

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

ISABELLE PAES LEME DE CASTRO

**SUCOS DE TAMARILLO (*Solanum betaceum*) INTEGRAL E MISTOS:
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSIÇÃO EM BIOATIVOS E ACEITAÇÃO
DO CONSUMIDOR**

Rio de Janeiro

2019

Isabelle Paes Leme de Castro

**SUCOS DE TAMARILLO (*Solanum betaceum*) INTEGRAL E MISTOS:
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSIÇÃO EM BIOATIVOS E ACEITAÇÃO
DO CONSUMIDOR**

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 parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Alimentos e Nutrição.

Orientadores: Prof^a. Dr^a. Juliana C. Nunes da Fonseca
Prof^a. Dr^a. Mariana Costa Monteiro

Rio de Janeiro
Fevereiro de 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

P355 Paes Leme de Castro, Isabelle
SUCOS DE TAMARILLO (*Solanum betaceum*) INTEGRAL E
MISTOS: CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSIÇÃO EM
BIOATIVOS E ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR / Isabelle
Paes Leme de Castro. -- Rio de Janeiro, 2019.
88p

Orientador: Juliana Côrtes Nunes da Fonseca.
Coorientador: Mariana Costa Monteiro.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do
Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação
em Alimentos e Nutrição, 2019.

1. Compostos fenólicos. 2. Maçã. 3. Ácidos
orgânicos. 4. Ácido 5-cafeoilquínico. 5.
Pelargonidina 3-O-rutinosídeo. I. Côrtes Nunes da
Fonseca, Juliana, orient. II. Costa Monteiro,
Mariana, coorient. III. Título.

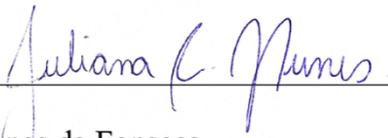
Isabelle Paes Leme de Castro

**SUCOS DE TAMARILLO (*Solanum betaceum*) INTEGRAL E MISTOS:
CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, COMPOSIÇÃO EM BIOATIVOS E
ACEITAÇÃO DO CONSUMIDOR**

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Alimentos e Nutrição da Universidade
Federal do Estado do Rio de Janeiro
(PPGAN/UNIRIO)

Aprovada em: 27/02/2019

BANCA EXAMINADORA



Profª. Dra. Juliana Côrtes Nunes da Fonseca
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO



Profª. Dra. Ellen Mayra Menezes Ayres
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO



Dra. Lordes Maria Correa Cabral
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA

DEDICATÓRIA

Ao meu Jesus, que me deu todas as oportunidades de chegar até aqui,
E que me sustentou em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todos os dias me conduzir com todo o amor, carinho e cuidado nessa jornada, por sempre ter sido meu porto seguro, minha luz e meu refúgio. Te amo, Jesus. Agradeço também a meu noivo Victor, por todos os dias segurar minhas mãos e não me deixar desistir, por sempre me abraçar e enxugar minhas lágrimas nos momentos difíceis e por se alegrar com minhas vitórias, por menores que elas fossem. Obrigada por todos os dias me dizer que eu conseguiria meu amor, eu te amo. A minha família - mãe e pai, por sempre me apoiarem mesmo sem entender minhas escolhas, pelo cuidado, atenção, pela preocupação. A minha mãe por sempre me acalmar mesmo em meio ao furacão de emoções que é e ao meu pai por todo o carinho, pelas inúmeras idas e vindas de me levar e buscar altas horas da noite nas baldeações para casa. Amo vocês. Aos meus irmãos, Giselle e Arthur, que sempre estiveram comigo, me incentivando e fazendo o impossível para que essa jornada fosse mais leve. A minha família australiana – Nyck, Lucas, Gi, Malu, Sophia, Isla, Kaka, Jeremy, Hailey, por torcerem por mim e por entenderem minha ausência em muitas vezes. Agradeço também a minha sogra Maria, meus sogros Nildo e Jonas, e todos os familiares do Victor que sempre torceram e oraram por mim nesse momento.

