*appearance*” were the words and/or terms that
 209 consumers cited most frequently as what they most liked for all jams. Regarding the comments
 210 with less frequency, they were mainly related to the flavor or the taste of the jams, such as
 211 “*sweetness*”, “*sour*” and “*spicy*”. Respect of what consumers claimed they most dislike, “*very*
 212 *sweet*”, “*seeds*” and “*texture*” were the words and/or terms with more frequency for all jams.
 213 Between the less frequency citations, most was also related to the flavor or the taste, such as
 214 “*bitter*”, “*sweetness*”, and “*sour*”.

215 Specially for the tamarillo jam with xylitol and erythritol, high frequency of “*sugar*
 216 *crystal*” and “*arenous*” was cited as what the consumer most dislike in the jam. Erythritol is a
 217 sweetener with high crystallization capacity and a medium solubility (Regnat *et al.*, 2018). The
 218 phenomenon of crystallization was already observed in *açaí* candies sweetened with erythritol
 219 (Alves *et al.*, 2014; da Silva *et al.*, 2016).

220 Contradictorily, “*texture*” was cited more frequently in what consumers most liked and
221 most disliked at the same time. Texture is a fundamental sensory characteristic in food, which
222 is determinant in its acceptance. This attribute is very important, and can be a cause of rejection
223 by consumers, who perceive it as an estimation of freshness. It is the food structure that
224 determines the texture, that’s why the constituents of the product have influence in this quality.
225 Consumers perceptions is extremely important in the field, since texture is a sensory property,
226 perceived only by humans, even though it can be measured instrumentally (Banás *et al.*, 2018).

227 *Consumers segmentation*

228 Consumer segmentation is an arrangement of subjects who are related in one or more
229 characteristics. It is an important tool that can be applied in sensory science for new food
230 development, once the consumers context is important for choice and acceptance (Onwezen,
231 2018). Through the hierarchical cluster analysis, four groups (Cluster 1: n = 34; Cluster 2: n =
232 26; Cluster 3; n = 17; Cluster 4: n = 23) were formed (**Figure 2**).



233

234

Figure 2. Hierarchical cluster analysis.

235 When analyzed the socio-demographic and consumption behavior information, all
236 frequencies were significantly different between clusters (p -value < 0.0001). The
237 characterization of which clusters regarding this information is presented in the **Figure 3**.

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

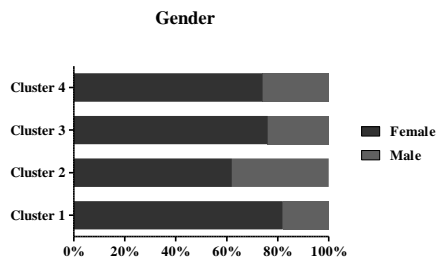
248

249

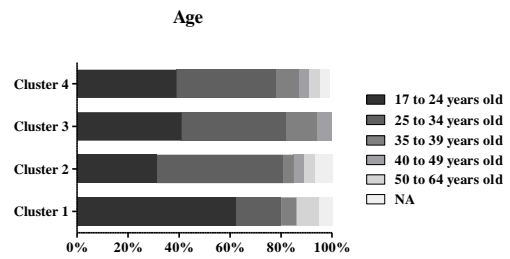
250

251

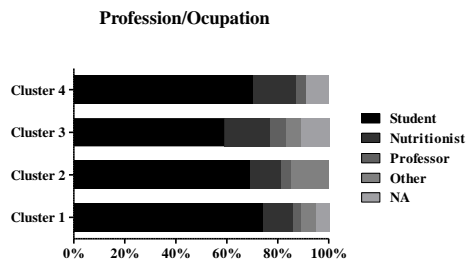
A



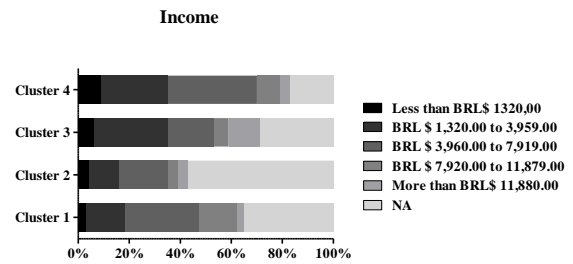
B



C

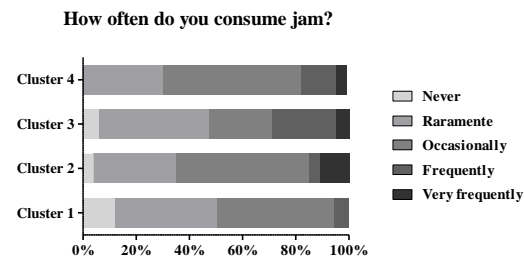


D

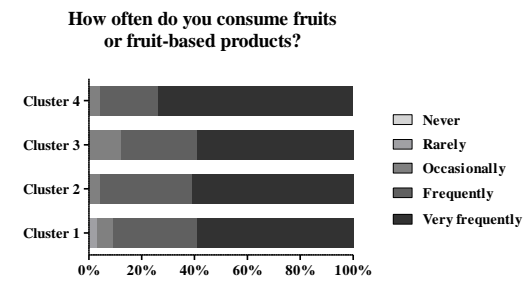


252

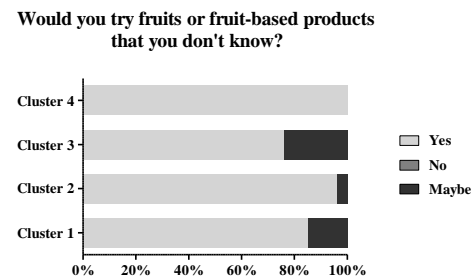
E



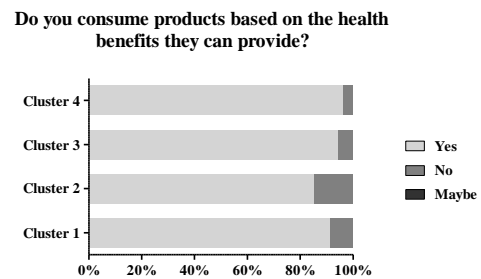
F



G



H



253

254

Figure 3. Characterization of clusters regarding the consumption behavior.

255 Indeed, the major frequencies in all clusters follow those observed in the entire set.
 256 However, the results show differences in the consumption habits of consumers across clusters
 257 when looking at the variations in the prevalence of certain questions.

258 When asked about the regularity of jam consumption (**Figure 1A**), Cluster 1 was the
 259 group with more “*never*” prevalence, Cluster 2 with “*very frequently*”, Cluster 3 with “*rarely*”,
 260 and Cluster 4 with “*occasionally*”. In the case of the recurrence of fruit and fruit-based products
 261 consumption (**Figure 1B**), Cluster 1 had more “*rarely*” prevalence, cluster 2 more “*frequently*”,
 262 cluster 3 more “*occasionally*”, and cluster 4 “*very frequently*”.

263 Furthermore, when asked if they would be willing to try fruit and fruit-based products
 264 they were not familiar with (**Figure 1C**), all consumers in Cluster 4 would be willing to try fruit
 265 and fruit-based products, while Cluster 3 had a higher prevalence of “*maybe*”. Finally, in the
 266 case of the importance of health benefits when consuming food products (**Figure 1D**), Cluster
 267 1 had a higher prevalence of “*yes*”, and Cluster 4 of “*no*”.

268 These findings suggest that there are differences in consumption habits and attitudes
 269 towards food products among the four clusters, and further research is needed to understand the
 270 underlying factors driving these patterns. Also, these prevalence differences could influence the
 271 final attribute score given by which cluster.

272 Scores for acceptance and purchase intention of tamarillo jams by each cluster are
 273 presented in **Table 4**. In general, Cluster 1 liked all tamarillo jams similarly, Cluster 2 most
 274 liked the tamarillo jams with sugar and with xylitol, differing from the tamarillo jam with xylitol
 275 and erythritol, Cluster 3 liked less all jams, and Cluster 4 liked very much of all jams.

Table 4. Overall liking¹ of tamarillo jams by clusters.

Overall liking	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4
Tamarillo jam with sugar	7.62 ± 1.13 ^{a:1}	8.00 ± 0.75 ^{a:1}	6.29 ± 1.36 ^{b:1}	9.00 ± 0.00 ^{c:1}
Tamarillo jam with xylitol	7.71 ± 0.84 ^{a:1}	7.81 ± 1.17 ^{a:1}	5.06 ± 1.43 ^{b:2}	8.61 ± 0.50 ^{c:2}
Tamarillo jam with xylitol and erythritol	8.03 ± 0.63 ^{a:c:1}	6.38 ± 0.85 ^{a:2}	5.24 ± 1.44 ^{b:2}	8.48 ± 0.51 ^{c:2}

¹9-point hedonic scale score (1=Dislike extremely; 2= Dislike very much; 3= Dislike moderately; 4= Dislike slightly; 5= Neither like nor dislike; 6= Like slightly; 7= Like moderately; 8= Like very much; 9= Like extremely). Results expressed as mean ± SD. Different superscript letters on the same line indicate a significant difference in the same attribute between clusters (One-way ANOVA followed by Tukey's post-test; *p-value* < 0.05). Different superscript number on the same column indicate a significant difference in the same cluster between jams (One-way ANOVA followed by Tukey's post-test; *p-value* < 0.05).

276

277 Consumers of Cluster 1 scored all jams positively for almost all attributes (between
 278 “*Like moderately*” and “*Like very much*”), except for “*Aroma*” in the tamarillo jam with xylitol
 279 and erythritol, and for purchase intention (“*Might or might not buy*”), however statistical
 280 difference was not observed. When analyzed the consumption behavior, this group had a higher

281 prevalence of people who claimed to never consume jam, rarely consume fruit and fruit-based
282 fruits, and consume products based on health benefits they can provide.

283 Cluster 2 evaluated with positive scores the tamarillo jams with sugar and with xylitol
284 for all attributes (between “*Like moderately*” and “*Like very much*”) and for purchase intention
285 (between “*Might or might not buy*” and “*Probably would buy*”). The jam with xylitol and
286 erythritol had also positive scores for almost all attributes, however, “*Texture*”, “*Flavor*” and
287 purchase intention were lower (between “*Neither like nor dislike*” and “*Like moderately*”, and
288 “*Probably would not buy*”). The scores for this jam differed from the first ones in almost all
289 attributes (p -value < 0.0001). This group had a higher prevalence of people who frequently
290 consume jam and fruits, including fruit-based fruits.

291 Jams were poorly classified by the Cluster 3 for almost all attributes (between “*Dislike*
292 *slightly*” and “*Like slightly*”), except for “*Appearance*” and “*Color*” in the tamarillo jam with
293 sugar, and purchase intention (“*Probably would not buy*”). A higher prevalence of consumers
294 declared that they rarely consume jam, occasionally consume fruit and/or fruit-based products
295 and are uncertain about trying fruits or fruit-based products that they do not know.

296 Finally, Cluster 4 evaluated very emphatically the tamarillo jams for all attributes
297 (between “*Like very much*” and “*Like extremely*”), except for “*Texture*” and “*Flavor*” in the
298 tamarillo jam with xylitol and erythritol, and purchase intention (“*Probably would buy*”). These
299 consumers claimed to occasionally consume jam, very frequently consume fruit and/or fruit-
300 based fruits, and do not consume products based on health benefits they can provide, at a higher
301 prevalence.

302 Contrasting the scores of each cluster given for the same jam, for tamarillo jam with
303 sugar, Cluster 1 was similar to Cluster 2 in all attributes, and different to Cluster 3, except for
304 “*Aroma*” and “*Texture*”, and Cluster 4 in all attributes. Cluster 2, in its turn, was similar to
305 Cluster 4 and different to Cluster 3, except for “*Aroma*” and “*Texture*”. Cluster 3 and 4 were
306 different in all attributes.

307 For the tamarillo jam with xylitol, Cluster 1 was similar to Cluster 2 in all attributes,
308 meanwhile was different from Cluster 3 and Cluster 4, except for “*Texture*” and “*Purchase*
309 *intention*”. Cluster 2 was similar to Cluster 4 in almost all attributes, except “*Overall liking*”,
310 “*Appearance*” and “*Color*”, and different to Cluster 3 in all attributes. Cluster 3 and Cluster 4
311 differed in all attributes.

312 For the tamarillo jam with xylitol and erythritol, Cluster 1 was similar to Cluster 2 and
313 Cluster 4 in all attributes and differed to Cluster 3 in all attributes. Cluster 2 was similar to
314 Cluster 4, except for “*Overall liking*”, “*Appearance*” and “*Color*”, and different to Cluster 3 in
315 all attributes. Cluster 3 was different to cluster 4 in all attributes.

316 **Conclusion**

317 All tamarillo low-calorie jams showed positive acceptance and purchase intention by
318 consumers. Tamarillo jam with xylitol presented similar scores to the jam with sugar and greater
319 scores compared to jam with xylitol and erythritol, being an option in the need of a sugar-free
320 product. Words related to flavor and texture were the most associated by consumers when asked
321 most liked and disliked aspects for all jams. By the hierarchical cluster analysis, it was possible
322 to observe that different consumption behaviors could interfere in acceptance and purchase
323 intention. Our results contribute as evidence showing the importance of the consumer
324 segmentation in better understanding the relationship between liking and consumption
325 behavior. The work provides data for future investigations on sensory description and
326 bioactivity of the products.

327 **Credit author statement**

328 Samary da Silva, M. de A.: Formal analysis, Investigation, Data curation, Writing - Original
329 draft, Visualization. Esperança, I. P. L. C.: Formal analysis, Investigation, Data curation,
330 Writing - Review & Editing, Visualization. Oliveira da Silva, L.: Formal analysis, Investigation.
331 Nunes da Fonseca, J. C.: Conceptualization, Methodology, Validation, Investigation,
332 Resources, Data Curation, Writing - Review & Editing, Supervision, Project Administration,
333 Funding Acquisition.

334 **Declaration of Competing Interest**

335 The authors declare that they have no known competing financial interests or personal
336 relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

337 **Data availability**

338 Data will be made available on request.

339 **Funding**

340 This work was supported by Project INOVA/UNIRIO, December 2017.

341 **References**

- 342 Abdullah, N., Zainal, Z., & Nurmadiyah, N. (2018). Effect of Puree Terung Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) with
343 Sugar on Physical Quality and Chemicals of Ice Cream. *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and*
344 *Culinary Journal*, 1(1), 31–40. <https://doi.org/10.20956/canrea.v1i1.20>
- 345 Alongi, M., & Anese, M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal*
346 *of Functional Foods*, 81. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104466>
- 347 Ares, G., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2008). Understanding consumers' perception of conventional and
348 functional yogurts using word association and hard laddering. *Food Quality and Preference*, 19, 7, 636-643.
349 <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.05.005>
- 350 Alderson, H., Liu, C., Mehta, A., Gala, H. S., Mazive, N. R., Chen, Y., Zhang, Y., Wang, S., & Serventi, L. (2021).
351 Sensory Profile of Kombucha Brewed with New Zealand Ingredients by Focus Group and Word Clouds.
352 *Fermentation*, 7, 100. <https://doi.org/10.3390/fermentation7030100>
- 353 Alves, A. C. P., Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Fonseca, R. C. C., & Silva, L. B. Influência da concentração de
354 polióis na textura de balas moles com açai. *Anais do 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica*,
355 2014.
- 356 Al Mubarak, A., Hamid, N., Kam, R., & Chan, H. (2019). The effects of spray drying conditions on the physical
357 and bioactive properties of New Zealand Tamarillo (*Solanum betaceum*) powder. *ACTA SCIENTIFIC*
358 *NUTRITIONAL HEALTH*, 3, 12, 121-131.
- 359 Angelica, C., Pangestu, O. O., Kurniawan, J., Meindrawan, B., & Hutabarat, D. J. C. (2021). Design formula and
360 product prototype of beverage made from tamarillo (*Solanum betaceum*) fruit and sappan wood
361 (*Caesalpinia sappan*) using Kano method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 715.
- 362 Banás, A., Korus, A., & Korus, J. (2018). Texture, Color, and Sensory Features of Low-Sugar Gooseberry Jams
363 Enriched with Plant Ingredients with Prohealth Properties. *Journal of Food Quality*.
364 <https://doi.org/10.1155/2018/1646894>.
- 365 Bernert, V. M., dos Santos, I. V., Quast, E., Quast, L. B., & Raupp, D. S. (2015). DESENVOLVIMENTO DE
366 GELEIA LIGHTDE TAMARILLO (*Cyphomandra betacea* Sendt) – AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA.
367 *Revista NUTRIR*, 1.
- 368 Brasil. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde – MS. (1998). Portaria n° 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova
369 o Regulamento Técnico referente para Alimentos para Fins Especiais. *Diário Oficial da União*.
- 370 Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. (2005). Resolução da Diretoria
371 Colegiada – RDC n° 272, de 22 de setembro de 2008. Aprovar o Regulamento Técnico para Produtos de
372 Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis”. *Diário Oficial da União*.
- 373 Cadena, R. S., Cruz, A. G., Faria, J. A. F., & Bolini, H. M. A. (2012) Reduced fat and sugar vanilla ice creams:
374 Sensory profiling and external preference mapping. *Journal of Dairy Science*, 95, 9, 4842-4850.
375 <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5526>
- 376 Chagas, A. S. C., Castro, I. P. L., Silva, M. A. S., Monteiro M. C., & Fonseca, J. C. N. (2020). Biscoito tipo cookie
377 elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de tamarillo (*Solanum betaceum*):
378 caracterização química e sensorial. *SEMÉAR*, 2, 1.
- 379 Chen, X., Fedrizzi, B., Kilmartin, P. A., & Quek, S. Y. (2021). Free and Glycosidic Volatiles in Tamarillo
380 (*Solanum betaceum* Cav. syn. *Cyphomandra betacea* Sendt.) Juices Prepared from Three Cultivars Grown
381 in New Zealand. *J. Agric. Food Chem.*, 69, 15, 4518–4532. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c00837>
- 382 Contreras, K., Figueroa, J., & Márquez, C. (2016). Characterization of tamarillo jam (*Cyphomandra betacea*) made
383 with non-caloric sweeteners. *Agronomía Colombiana Suplemento*, 1, 990-993.
- 384 Da Silva, L. B., Queiroz, M. B., Fadini, A. L., Fonseca, R. C. C. da, Germer, S. P. M., & Efrain, P. (2016). Chewy
385 candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açai) on texture and sensorial
386 properties. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 268–274. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.006>