Não posso deixar de agradecer a minha orientadora Juliana Nunes, que sempre acreditou no meu potencial, que me ensinou tanto desde o TCC, que confiou em mim e em tudo que eu poderia fazer. Obrigada pelos abraços, pelos puxões de orelha, pelos conselhos e por todas as horas que dedicamos juntas a ciência neste trabalho. A minha coorientadora Mariana, que abriu portas e sempre esteve presente nos momentos, me auxiliando na caminhada e ensinando tanto com sua dedicação a ciência de alimentos. Vocês foram essenciais no meu processo de evolução na pesquisa, muito obrigada pela parceria!

Agradeço ainda por todos amigos que estiveram em constante torcida e oração para que esse ciclo fosse vivenciando com louvor, sucesso e sensação de dever cumprido. Tenho muito orgulho que vocês, meus nutrilindos: Juliana Telles (maravilhosa inspiração), Thaisa Marques (amiga de todas as horas – mesmo em Seropédica), Letícia Desidério (intercessora 24 horas), Bruno Assis (impulsionador incrível), Thaysa Marinho (abraço constante) e Thaíze (um dia quero ser como você). Ao meu querido NUGAM (Núcleo Gerador de Alternativas Metodológicas) ou popularmente conhecido – Núcleo de Gambiarras, sem vocês não teria sido tão leve e gratificante os dias na nossa amada Uni. A todos biolindos Lana, Larissa, Joel, Tici, Matheus (Yotsuô), Thuane, Izabela, Natacha, Raiane e Helena por todos os dias serem

um conforto, pelas ajudas nos experimentos, pelas palavras de apoio e por todos nossos momentos. Amo vocês.

Agradeço ainda aos meus queridos amigos que sempre me apoiaram e inúmeras vezes fizeram parte deste processo tão grande. A Vanessa pelas caronas e por sempre dividir as preocupações comigo. Ao meu primo Fernando também pelas caronas e pelas corridas imaginárias que apostávamos na Linha Vermelha. Agradeço as queridas Camila, Íris, Bia, Kim, Nathália, Bianca e tantas outras pessoinhas do fundão que fizeram parte deste experimento. Sem a ajuda de vocês, as palavras de força e ânimo esse trabalho não teria sido o mesmo. A Manu e a Andressa por todos os momentos de dúvida, abraços, amizade, coragem, carinho, companheirismo e entusiasmo. Vocês são as melhores ICs do mundo.

A professora Ellen que incondicionalmente esteve sempre ao meu lado, acreditando no meu trabalho, incentivando e sendo tão especial em cada passo que trilhei. Obrigada pelos ensinamentos e pelas horas em que trocamos todas as mensagens, mesmo de madrugada por causa do fuso. Obrigada ao professor Paulo Sérgio por iniciar a jornada da pesquisa ao meu lado. A todos os professores do PPGAN e da Escola de Nutrição da UNIRIO e aos PPGANDOS que sempre tiveram um abraço, uma palavra amiga, umas festinhas e uns lanchinhos nos momentos que precisávamos. Vocês são incríveis e fundamentais nessa conquista!

Ao meu filho, lindeza de mamãe, meu peludinho, serzinho de quatro patas e focinho gelado que sempre me recebeu com lambeijos e felicidade, mesmo nos dias difíceis. Ao meu Fofó que esteve comigo acordado tantas madrugadas na construção deste trabalho, que me ofereceu seu corpo gordinho e peludinho pra apoiar os pés e seu olhar e amor, paciência e carinho em todos os momentos. Ser mãe de cachorro é bom, mas ser mãe do cachorro Fofó é milhões de vezes melhor. Te amo meu “pequenino”.