- 387 Diep, T. T., Yoo, M. J. Y., & Rush, E. (2022). Effect of In Vitro Gastrointestinal Digestion on Amino Acids,
388 Polyphenols and Antioxidant Capacity of Tamarillo Yoghurts. *Int. J. Mol. Sci.*, 23(5), 2526.
389 <https://doi.org/10.3390/ijms23052526>
- 390 Do Nascimento, G. E., Corso, C. R., Werner, M. F. P., Baggio, C. H., Iacomino, M., & Cordeiro, L. M. C. (2015).
391 Structure of an arabinogalactan from the edible tropical fruit tamarillo (*Solanum betaceum*) and its
392 antinociceptive activity. *Carbohydrate Polymers*, 116, 300-306.
393 <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.03.032>
- 394 Do Nascimento, G. E., Hamm, L. A., Baggio, C. H., Werner, M. F., Iacomini, M., & Cordeiro, L. M. C. (2013).
395 Structure of a galactoarabinoglucuronoxylan from tamarillo (*Solanum betaceum*), a tropical exotic fruit,
396 and its biological activity. *Food Chemistry*, 141, 1, 510-516.
397 <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.03.023>
- 398 Dutcosky, S. (2007). *Análise sensorial de alimentos*. Ed. Champagnat, 2 Ed. ver. e ampl.
- 399 Fernandino, C. M., Nepomuceno, A. T., Fonseca, H. C., Bastos, R. A., & de Lima, J. P. (2021). Physicochemical
400 properties of tamarillo pulp (*Solanum betaceum*) and its applicability in the production of ice cream.
401 *Brazilian Journal of Food Technology*, 24, e2020090. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09020>
- 402 Gannasin, S. P., Ramakrishnan, Y., Adzahan, N. M., & Muhammad, K. (2012). Functional and preliminary
403 characterisation of hydrocolloid from tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) puree. *Molecules*, 7(6), 6869-
404 6885. <https://doi.org/10.3390/molecules17066869>.
- 405 Gava, A. J. *Princípios de Tecnologia de Alimentos*. 1ª Ed. São Paulo: Nobel, 1998.
- 406 González-Cuello, R. E., Pájaro, K., Acevedo, W., & Ortega-Toro, R. (2018) Study of the Shelf Life of a Low-
407 Calorie Jam Added with Microencapsulated Probiotics. *Contemporary Engineering Sciences*, 11, 25, 1235
408 – 1244. <https://doi.org/10.12988/ces.2018.83112>
- 409 Guilherme, P. R., Pessatto, C. C., Zaika, W. R., Quast, E., Quast, L. B., Ormenese, R. C. S. C., & Raupp, D. S.
410 Development of tamarillo jam containing whole pulp. *Brazilian Journal of Food Technology*, 15, 2, 141-
411 149. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000007>
- 412 Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacke, F., IssanchoU, S.,
413 Sajdakowska, M., Granli, B. S., Scalvedi, L., Contel, M., & Hersleth, M. (2010). Perception of traditional
414 food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21, 2,
415 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>
- 416 Kadir, N. A. A. A., Rahmat, A., & Jaafar, H. Z. E. (2015). Protective effects of tamarillo (*Cyphomandra betacea*)
417 extract against high fat diet induced obesity in Sprague-Dawley rats. *Journal of obesity*.
418 <https://doi.org/10.1155/2015/846041>.
- 419 Kengne, A. P. N., Tidjong, R., Kuate, D., Doungue, H. T., Takam, P. N., & Makamwé, I. (2019). Protective effect
420 of ethanolic extract and raw juice of *Solanum betaceum* on aluminum induced oxidative stress and
421 associated memory deficits in rats. *Investigational Medicinal Chemistry and Pharmacology*, 2.
422 <https://dx.doi.org/10.31183/imcp.2019.00027>.
- 423 Matute-Castro, N., Campo-Fernández, M., Vivanco-Carpio, E., Escobar-Coello, W., & bravo-Bravo, V. (2022).
424 Diseño de una bebida a base de SOLANUM BETACEUM CAV. (TOMATE DE ÁRBOL) y cascarilla de
425 THEOBROMA CACAO L (CACAO). *Revista Ciencia UNEMI*, 15, 40, 122 – 132.
426 <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol15iss40.2022pp122-132p>
- 427 Mejía-Bustamante, L., Vasquez-Cadenillas, R., Terrones-Miranda, M., Paredes-Goycochea, M., & Salazar-
428 Campos, J. (2022). Alcoholic drink based on golden gooseberry (*Physalis peruviana*) and tree tomato
429 (*Solanum betaceum*): Chemical and sensory characterization. *Agroindustrial Science*, 12(3), 355-363.
430 <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.03.15>
- 431 Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (1999). *Sensory evaluation techniques*. CRC press.
- 432 Monteiro, M. L. G., Deliza, R., Mársico, E. T., De Alcantara, M., De Castro, I. P. L., & Conte-Junior, C. A. (2022).
433 What Do Consumers Think About Foods Processed by Ultraviolet Radiation and Ultrasound? *Foods*, 11,
434 434. <https://doi.org/10.3390/foods11030434>

- 435 Mutalib, M. A., Rahmat, A., Ali, F., Othman, F., & Ramasamy, R. (2017). Nutritional Compositions and
436 Antiproliferative Activities of Different Solvent Fractions from Ethanol Extract of *Cyphomandra betacea*
437 (Tamarillo) Fruit. *Malays. J. Med. Sci.*, 24(5), 19–32. <https://doi.org/10.21315/mjms2017.24.5.3>
- 438 Nuraeni, I., Sustriawan, B., & Proverawati, A. (2019a). Content of dietary fiber and vitamin A in slice jam of
439 Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) and watermelon albedo as complementary foods for school-age
440 children. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 250.
- 441 Nuraeni, I., Proverawati, A., & Ulfa, A. (2019b). Characteristics of tamarillo jelly drink using various sugar
442 concentration and the proportion of papayas as a healthy drink for school children. *Ann Trop & Public*
443 *Health*, 22. <http://doi.org/10.36295/ASRO.2019.221156>
- 444 Orqueda, M. E., Torres, S., Verón, H., Pérez, J., Rodríguez, F., Zampini, C., & Isla, M. I. (2021). Physicochemical,
445 microbiological, functional and sensory properties of frozen pulp of orange and orange-red chilito (*Solanum*
446 *betaceum* Cav.) fruits. *Scientia Horticulturae*, 276. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109736>
- 447 Pangestu, O. O., Angelica, C., Kurniawan, J., Meindrawan, B., & Widyaningrum, D. (2021). Design formula and
448 product of beverages made from Tamarillo fruit (*Solanum betaceum*) and Job's tears (*Coix lacryma-jobi*
449 L.) using Kano method. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 794.
- 450 Perin, A. D., & Sayuri, N. (2018). Perfil dos consumidores de produtos diet e light nos supermercados varejistas
451 de campo ourão, PR. *Revista Uningá*.
- 452 Peryam, D. R., & Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food Technology*,
453 11.
- 454 Pratama, D. R. Purwati, E., Yuherman, & Melia, S. (2021). The potential of probiotic frozen yoghurt with the
455 addition of fruits tamarillo to increase immunity. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 694.
- 456 Regnat, K., Mach, R. L., & Mach-Aigner, A. R. (2018). Erythritol as sweetener—wherefrom and whereto? *Appl*
457 *Microbiol Biotechnol*, 102, 587–595. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8654-1>
- 458 Rohilla, S., & Mahanta, C. L. (2022). Foam mat dried tamarillo powder: Effect of foaming agents on drying
459 kinetics, physicochemical and phytochemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46,
460 12, e17164. <https://doi.org/10.1111/jfpp.17164>
- 461 Rodríguez-Leyton, M. (2019). Challenges for the consumption of fruits and vegetables. *Rev. Fac. Med. Hum.*, 19,
462 105-112.
- 463 Roininen, K., Arvola, A., & Lahteenmaki. (2006). Exploring consumers' perceptions of local food with two
464 different qualitative techniques: Laddering and word association. *Food Quality and Preference*, 17, 20-30.
465 <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.04.012>
- 466 Salazar-Lugo, R., Barahona, A., Ortiz, K., Chávez, C., Freire, P., Méndez, J., Bermeo, B., Santamaria, M., Salas,
467 H., & Oleas, M. (2016). Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el
468 perfil lipídico y las concentraciones de glucosa en adultos con hiperlipidemia, Ecuador. *Archivos*
469 *Latinoamericanos de Nutrición*.
- 470 Salli, K., Lehtinen, M., Tiihonen, K., & Ouwehand, A. C. (2019). Xylitol's Health Benefits beyond Dental Health:
471 A Comprehensive Review. *Nutrients*, 11(8), 1813. <https://doi.org/10.3390/nu11081813>
- 472 Sandrou, D. K., & Arvanitoyannis, I. S. (2000). Low-Fat/Calorie Foods: Current State and Perspectives. *Critical*
473 *Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5), 427–447. <https://doi.org/10.1080/10408690091189211>
- 474 Sousa, P. B., Machado, M. R. G., Moura Filho, J. M., Feitosa, I. S. C., & Fialho Filho, A. (2020). Conventional,
475 light and diet buriti jam: development, physical-chemical, microbiological and sensory characterization.
476 *Brazilian Journal of Development*, 6(4), 21272–21293. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-338>
- 477 Stephen, D., Antony, K. J., Munusamy, P. M., & Deivanayagame, T. (2022). Impact of Drying Methods on the
478 Quality of Bioactive Components in Tree Tomato (*Cyphomandra betaceae*). *Trends in Sciences*, 19(2), 2060.
479 <https://doi.org/10.48048/tis.2022.2060>
- 480 Sylvi, D., Azima, F., & Anggini, S. (2021). The Effect of Additional Fruit Eggplant (*Solanum betaceum* cav.)
481 Juice on the Characteristics of Black Tea (*Camelia sinensis*) Beverage. *EKSAKTA*.
482 <https://doi.org/10.24036/eksakta/vol22-iss4/292>

483 Sylvetsky, A. C., Jin, Y., Clark, E. J., Welsh, J. A., Rother, K. I., & Talegawkar, S. A. (2017). Consumption of
484 Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. *Journal of the Academy of*
485 *Nutrition and Dietetics*, 117(3), 441–448.e2. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.11.004>

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram caracterizadas por diferentes metodologias a polpa de tamarillo e diferentes formulações de geleias de tamarillo para fins especiais. A polpa de tamarillo apresentou alto teor de umidade e de acidez, além de demonstrar alta capacidade antioxidante quando avaliada pelos ensaios de FT, FRAP e TEAC. Ácidos hidroxicinâmicos e antocianinas foram identificados por HLPC-DAD-MS. Perlargonidina-3-O-glicosídeo e o ácido feruloilglicosídeo foram os compostos fenólicos mais abundantes quantificados na polpa. Dados justificam como a polpa de tamarillo é uma matéria prima de destaque para o desenvolvimento de novos produtos inovadores.

A substituição do açúcar por edulcorantes diminuiu as calorias, o açúcar total e os açúcares adicionados em todas as geleias de tamarillo para fins especiais, impactando no custo de produção. Todas as geleias de tamarillo para fins especiais apresentaram aceitação e intenção de compra positivas. A geleia de tamarillo com xilitol apresentou notas semelhantes à geleia com açúcar, e maiores em relação à geleia com xilitol e eritritol, sendo uma opção frente a necessidade de um produto isento de açúcar. Palavras/termos relacionadas a sabor e textura foram as mais associadas pelos consumidores quando questionados sobre os aspectos que mais gostaram e mais desgostaram em todas as geleias. Foi possível observar que diferentes indicadores sociodemográficos e de comportamento de consumo podem interferir na aceitação e intenção de compra das geleias.

O nosso estudo detalhado da segmentação dos consumidores das geleias de tamarillo contribuem como evidência mostrando a importância da segmentação do consumidor para melhor entender a relação entre gosto e comportamento de consumo no campo do desenvolvimento de novos alimentos. Os trabalhos fornecem dados para futuras investigações acerca da composição em fenólicos, da descrição sensorial e da bioatividade dos produtos de tamarillo.

Essa dissertação está vinculada ao projeto de pesquisa intitulado “*Emprego de tecnologias visando à valoração do fruto de tamarillo (Solanum betaceum)*” e teve a colaboração de outras alunas do Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN). A pesquisa foi fomentada pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) através de bolsa concedidas à autora e às colaboradoras e através dos editais de fomento concedidos à

coordenadora do projeto, Dra. Juliana Cortes Nunes da Fonseca, ao qual os estudos estão vinculados.

No período de dois anos de cumprimento do mestrado a autora publicou e submeteu quatro resumos: “*Desenvolvimento de geleias de tamarillo (Solanum betaceum) para fins especiais*” publicado nos anais do XIII Encontro Sabores e Saberes, “*Desenvolvimento e análise sensorial de geleia de tamarillo (Solanum betaceum) para fins especiais*” publicado nos anais do no NutriGEN 2021, “*Avaliação da rotulagem de geleia de frutas comercializadas no município do Rio de Janeiro*” publicados nos anais da XX Jornada de Iniciação Científica da UNIRIO, e “*Segmentação dos consumidores de geleias de tamarillo (Solanum betaceum Cav.)*” submetido ao 15° SLACAN. Como coautora, participou na redação do artigo “*Potential use of Tamarillo (Solanum betaceum Cav.) by-products: physicochemical, functional components and health benefits: A review*” submetido a revista “*Food Research International*” (ISSN 0963-9969) com classificação em Ciência de Alimentos Qualis A4.

Os dois artigos originais presentes na dissertação serão submetidos às revistas científicas após arguição da banca, com o intuito de obter um manuscrito mais robusto. O artigo original do **Capítulo II** (“*Tamarillo (Solanum betaceum Cav.) pulp: phenolic characterization and development of jams for special purposes*”) será submetido para as revistas “*Cadernos De Ciência & Tecnologia*” (ISSN 0104-1096) ou “*Food Science & Nutrition*” (ISSN 2048-7177), ambas com classificação em Ciência de Alimentos Qualis A4. O artigo original do **Capítulo III** (“*Tamarillo (Solanum betaceum Cav.) low-calorie jams: a sensory study with consumers*”) será submetido para as revistas “*Journal of Food Science and Technology*” (ISSN 0022-1155) ou “*Journal of Food Science*” (ISSN 1750-3841), ambas com classificação em Ciência de Alimentos Qualis A3.

Agradeço à UNIRIO, ao PPGAN, à CAPES e à FAPERJ pelo fomento e apoio à minha formação e à ciência nacional, bem como à minha orientadora e minhas colaboradoras pelo apoio e ajuda no desenvolvimento de uma ciência de excelência.

REFERÊNCIAS

ABDUL KADIR, N. A. A.; RAHMAT, A.; JAAFAR, H. Z. E. Protective effects of tamarillo (*Cyphomandra betacea*) extract against high fat diet induced obesity in sprague-dawley rats. **Journal of Obesity**, [s. l.], v. 2015, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84934968830&doi=10.1155%2f2015%2f846041&partnerID=40&md5=5f147a2dcbf0dd24eb2407ed05e034e3>>

ABDUL MUTALIB, M.; RAHMAT, A.; ALI, F.; OTHMAN, F.; RAMASAMY, R. Nutritional compositions and antiproliferative activities of different solvent fractions from ethanol extract of *Cyphomandra betacea* (Tamarillo) fruit. **Malaysian Journal of Medical Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 19–32, 2017.

ABDULLAH, N.; ZAINAL; NURMADIAH. Effect of Puree Terung Belanda (*Solanum betaceum* Cav.) with Sugar on Physical Quality and Chemicals of Ice Cream. **Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 31–40, 2018.

ABIAD. **Boletim econômico. Edição n° 17**. [s.l.] : ABIAD, 2021.

ABLARD, J. D. Framing the Latin American nutrition transition in a historical perspective, 1850 to the present. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, [s. l.], 2021.

ACOSTA-QUEZADA, P. G.; RAIGÓN, M. D.; RIOFRÍO-CUENCA, T.; GARCÍA-MARTÍNEZ, M. D.; PLAZAS, M.; BURNEO, J. I.; FIGUEROA, J. G.; VILANOVA, S.; PROHENS, J. Diversity for chemical composition in a collection of different varietal types of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), an Andean exotic fruit. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 169, p. 327–335, 2015.

AL MUBARAK, A.; HAMID, N.; KAM, R.; CHAN, H. The effects of spray drying conditions on the physical and bioactive properties of New Zealand Tamarillo (*Solanum betaceum*) powder. **Acta Scientific Nutritional Health**, [s. l.], v. 3, n. 12, p. 121–131, 2019.

ALONGI, M.; ANESE, M. Re-thinking functional food development through a holistic approach. **Journal of Functional Foods**, [s. l.], v. 81, p. 104466, 2021.

ANGELICA, C.; PANGESTU, O. O.; KURNIAWAN, J.; MEINDRAWAN, B.; HUTABARAT, D. J. C. Design formula and product prototype of beverage made from tamarillo (*Solanum betaceum*) fruit and sappan wood (*Caesalpinia sappan*) using Kano method. **IOP conference series. Earth and environmental science**, Bristol, v. 715, n. 1, p. 12070, 2021.

BELOVIĆ, M.; TORBICA, A.; PAJIĆ-LIJAKOVIĆ, I.; MASTILOVIĆ, J. Development of low calorie jams with increased content of natural dietary fibre made from tomato pomace. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 237, p. 1226–1233, 2017.

BERNERT, V. M.; DOS SANTOS, I. V.; QUAIST, L. B.; RAUPP, D. S. DESENVOLVIMENTO DE GELEIA LIGHT DE TAMARILLO (*Cyphomandra betacea* Sendt) – AVALIAÇÃO DA CONSISTÊNCIA. **Revista NUTRIR**, [s. l.], v. 1, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde – MS. Resolução da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos – CNNPA n° 12, de 1978. Aprovar as seguintes NORMAS TÉCNICAS ESPECIAIS, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro.Diário Oficial da União, , 1978. a.

BRASIL. Ministério da Saúde – MS. Resolução Normativa – RN n° 15, de 1978. Estabelecer as presentes normas, que têm por objetivo fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer às geléias de frutas.Diário Oficial da União, , 1978. b.

BRASIL. Ministério da Saúde – MS. Portaria n° 540, de 27 de outubro de 1997. Aprovar o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - definições, classificação e empregoDiário Oficial da União, , 1997.

BRASIL. Ministério da Saúde. Ministério da Saúde – MS. Portaria n° 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente para Alimentos para Fins EspeciaisDiário Oficial da União, , 1998.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 272, de 22 de setembro de 2008. Aprovar o Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis”.Diário Oficial da União, , 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 18, de 24 de março de 2008. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico que autoriza o uso de aditivos edulcorantes em alimentos, com seus respectivos limites máximos”.Diário Oficial da União, , 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 8, de 6 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó.Diário Oficial da União, , 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Guia alimentar para a população brasileira. 2ª Edição ed. Brasília: Ministerio da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embaladosDiário Oficial da União, , 2020. a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Nacional – Anvisa. Instrução Normativa – IN n° 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.Diário Oficial da União, , 2020. b.