A todos que de alguma forma fizeram parte – nomear pessoas agora é humanamente impossível, por isso continuo dizendo que agradeço todos os dias a Deus por ter pessoas tão lindas ao meu lado. A todos do grupo de caronas W. Luiz – Fundão que alegraram minhas manhãs e tardes, me salvaram do transporte público, sempre sorrindo e contando as fofocas do dia. Vocês são especiais demais! Aos meus familiares, meus vizinhos, amigos mesmo que distantes, mas torcedores presentes. Aos funcionários e servidores desta maravilhosa Universidade que chamo gentilmente de segunda casa. Muito obrigada!

“Os nutrientes são a resposta de tudo. São a chave da vida e a cura simples. Curam doenças e mal sentimentos. Estão brotando da nossa terra, é só colher e aproveitar.”

Anadir Paes Leme Fernandes – “Vovó Nadir”

(In memoriam)

RESUMO

O tamarillo (*Solanum betaceum*), popularmente conhecido como tomate de árvore, apresenta rica composição química e em bioativos, no entanto, seu consumo ainda é pouco explorado no Brasil. A preocupação com a saúde tem levado ao aumento da demanda por produtos integrais, sem adição de açúcares e conservantes. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi investigar a composição química e aceitação de sucos de tamarillo integral e com adição de maçã. Foram produzidos três sucos: integral (100% tamarillo), misto 1 (40/60% tamarillo e maçã) e misto 2 (50/50% tamarillo e maçã), armazenados sob congelamento (-20°C) durante 0, 15, 30, 45 e 60 dias. Foi observada maior atividade antioxidante, avaliada por FRAP (mmol Fe⁺²/100 mL) no suco integral (1498,6 ± 15,1), comparado ao suco 1 (1066,6 ± 48) e ao suco 2 (575,2 ± 7). Nove compostos fenólicos foram identificados no suco integral de tamarillo e cinco nos sucos adicionados de maçã. Do total de compostos fenólicos quantificados nos sucos (7,3 mg/100 mL para o suco integral e 2,6 mg/100 mL para os sucos mistos), os principais foram a pelargonidina-3-*O*-glicosídeo e o ácido feruloilglicosídeo, responsáveis em conjunto por mais de 80% do total de compostos fenólicos nos sucos. Os ácidos cítrico e málico foram majoritários nos sucos elaborados, sendo o teor de ácido cítrico predominante no suco integral de tamarillo (1484,7 mg/100mL) e o ácido málico, predominante nos sucos mistos de maçã 1 e 2 (264,5 e 335,8 mg/100mL, respectivamente). Durante o armazenamento, foi observada redução da atividade antioxidante e do teor de carotenoides totais dos sucos. Os compostos fenólicos do suco integral demonstraram um aumento de até 50% dos seus teores iniciais. Os sucos adicionados de maçã foram mais susceptíveis a degradação do ácido 5-cafeoilquínico e feruloilglicosídeo. O congelamento demonstrou-se eficiente para a manutenção da qualidade microbiológica ao longo do armazenamento. A análise sensorial evidenciou que a adição de maçã aos sucos possibilitou uma melhora da aceitação global em até 50% e da intenção de compra em até 87%. No geral, o suco misto 2 foi o melhor avaliado sensorialmente. Novas estratégias de desenvolvimento como diluições em água ou mesmo outros percentuais de maçã devem ser exploradas para melhor aceitação sensorial do suco de tamarillo. Sucos de tamarillo e maçã foram desenvolvidos e avaliados pela primeira vez no presente estudo. Os sucos desenvolvidos foram considerados de características nutricionais equivalentes aos frutos *in natura*, apresentando ainda compostos bioativos e qualidade microbiológica adequada a legislação.

Palavras-chave: Compostos fenólicos; Maçã; Ácidos orgânicos; Ácido 5-cafeoilquínico; Pelargonidina-3-*O*-glicosídeo.