CADENA, R. S.; CRUZ, A. G.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A. Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. **Journal of Dairy Science**, [s. l.], v. 95, n. 9, p. 4842–4850, 2012.

- CARRUBA, M. O.; CARETTO, A.; DE LORENZO, A.; FATATI, G.; GHISELLI, A.; LUCCHIN, L.; MAFFEIS, C.; MALAVAZOS, A.; MALFI, G.; RIVA, E.; RUOCCO, C.; SANTINI, F.; SILANO, M.; VALERIO, A.; VANIA, A.; NISOLI, E. Front-of-pack (FOP) labelling systems to improve the quality of nutrition information to prevent obesity: NutrInform Battery vs Nutri-Score. **Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity**, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 1575–1584, 2022.
- CASTRO, N. L. M.; FERNÁNDEZ, M. C.; CARPIO, E. R. V.; COELLO, W. M. E.; BRAVO, V. P. B. Diseño de una bebida a base de Solanum betaceum Cav.(tomate de árbol) y cascarrilla de Theobroma cacao L (cacao). **CIENCIA UNEMI**, [s. l.], v. 15, n. 40, p. 122–132, 2022.
- CASTRO-VARGAS, H. I.; BENELLI, P.; FERREIRA, S. R. S.; PARADA-ALFONSO, F. Supercritical fluid extracts from tamarillo (Solanum betaceum Sendtn) epicarp and its application as protectors against lipid oxidation of cooked beef meat. **Journal of Supercritical Fluids**, [s. l.], v. 76, p. 17–23, 2013.
- CHEN, X.; FEDRIZZI, B.; KILMARTIN, P.; QUEK, S. Free and Glycosidic Volatiles in Tamarillo (Solanum betaceum Cav. syn. Cyphomandra betacea Sendt.) Juices Prepared from Three Cultivars Grown in New Zealand. **JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY**, [s. l.], v. 69, n. 15, p. 4518–4532, 2021.
- CONTRERAS, K.; FIGUEROA, J.; MÁRQUEZ, C. Characterization of tamarillo jam (Cyphomandra betacea) made with non-caloric sweeteners. **Agronomía Colombiana Suplemento**, [s. l.], v. 1, p. 990–993, 2016.
- CROKER, H.; PACKER, J.; RUSSELL, S. J.; STANSFIELD, C.; VINER, R. M. Front of pack nutritional labelling schemes: a systematic review and meta-analysis of recent evidence relating to objectively measured consumption and purchasing. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 518–537, 2020.
- CROSBIE, E.; GOMES, F. S.; OLVERA, J.; RINCÓN-GALLARDO PATIÑO, S.; HOEPER, S.; CARRIEDO, A. A policy study on front-of-pack nutrition labeling in the Americas: emerging developments and outcomes. **The Lancet Regional Health - Americas**, [s. l.], v. 18, p. 100400, 2023.
- DAS CHAGAS, A. C.; DE CASTRO, I. P. L.; DE ALMEIDA SAMARY, M.; MONTEIRO, M. C.; DA FONSECA, J. C. N. Biscoitos tipo cookie elaborados com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de tamarillo (Solanum betaceum): caracterização química e sensorial. **SEMEAR: Revista de Alimentação, Nutrição e Saúde**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 43–54, 2020.
- DE ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. HPLC-PDA-MS/MS of anthocyanins and carotenoids from dovyalis and tamarillo fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 55, n. 22, p. 9135–9141, 2007.
- DI MONACO, R.; MIELE, N. A.; CABISIDAN, E. K.; CAVELLA, S. Strategies to reduce sugars in food. **Current Opinion in Food Science**, [s. l.], v. 19, p. 92–97, 2018.
- DIEP, T. T.; RUSH, E. C.; YOO, M. J. Y. Tamarillo (Solanum betaceum Cav.): A review of physicochemical and bioactive properties and potential applications. **Food Reviews International**, [s. l.], p. 1–25, 2020.

DIEP, T. T.; RUSH, E. C.; YOO, M. J. Y. Tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.): A Review of Physicochemical and Bioactive Properties and Potential Applications. **Food Reviews International**, [s. l.], v. 38, n. 7, p. 1343–1367, 2022.

DIEP, T. T.; YOO, M. J. Y.; RUSH, E. Effect of In Vitro Gastrointestinal Digestion on Amino Acids, Polyphenols and Antioxidant Capacity of Tamarillo Yoghurts. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 23, n. 5, 2022. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85125042023&doi=10.3390%2fijms23052526&partnerID=40&md5=00cace65ae4b1eb61ec32e547dacc66b>>

DO NASCIMENTO, G. E.; CORSO, C. R.; DE PAULA WERNER, M. F.; BAGGIO, C. H.; IACOMINI, M.; CORDEIRO, L. M. C. Structure of an arabinogalactan from the edible tropical fruit tamarillo (*Solanum betaceum*) and its antinociceptive activity. **Carbohydrate Polymers**, [s. l.], v. 116, p. 300–306, 2015.

DO NASCIMENTO, G. E.; HAMM, L. A.; BAGGIO, C. H.; DE PAULA WERNER, M. F.; IACOMINI, M.; CORDEIRO, L. M. C. Structure of a galactoarabinoglucuronoxylan from tamarillo (*Solanum betaceum*), a tropical exotic fruit, and its biological activity. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 141, n. 1, p. 510–516, 2013.

DUTCOSKY, S. **Análise sensorial de alimentos**. [s.l.] : Ed. Champagnat, 2007.

EPAMIG. **Tomate-de-árvore – Orientações técnicas para cultivo**. Minas Gerais: EPAMIG, 2020.

ESPIN, S.; GONZALEZ-MANZANO, S.; TACO, V.; POVEDA, C.; AYUDA-DURÁN, B.; GONZALEZ-PARAMAS, A. M.; SANTOS-BUELGA, C. Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 194, p. 1073–1080, 2016.

FERNANDINO, C. M.; NEPOMUCENO, A. T.; FONSECA, H. C.; BASTOS, R. A.; DE LIMA, J. P. Physicochemical properties of tamarillo pulp (*Solanum betaceum*) and its applicability in the production of ice cream. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 24, 2021. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85105332220&doi=10.1590%2f1981-6723.09020&partnerID=40&md5=48dcde906c9680f25d5c594439a2be10>>

GANNASIN, S. P.; ADZAHAN, N. M.; MUSTAFA, S.; MUHAMMAD, K. Techno-functional properties and in vitro bile acid-binding capacities of tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) hydrocolloids. **Food chemistry**, [s. l.], v. 196, p. 903–909, 2016.

GANNASIN, S. P.; RAMAKRISHNAN, Y.; ADZAHAN, N. M.; MUHAMMAD, K. Functional and preliminary characterisation of hydrocolloid from tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) puree. **Molecules**, [s. l.], v. 17, n. 6, p. 6869–6885, 2012.

GARCÍA, J. M.; PRIETO, L. J.; GUEVARA, A.; MALAGON, D.; OSORIO, C. Chemical studies of yellow tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) fruit flavor by using a molecular sensory approach. **Molecules**, [s. l.], v. 21, n. 12, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85007247480&doi=10.3390%2fmolecules21121729&partnerID=40&md5=77afd17c18bebafe8b868eee94a97fdd>

GARCIA, L. G. C.; GUIMARÃES, W. F.; RODOVALHO, E. C.; PERES, N. R. A. D. A.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. Geleia de buriti (*Mauritia flexuosa*): agregação de valor aos frutos do cerrado brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 20, n. 0, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232017000100501&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 5 set. 2023.

GARCIA-MUÑOZ, M. C. **Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol**. Bogotá.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. Da; FRIAS, J. R. G. **Food technology: principles and applications**. São Paulo: Nobel, 2009.

GIACALONE, D. Product Performance Optimization. Em: **Methods in Consumer Research, Volume 1**. [s.l.] : Elsevier, 2018. p. 159–185.

GONZALEZ-CUELLO, R. E.; PAJARO, K.; ACEVEDO, W.; ORTEGA-TORO, R. Study of the shelf life of a low-calorie jam added with microencapsulated probiotics. **Contemporary Engineering Sciences**, [s. l.], v. 11, n. 25, p. 1235–1244, 2018.

GUILHERME, P. R.; PESSATTO, C. C.; ZAIKA, W. R.; QUAST, E.; QUAST, L. B.; ORMENESE, R. de C. S. C.; RAUPP, D. da S. Desenvolvimento de geleia de tamarillo contendo polpa integral. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 141–149, 2012.

HURTADO, N. H.; MORALES, A. L.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; ESCUDERO-GILETE, M. L.; HEREDIA, F. J. Colour, pH stability and antioxidant activity of anthocyanin rutinosides isolated from tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 117, n. 1, p. 88–93, 2009.

IBGE. **Pesquisa Nacional de Saúde 2019. Percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal. Brasil e Grandes Regiões**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO KAIRÓS. **Guia prático sobre PANCs: plantas alimentícias não convencionais**. 1ª ed. São Paulo.

KENGNE, A. P.; TIDJONG, R.; KUATE, D.; DOUNGUE, H. T.; TAKAM, P. N.; MAKAMWÉ, I. Protective effect of ethanolic extract and raw juice of *Solanum betaceum* on aluminum induced oxidative stress and associated memory deficits in rats. **Investigational Medicinal Chemistry and Pharmacology**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 8, 2019.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. 1ª Edição ed. [s.l.] : Guanabara Koogan, 2014.

KOU, M.-C.; YEN, J.-H.; HONG, J.-T.; WANG, C.-L.; LIN, C.-W.; WU, M.-J. *Cyphomandra betacea* Sendt. phenolics protect LDL from oxidation and PC12 cells from oxidative stress. **LWT**, [s. l.], v. 42, n. 2, p. 458–463, 2009.

LI, Z.; SCOTT, K.; HEMAR, Y.; OTTER, D. Protease activity of enzyme extracts from tamarillo fruit and their specific hydrolysis of bovine caseins. **Food Research International**, [s. l.], v. 109, p. 380–386, 2018. a.

LI, Z.; SCOTT, K.; HEMAR, Y.; ZHANG, H.; OTTER, D. Purification and characterisation of a protease (tamarillin) from tamarillo fruit. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 256, p. 228–234, 2018. b.

LI, Z.; SCOTT, K.; OTTER, D.; ZHOU, P.; HEMAR, Y. Effect of temperature and pH on the properties of skim milk gels made from a tamarillo (*Cyphomandra betacea*) coagulant and rennet. **Journal of dairy science**, [s. l.], v. 101, n. 6, p. 4869–4878, 2018. c.

LI, Z.; YANG, Z.; OTTER, D.; REHM, C.; LI, N.; ZHOU, P.; HEMAR, Y. Rheological and structural properties of coagulated milks reconstituted in D2O: Comparison between rennet and a tamarillo enzyme (tamarillin). **Food Hydrocolloids**, [s. l.], v. 79, p. 170–178, 2018. d.

LISTER, C.; MORRISON, S.; KERKHOFS, N.; WRIGHT, K. The Nutritional Composition and Health Benefits of New Zealand Tamarillos. **Crop Food Res Confidential Rep**, [s. l.], v. 29, 2005.

MARTINEZ, K. B.; MACKERT, J. D.; MCINTOSH, M. K. Polyphenols and Intestinal Health. Em: **Nutrition and Functional Foods for Healthy Aging**. [s.l.] : Elsevier, 2017. p. 191–210.

MEJÍA-BUSTAMANTE, L.; VASQUEZ-CADENILLAS, R.; TERRONES-MIRANDA, M.; PAREDES-GOYCOCHEA, M.; SALAZAR-CAMPOS, J. Bebida alcohólica a base de aguaymanto (*Physalis peruviana*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*): Caracterización química y sensorial. **Agroindustrial Science**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 355–363, 2022.

MERTZ, C.; GANCEL, A.-L.; GUNATA, Z.; ALTER, P.; DHUIQUE-MAYER, C.; VAILLANT, F.; PEREZ, A. M.; RUALES, J.; BRAT, P. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, [s. l.], v. 22, n. 5, p. 381–387, 2009.

MONTEIRO, C. A.; MONDINI, L.; DE SOUZA, A. L.; POPKIN, B. M. The nutrition transition in Brazil. **European Journal of Clinical Nutrition**, [s. l.], 1995.

MORTON, J. F. The tree tomato, or “tamarillo,” a fast-growing, early-fruited small tree for subtropical climates. **Proc. Fla. State Hort. Soc.**, [s. l.], v. 95, p. 81–85, 1982.

MUTALIB, M. A.; ALI, F.; OTHMAN, F.; RAMASAMY, R.; RAHMAT, A. Phenolics profile and anti-proliferative activity of *Cyphomandra Betacea* fruit in breast and liver cancer cells. **SpringerPlus**, [s. l.], v. 5, n. 1, 2016. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85006371244&doi=10.1186%2f40064-016-3777-x&partnerID=40&md5=8b3656160688593a64be3a9c9cb8dbd0>>

NEW ZEALAND. **New Zealand Food Composition Database 2022. The Concise New Zealand Food Composition Tables**The New Zealand Institute for Plant and Food Research Limited and Ministry of Health, , 2021. Disponível em: <www.foodcomposition.co.nz/concise-tables/>

NURAENI, I.; PROVERAWATI, A.; ULFA, A. Characteristics of tamarillo jelly drink using various sugar concentration and the proportion of papayas as a healthy drink for school children. **Annals of Tropical Medicine and Public Health**, [s. l.], v. 22, n. 11, 2019. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85083299318&doi=10.36295%2fASRO.2019.221156&partnerID=40&md5=f06249b610c25d91576420e193f8861a>>

ORDÓÑEZ, R. M.; CARDOZO, M. L.; ZAMPINI, I. C.; ISLA, M. I. Evaluation of antioxidant activity and genotoxicity of alcoholic and aqueous beverages and pomace derived from ripe fruits of *Cyphomandra betacea* Sendt. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 331–337, 2010.

OSORIO, C.; HURTADO, N.; DAWID, C.; HOFMANN, T.; HEREDIA-MIRA, F. J.; MORALES, A. L. Chemical characterisation of anthocyanins in tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) and Andes berry (*Rubus glaucus* Benth.) fruits. **Food Chemistry**, [s. l.], v. 132, n. 4, p. 1915–1921, 2012.

PAHO. **Front-of-package labeling as a policy tool for the prevention of noncommunicable diseases in the Americas**. Washington, D.C.: Pan American Health Organization, 2020. Disponível em: <<https://iris.paho.org/handle/10665.2/52740>>.

PANGESTU, O. O.; ANGELICA, C.; KURNIAWAN, J.; MEINDRAWAN, B.; WIDYANINGRUM, D. Design formula and product of beverages made from Tamarillo fruit (*Solanum betaceum*) and Job's tears (*Coix lacryma-jobi* L.) using Kano method. **IOP conference series. Earth and environmental science**, Bristol, v. 794, n. 1, p. 12139, 2021.

PERIN, A. D.; SAYURI, N. Perfil dos consumidores de produtos diet e light nos supermercados varejistas de campo ourão, PR. **Revista Uningá**, [s. l.], 2018.

PRATAMA, D. R.; PURWATI, E.; YUHERMAN; MELIA, S. The potential of probiotic frozen yoghurt with the addition of fruits tamarillo to increase immunity. **IOP conference series. Earth and environmental science**, Bristol, v. 694, n. 1, p. 12070, 2021.

PROHENS, J.; NUEZ, F. The tamarillo (*Cyphomandra betacea*) a review of a promising small fruit crop. **Small Fruits Review**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 43–68, 2001.

RAMÍREZ, F.; KALLARACKAL, J. Tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.) reproductive physiology: A review. **Scientia horticulturae**, [s. l.], v. 248, p. 206–215, 2019.

REGNAT, K.; MACH, R. L.; MACH-AIGNER, A. R. Erythritol as sweetener—wherefrom and whereto? **Applied Microbiology and Biotechnology**, [s. l.], v. 102, n. 2, p. 587–595, 2018.

RIEDEL, R.; BÖHME, B.; ROHM, H. Development of formulations for reduced-sugar and sugar-free agar-based fruit jellies. **International Journal of Food Science & Technology**, [s. l.], v. 50, n. 6, p. 1338–1344, 2015.

ROHILLA, S.; MAHANTA, C. L. Foam mat dried tamarillo powder: Effect of foaming agents on drying kinetics, physicochemical and phytochemical properties. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s. l.], 2022. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85141421965&doi=10.1111%2fjfp.17164&partnerID=40&md5=0834a3bf0144398ad82830c5d485e446>

ROJAS BENITES, D. S.; REPO DE CARRASCO, R.; ENCINA ZELADA, C. R. Determinación de la máxima retención de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en el néctar de tomate de árbol(*Solanum betaceum* Cav.). **Revista de la Sociedad Química del Perú**, [s. l.], v. 83, n. 2, p. 174–186, 2017.

ROMERO-RODRIGUEZ, M. A.; VAZQUEZ-ODERIZ, M. L.; LOPEZ-HERNANDEZ, J.; SIMAL-LOZANO, J. Composition of babaco, feijoa, passion-fruit and tamarillo produced in Galicia (NW Spain). **Food Chemistry**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 251–255, 1994.

RUIZ-CAPILLAS, C.; HERRERO, A. M. Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. **Foods**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 582, 2021.

SALAZAR-LUGO, R.; BARAHONA, A.; ORTIZ, K.; CHÁVEZ, C.; FREIRE, P.; MÉNDEZ, J.; BERMEO, B.; SANTAMARIA, M.; SALAS, H.; OLEAS, M. Effect of consumption of tree tomato juice (*Cyphomandra betacea*) on lipid profile and glucose concentrations in adults with hyperlipidemia, Ecuador. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, [s. l.], v. 66, n. 2, p. 121–128, 2016.

SALLI, K.; LEHTINEN, M. J.; TIIHONEN, K.; OUWEHAND, A. C. Xylitol's Health Benefits beyond Dental Health: A Comprehensive Review. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 8, p. 1813, 2019.

SANDROU, D. K.; ARVANITOYANNIS, I. S. Low-Fat/Calorie Foods: Current State and Perspectives. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, [s. l.], v. 40, n. 5, p. 427–447, 2000.

SANTOS-BUELGA, C.; GONZÁLEZ-PARAMÁS, A. M. Anthocyanins. Em: **Encyclopedia of Food Chemistry**. [s.l.] : Elsevier, 2019. p. 10–21.

SBD. **Diretrizes sociedade brasileira de diabetes 2019-2020**. [s.l.] : Sociedade Brasileira de Diabetes, 2019.

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

SHINWARI, K. J.; RAO, P. S. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 75, p. 181–193, 2018.