ABSTRACT

The Tamarillo (*Solanum betaceum*), also called tree tomato, presents rich chemical and bioactive composition, however, its consumption is still low explored in Brazil. Health concerns have led to an increase in the demand for whole products, without added sugars and additives. Thus, the aim of this study was to investigate the chemical composition and acceptance of whole tamarillo juice and tamarillo juice with the addition of apple. Three juices were produced: whole (100% tamarillo), blend 1 (40/60% tamarillo and apple) and blend 2 (50/50% tamarillo and apple), stored under freezing (-20°C) 45 and 60 days. The highest antioxidant activity, evaluated by FRAP (mmol Fe + 2/100 mL) in the whole juice (1498.6 ± 15.1) was observed, compared to blend 1 (1066.6 ± 48) and blend 2 (575.2 ± 7). Nine phenolic compounds were identified in the whole juice of tamarillo and five in the blends containing apple. Of the total number of phenolic compounds quantified in the juices (7.3 mg / 100 mL for whole juice and 2.6 mg / 100 mL for mixed juices), the main ones were pelargonidin-3-O-glycoside and feruloyl glycoside acid, responsible for more than 80% of the total phenolic compounds in the juice. Citric and malic acids were predominant in the processed juices, with citric acid content mainly in the whole tamarillo juice (1484.7 mg / 100 mL) and malic acid, mainly in the blend 1 and 2 (264.5 e 335.8 mg / 100 mL, respectively). During storage, a reduction of the antioxidant activity and the total carotenoid content of the juices was observed. The phenolic compounds of the whole juice demonstrated an increase of up to 50% of their initial contents. The blend juices were more susceptible to the degradation of the 5-caffeoylquinic acid and feruloyl glicoside. Freezing proved to be effective for maintaining microbiological quality throughout storage. The sensory evaluation showed that the addition of apple to the juices allowed an improvement of the overall liking by up to 50% and the purchase intention by up to 87%. The blend juice 2 was the best sensory evaluated. New developmental strategies such as dilutions in water or even other percentages of apple should be explored for better sensory acceptance of tamarillo juice. Tamarillo and apple juices were first developed and evaluated in the present study. The developed juices were considered as nutritional characteristics equivalent to the in natura fruits, also presenting bioactive compounds and microbiological quality adequate to the legislation.

Key words: Phenolic compounds; Apple; Organic acids; 5-caffeoylquinic acid; Pelargonidin-3-O-glucoside.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estádio de maturação do fruto tamarillo _____	17
Figura 2. Estrutura básica dos compostos fenólicos _____	19
Figura 3. Estrutura química da cianidina-3- <i>O</i> -glicosídeo _____	23
Figura 4. Estrutura química das antocianinas dependendo do pH e reação de degradação das mesmas _____	24
Figura 5. Maçã (<i>Malus domestica</i>) var. Gala _____	27
Figura 6. Processo de produção dos sucos: Seleção, sanitização e corte dos frutos, processamento dos sucos, envase e ultracongelamento dos sucos de tamarillo e maçã nas suas devidas proporções _____	37
Figura 7. Análise realizada nos sucos de tamarillo e maçã nos tempos de armazenamento_	38
Figura 8. Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e carotenoides totais dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã no tempo inicial (0 dias) de análise_____	48
Figura 9. Análises da estabilidade de acidez titulável e pH dos sucos de tamarillo com e sem adição de maçã_____	55
Figura 10. Análise da atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e carotenoides totais durante o armazenamento de sucos de tamarillo integral ou mistos com maçã _____	57
Figura 11. Estabilidade dos compostos fenólicos dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã _____	59
Figura 12. Estabilidade das antocianinas dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã__	61
Figura 13. Estabilidade dos ácidos orgânicos dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã _____	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Nomes populares do fruto ao redor do mundo _____	14
Tabela 2. Composição de compostos fenólicos relatada nos frutos de tamarillo _____	20
Tabela 3. Composição de compostos fenólicos relatada nas variedades de maçã _____	29
Tabela 4. Proporções de tamarillo e maçã utilizados no preparo das amostras _____	36
Tabela 5. Propriedades físico-químicas dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã _____	46
Tabela 6. Coordenadas colorimétricas avaliadas por L^* , a^* e b^* dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã _____	47
Tabela 7. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda de absorção máxima na região UV ($\lambda_{\text{máx}}$), dados espectrais de massa e tentativa de identificação dos compostos detectados nos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã _____	50
Tabela 8. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda de absorção máxima na região UV ($\lambda_{\text{máx}}$), dados espectrais de massa e tentativa de identificação das antocianinas detectadas nos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã _____	51
Tabela 9. Teor (mg/100 mL) de compostos fenólicos no suco de tamarillo integral e mistos com maçã _____	52
Tabela 10. Teor (mg/100 mL) de ácidos orgânicos no suco de tamarillo integral e mistos com maçã _____	53
Tabela 11. Coordenadas colorimétricas avaliadas por L^* , a^* e b^* do suco de tamarillo integral e mistos com maçã ao longo de 60 dias de armazenamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ _____	56
Tabela 12. Análises microbiológicas dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã nos tempos 0 e 60 de armazenamento _____	63
Tabela 13. Estudo do perfil de consumidor dos avaliadores dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã nos tempos 0 e 60 dias _____	65
Tabela 14. Aceitação sensorial ¹ e intenção de compra dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã no tempo inicial (0 dias) _____	67
Tabela 15. Comparativo das médias de análise sensorial e intenção de compra dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã nos tempos 0 e 60 dias _____	68

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. TAMARILLO (<i>Solanum betaceum</i>)	15
2.1.1. Aspectos botânicos e de cultivo	15
2.1.2. Consumo e comercialização	18
2.1.3. Caracterização físico-química do tamarillo	19
2.1.4. Potenciais efeito benéficos do tamarillo na saúde	25
2.2. MAÇÃ (<i>Malus domestica</i>)	27
2.2.1. Aspectos botânicos e de cultivo	27
2.2.2. Caracterização químico-física da maçã	29
2.2.3. Utilização da maçã na fabricação de sucos	31
2.3. SUCOS	32
2.3.1. Legislação para sucos no Brasil	32
2.3.2. Produção e comercialização de sucos no Brasil	33
2.3.3. Congelamento de sucos	34
2.4. JUSTIFICATIVA	35
3. OBJETIVOS	36
3.1. OBJETIVO GERAL	36
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
4. MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1. AQUISIÇÃO DOS FRUTOS E ELABORAÇÃO DOS SUCOS	37
4.2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DOS SUCOS	39
4.3. DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS	40
4.4. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS	41
4.5. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	42
4.6. PERFIL DE ÁCIDOS ORGÂNICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE-DAD)	43
4.7. PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE-DAD-MS)	44
4.8. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL	45
4.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	46

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. SUCOS DE TAMARILLO INTEGRAL E ADICIONADOS DE MAÇÃ	47
5.1.1. Caracterização química e física	47
5.1.2. Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante	48
5.1.3. Composição em compostos fenólicos	51
5.1.4. Composição em ácidos orgânicos	54
5.2. ESTABILIDADE DOS SUCOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO ATÉ 60 DIAS	55
5.2.1. Caracterização química e física	55
5.2.2. Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante	57
5.2.3. Composição em compostos fenólicos	59
5.2.3. Composição em ácidos orgânicos	62
5.3. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL	64
5.3.1. Análise microbiológica	64
5.3.2. Perfil do consumidor avaliador	65
5.3.3. Aceitação do consumidor	67
6. CONCLUSÃO	70
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
ANEXOS	86

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, superado apenas pela China e Índia (Kist et al., 2018), e possui ainda frutos pouco explorados tanto do ponto de vista comercial quanto científico, visto que muitos destes possuem compostos importantes para a saúde humana (Ribeiro et al., 2017). O tamarillo (*Solanum betaceum*) pertence à família *Solanaceae*, é originário da região andina da América do Sul, porém, com crescente cultivo na Bahia, em São Paulo e em Minas Gerais (Guilherme et al., 2012), onde é conhecido popularmente como “tomatão”, “tomate-francês” ou “tomate de árvore”.