SHINWARI, K. J.; RAO, P. S. Development of a reduced-calorie high pressure processed sapodilla (*Manilkara zapota* L.) jam based on rheological, textural, and sensory properties. **Journal of Food Science**, [s. l.], v. 85, n. 9, p. 2699–2710, 2020.

STEPHEN, D.; ANTONY, K. J.; MUNUSAMY, P. M.; DEIVANAYAGAME, T. Impact of Drying Methods on the Quality of Bioactive Components in Tree Tomato (*Cyphomandra betacea*). **Trends in Sciences**, [s. l.], v. 19, n. 2, 2022. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

85123093661&doi=10.48048%2ftis.2022.2060&partnerID=40&md5=0541931d380a49f9ba439b76e28cad65>

SYLVETSKY, A. C.; JIN, Y.; CLARK, E. J.; WELSH, J. A.; ROTHER, K. I.; TALEGAWKAR, S. A. Consumption of Low-Calorie Sweeteners among Children and Adults in the United States. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, [s. l.], v. 117, n. 3, p. 441- 448.e2, 2017.

SYLVETSKY, A. C.; ROTHER, K. I. Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. **Physiology & Behavior**, [s. l.], v. 164, p. 446–450, 2016.

SYLVI, D.; AZIMA, F.; ANGGINI, S. The Effect of Additional Fruit Eggplant (*Solanum betaceum* cav.) Juice on the Characteristics of Black Tea (*Camelia sinensis*) Beverage. **Eksakta: Berkala Ilmiah Bidang MIPA (E-ISSN: 2549-7464)**, [s. l.], v. 22, n. 4, p. 270–283, 2021.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**. Washington, D. C.: Agricultural Research Service, 2018.

VASCO, C.; AVILA, J.; RUALES, J.; SVANBERG, U.; KAMAL-ELDIN, A. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, [s. l.], v. 60, n. SUPPL. 7, p. 278–288, 2009.

WANG, S.; ZHU, F. Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. **Trends in Food Science and Technology**, [s. l.], v. 95, p. 45–58, 2020.

WHO. **Use of non-sugar sweeteners: WHO guideline** World Health Organization, , 2023.

ZEECE, M. Flavors. Em: **Introduction to the Chemistry of Food**. [s.l.] : Elsevier, 2020. p. 213–250.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Rótulos das geleias de tamarillo convencional



GELEIA EXTRA DE TAMARILLO
Ingredientes: tamarillo, açúcar, pectina cítrica e ácido cítrico.
NÃO CONTÉM GLÚTEN.
NÃO CONTÉM LACTOSE.
Armazenar em local seco e arejado.
Após aberto conservar em geladeira (5°C a 8°C) por no máximo 30 dias.

Fabricado por: XXXX LTDA. - Rua XXX, XX - Rio de Janeiro, RJ - CEP XXXXX-XXX - CNPJ: XX.XXX.XXX.XXXX-XX.
Indústria Brasileira.

Lote: XXXXXX
Fabricado em: XX.XX.XXXX
Válido até: XX.XX.XXXX

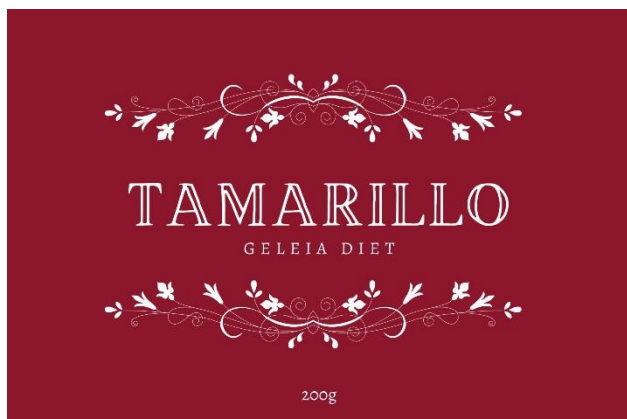
S A C
sac@xxx.com
(21) xxxxx-xxxx

6 009800 461081 >

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 10			
Porção: 20 g (colher de sopa)			
	100 g	20 g	%VD*
Valor energético (kcal)	236	47	2,4
Carboidratos totais (g)	57	11	3,8
Açúcares totais (g)	55	11	**
Açúcares adicionados (g)	50	10	20
Proteínas (g)	1,3	0	0,5
Gorduras totais (g)	0	0	0,2
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	1,9	0,4	1,5
Sódio (mg)	2,3	0,45	0,02

*Porcentagem de valores diários baseados para porções.
**Não detectado por IA.

APÊNDICE B – Rótulo das geleias de tamarillo para fins especiais



GELEIA EXTRA DE TAMARILLO DIET

Ingredientes: tamarillo, xilitol refinado, pectina cítrica e ácido cítrico.
NÃO CONTÉM GLÚTEN.
NÃO CONTÉM LACTOSE.
DIABÉTICOS: CONTÉM GLICOSE.
 Este produto pode ter efeito laxativo. Consumir preferencialmente sob orientação de nutricionista ou médico.
Armazenar em local seco e arejado.
 Após aberto conservar em geladeira (3°C a 8°C) por no máximo 15 dias.

Fabricado por: XXX LTDA. - Rua XXX, XX- Rio de Janeiro, RJ - CEP XXXXX-XXX - CNPJ: XX.XXX.XXX/XXXX-XX.
Indústria Brasileira.

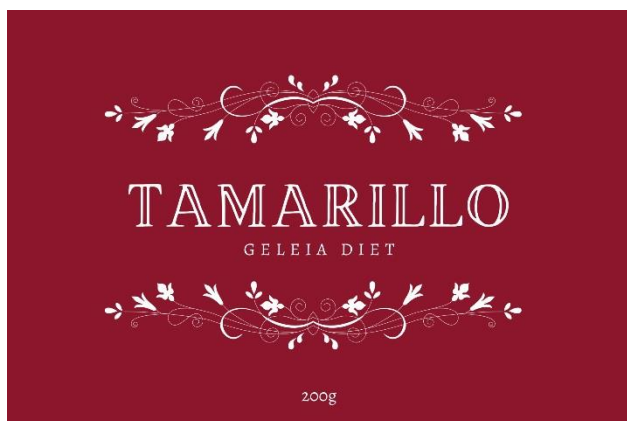
Lote: XXXXXX
 Fabricado em: XX.XX.XXXX
 Válido até: XX.XX.XXXX

S A C
 sac@xxx.com
 (21) xxxxx-xxxx

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 10			
Porção: 20 g (colher de sopa)			
	100 g	20 g	%VD ¹
Valor energético (kcal)	157	31	1,6
Carboidratos totais (g)	57	11	3,8
Açúcares totais (g)	5	1	**
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	1,3	0	0,5
Gorduras totais (g)	0,5	0,1	0,2
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	1,9	0,4	1,5
Sódio (mg)	2,3	0,45	0,02

¹Porcentual de valor em relação à tabela de referência para porção.
 **Não contém glúten.

6 009880 461091 >



GELEIA EXTRA DE TAMARILLO DIET

Ingredientes: tamarillo, eritritol, pectina cítrica e ácido cítrico.
NÃO CONTÉM GLÚTEN.
NÃO CONTÉM LACTOSE.
DIABÉTICOS: CONTÉM GLICOSE.
 Este produto pode ter efeito laxativo. Consumir preferencialmente sob orientação de nutricionista ou médico.
Armazenar em local seco e arejado.
 Após aberto conservar em geladeira (3°C a 8°C) por no máximo 15 dias.

Fabricado por: XXX LTDA. - Rua XXX, XX- Rio de Janeiro, RJ - CEP XXXXX-XXX - CNPJ: XX.XXX.XXX/XXXX-XX.
Indústria Brasileira.

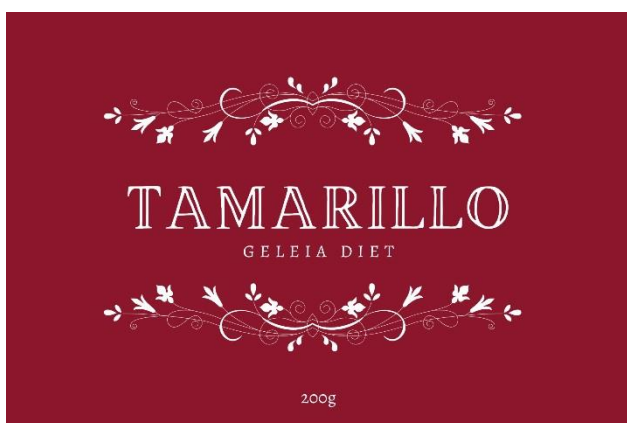
Lote: XXXXXX
 Fabricado em: XX.XX.XXXX
 Válido até: XX.XX.XXXX

S A C
 sac@xxx.com
 (21) xxxxx-xxxx

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 10			
Porção: 20 g (colher de sopa)			
	100 g	20 g	%VD ¹
Valor energético (kcal)	37	7,4	0,4
Carboidratos totais (g)	57	11	3,8
Açúcares totais (g)	5	1	**
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	1,3	0	0,5
Gorduras totais (g)	0,5	0,1	0,2
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	1,9	0,4	1,5
Sódio (mg)	2,3	0,45	0,02

¹Porcentual de valor em relação à tabela de referência para porção.
 **Não contém glúten.

6 009880 461091 >



GELEIA EXTRA DE TAMARILLO DIET

Ingredientes: tamarillo, xilitol refinado, eritritol, pectina cítrica e ácido cítrico.
NÃO CONTÉM GLÚTEN.
NÃO CONTÉM LACTOSE.
DIABÉTICOS: CONTÉM GLICOSE.
 Este produto pode ter efeito laxativo. Consumir preferencialmente sob orientação de nutricionista ou médico.
Armazenar em local seco e arejado.
 Após aberto conservar em geladeira (3°C a 8°C) por no máximo 15 dias.

Fabricado por: XXX LTDA. - Rua XXX, XX- Rio de Janeiro, RJ - CEP XXXXX-XXX - CNPJ: XX.XXX.XXX/XXXX-XX.
Indústria Brasileira.

Lote: XXXXXX
 Fabricado em: XX.XX.XXXX
 Válido até: XX.XX.XXXX

S A C
 sac@xxx.com
 (21) xxxxx-xxxx

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: 10			
Porção: 20 g (colher de sopa)			
	100 g	20 g	%VD ¹
Valor energético (kcal)	97	19	1,0
Carboidratos totais (g)	57	11	3,8
Açúcares totais (g)	5	1	**
Açúcares adicionados (g)	0	0	0
Proteínas (g)	1,3	0	0,5
Gorduras totais (g)	0,5	0,1	0,2
Gorduras saturadas (g)	0	0	0
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibra alimentar (g)	1,9	0,4	1,5
Sódio (mg)	2,3	0,45	0,02

¹Porcentual de valor em relação à tabela de referência para porção.
 **Não contém glúten.

6 009880 461091 >



ANÁLISE SENSORIAL
GELEIA DE TAMARILLO

13 DE JUNHO - 9H AS 21H
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL
4º ANDAR - ESCOLA DE NUTRIÇÃO

APÊNDICE D – Termo de livre esclarecimento da pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO ESTUDO: Avaliação da aceitação sensorial de produtos alimentícios elaborados à base de tamarillo (*Solanum betaceum*).

OBJETIVO DO ESTUDO: Desenvolver produtos alimentícios a base de tamarillo (*Solanum betaceum*), visando à elaboração de novos produtos com potencial funcional, e avaliar sua aceitação sensorial.

ALTERNATIVA DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO: Você tem o direito de não participar deste estudo e recusar-se a continuar a qualquer momento que não se sentir à vontade.

PROCEDIMENTO DO ESTUDO: Se você decidir participar deste estudo, você provará geleias produzidas à base de tamarillo (*Solanum betaceum*), preencherá uma ficha de avaliação constando sua opinião com identificação opcional e responderá a um questionário sobre seu consumo habitual de produtos desta modalidade.

RISCOS: A pesquisa apresenta riscos mínimos. Você pode achar que algumas perguntas incomodam você, por isso não é obrigado(a) a respondê-las; Você receberá juntamente com este termo, uma listagem dos ingredientes que são contidos nos produtos. No caso de você apresentar intolerância ou alergia alimentar devido a ingredientes na sua formulação, os pesquisadores desse estudo indicarão a sua não participação.

Caso você venha a apresentar algum sintoma de intolerância ou alergia decorrente da ingestão dos produtos, você será encaminhado à assistência médica no Hospital Universitário Gaffrée e Guinle (HUGG), unidade hospitalar própria da UNIRIO.

BENEFÍCIOS: O estudo traz como benefício aos participantes a oportunidade de conhecer novos sabores e viver novas experiências quanto a degustação de novos produtos.

CONFIDENCIALIDADE: Seu nome não aparecerá em nenhum formulário a ser preenchido por nós. Nenhuma publicação partindo deste teste e deste questionário revelará os nomes de quaisquer participantes da pesquisa.

DÚVIDAS E RECLAMAÇÕES: Esta pesquisa está sendo realizada pelo Departamento de Ciência dos Alimentos – Escola de Nutrição e pelo Programa de Pós-graduação em Alimentos e Nutrição - PPGAN, ambos da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, sendo a pesquisadora principal a Prof. Dra. Juliana Côrtes Nunes da Fonseca. Os investigadores estão disponíveis para responder a qualquer dúvida que você tenha. Caso seja necessário, contate a pesquisadora responsável, no telefone (21) 2542-7276, ou o Comitê de ética em Pesquisa, CEP-UNIRIO, no telefone (21) 2542-7771 ou e-mail cep-unirio@unirio.br.

Concordo em participar deste estudo,

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

APÊNDICE E – Questionário de identificação e consumo

QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E CONSUMO		
1. Nome (opcional)	2. Idade	
3. Gênero	<input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/> _____	
4. Renda Familiar (R\$)	5. Profissão e ocupação:	
6. Você costuma consumir geleia?	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Frequentemente <input type="checkbox"/> Muito frequentemente	
5. Você costuma consumir frutas ou produtos a base de frutas?	<input type="checkbox"/> Nunca <input type="checkbox"/> Raramente <input type="checkbox"/> Ocasionalmente <input type="checkbox"/> Frequentemente <input type="checkbox"/> Muito frequentemente	
6. Você provaria uma fruta ou um produto de uma fruta que você não conhece?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez	
7. Você consome produtos com base nos benefícios a saúde que ele pode lhe proporcionar?	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
8. Você sabe o que são compostos bioativos ou antioxidantes?	<input type="checkbox"/> Sim, eu sei <input type="checkbox"/> Já ouvi falar, mas não sei o que são <input type="checkbox"/> Não, eu não sei	
9. Quais dos nutrientes abaixo você acredita proporcionar benefício à saúde?	<input type="checkbox"/> Carboidratos <input type="checkbox"/> Proteínas <input type="checkbox"/> Lipídeos <input type="checkbox"/> Fibras <input type="checkbox"/> Glúten	<input type="checkbox"/> Compostos fenólicos <input type="checkbox"/> Carotenoides <input type="checkbox"/> Antocianinas <input type="checkbox"/> Licopeno <input type="checkbox"/> Ômega 3

APÊNDICE F – Ficha de análise sensorial

Nome: _____ Data: ____/____/____ Amostra: _____

Você está recebendo uma amostra codificada de geleia. Por favor, prove e avalie a amostra e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou da amostra.

9 – Gostei muitíssimo	Impressão global: ____
8 – Gostei muito	Aparência: ____
7 – Gostei moderadamente	Cor: ____
5 – Não gostei, nem desgostei	Aroma: ____
4 – Desgostei levemente	Textura: ____
3 – Desgostei moderadamente	Sabor: ____
2 – Desgostei muito	
1 – Desgostei muitíssimo	

O que você mais **gostou** nesta amostra? _____

O que você mais **desgostou** nesta amostra? _____

Utilize a escala abaixo para descrever a sua intenção de compra da amostra avaliada:

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certamente compraria	Possivelmente compraria	Talvez compraria, talvez não compraria	Possivelmente não compraria	Certamente não compraria

APÊNDICE G – Tabela suplementar

Supplementary table. "Most liked" and "Most disliked" words frequency

	Most liked Occurrence (n)	Frequency (%)		Most dislike Occurrence (n)	Frequency (%)
<i>Tamarillo jelly with sugar</i>					
Flavor	40	32,79	Very sweet	18	20,69
Color	27	22,13	Seeds	17	19,54
Texture	16	13,11	Texture	14	16,09
Appearance	14	11,48	Aroma	9	10,34
Sweetness	8	6,56	Flavor	6	6,90
Aroma	4	3,28	Bitter aftertaste	4	4,60
Everything	4	3,28	Sweetness	3	3,45
Fruit pieces	3	2,46	Sour	4	4,60
Sour	4	3,28	Fruit pieces	2	2,30
Spicy aftertaste	1	0,82	Spicy	2	2,30
Delicate taste	1	0,82	Appearance	2	2,30
			Aftertaste	1	1,15
			Less fruit taste	1	1,15
			Less fruit pieces	1	1,15
			Color	1	1,15
			Anything	1	1,15
			Less sweet	1	1,15
Total	122	100,00		87	100,00
<i>Tamarillo jelly with xylitol</i>					
Flavor	37	32,74	Texture	17	18,28
Texture	23	20,35	Seeds	13	13,98
Color	14	12,39	Very sweet	13	13,98
Appearance	12	10,62	Flavor	9	9,68
Aroma	9	7,96	Aroma	6	6,45
Sweetness	7	6,19	Color	5	5,38
Fruit pieces	5	4,42	Fruit pieces	5	5,38
Sour	3	2,65	Appearance	5	5,38
Aftertaste	1	0,88	Bitter	4	4,30
Sweet aftertaste	1	0,88	Sweetness	3	3,23
Guava flavor	1	0,88	Aftertaste	2	2,15
			Sour	4	4,30
			Spicy	2	2,15
			Weaker flavor	1	1,08
			Sugar taste	1	1,08
			Less fruit taste	1	1,08
			Arenous	1	1,08
			Peel	1	1,08
Total	113	100,00		93	100,00
<i>Tamarillo jelly with xylitol and erythritol</i>					
Color	26	24,76	Very sweet	19	16,96
Flavor	23	21,90	Texture	15	13,39
Texture	15	14,29	Seeds	14	12,50
Appearance	13	12,38	Sugar crystals	12	10,71
Aroma	12	11,43	Flavor	12	10,71
Sweetness	4	3,81	Bitter	8	7,14
Everything	3	2,86	Arenous	8	7,14
Fruit pieces	2	1,90	Sour	7	6,25
Sour	4	3,81	Fruit pieces	4	3,57
Anything	1	0,95	Sweetness	3	2,68
Spicy	2	1,90	Aroma	3	2,68
			Aftertaste	2	1,79
			Less sweet	2	1,79
			Color	1	0,89
			Strong taste	1	0,89
			Peel	1	0,89
Total	105	100,00		112	100,00