Além de seu alto conteúdo de vitaminas (Moreno Álvarez et al., 2007), o tamarillo ainda contém quantidades significativas de constituintes com ação antioxidante, tais como compostos fenólicos e carotenoides (Espin et al., 2016). É frequentemente consumido *in natura*, ou na forma de geleias, sorvetes e iogurtes (Osório et al., 2012), sendo o suco de tamarillo ainda pouco explorado comercialmente.

A sociedade está cada dia mais preocupada com a saúde, assim a busca pela qualidade de vida se estende aos cuidados com a alimentação, marcado por uma crescente demanda de produtos saudáveis e com características nutricionais e sensoriais próximas dos alimentos *in natura*. Deste modo, a indústria alimentícia está cada vez mais atenta aos desejos do consumidor e investindo em formulações para novos produtos, e concentrando o *marketing* no apelo à vida saudável (Wansink, 2004; Machado, 2012).

Com a maior preocupação dos consumidores em ingerir produtos mais saudáveis, no ano de 2016 o segmento de sucos e bebidas não alcoólicas, apresentou mais da metade dos seus lançamentos como “integrais”, de maior valor agregado. Deste modo, refrescos e néctares, mais baratos, tem perdido participação de mercados para os sucos 100% (Lopes, 2017). Desde 2010, já haviam estudos sobre uma tendência de mercado da mistura de mais de uma fruta para produção de sucos e polpas. O desenvolvimento de sucos e polpas de frutas mistas tem atraído os consumidores devido a essas características diferenciadas, melhorando a aceitação sensorial dos produtos, e incrementando sua composição quanto aos compostos de interesse para a saúde, em especial a capacidade antioxidante (Barbosa, 2010; Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman, 2017).

Segundo Oscullo e Danilo (2013), o tamarillo apresenta um grande potencial agroindustrial, tem poucas calorias e já foi descrito como um alimento que auxilia na redução das taxas de colesterol no sangue. Apesar disso seu cultivo e consumo ainda não alcançaram

um nível de escala industrial. Pouco se sabe sobre a composição química de sucos de tamarillo integral ou com adição de outras frutas, como a maçã, por isso investigações científicas são necessárias para obter informações sobre a adequada produção com vistas a garantir o desenvolvimento de um suco com propriedades nutricionais de interesse.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. TAMARILLO (*Solanum betaceum*)

2.1.1. Aspectos botânicos e cultivo

O fruto do tamarillo, de nome científico *Betacea (Cav.) Sendt*, pertence ao gênero *Cyphomandra*, espécie *Betacea* e a família *Solanacea*. Popularmente é conhecido por diversos outros nomes ao redor do mundo, representados na **tabela 1**. O nome tamarillo surgiu na Nova Zelândia, no ano de 1970 (Morton, 1982; Simmonds R., 2001; Guilherme et al., 2012; Lim, T.K., 2012; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).

O nome botânico do fruto sofreu algumas modificações ao longo do tempo, por isso na literatura é possível encontrar estudos com nomenclaturas diferentes. A planta recebeu primeiro o nome *Solanum betaceum* pelo botânico espanhol Cavanilles, que mais tarde foi alterado para *Cyphomandra betacea* por Sendtner e em 1995, teve de volta o nome botânico de *Solanum betaceum* (Bohs, 1995; Vasco et al., 2009).

Tabela 1. Nomes populares do fruto tamarillo ao redor do mundo

Nome popular (idioma original)	Nome popular (traduzido para português)	País/Idioma de origem do nome
Tree tomato	Tomate de árvore	Colômbia/Equador/Reino Unido
French tomato	Tomate francês	Portugal
Straiktomaad terong blanda	Berinjela holandesa	Holanda
Tomate de arbre	Tomate de árvore	França
Tomatobaum	Tomate de árvore	Alemanha
Chili tomato	Tomate pimentão	Espanha
Tamarillo	Tamarillo	Estados Unidos da América/ Nova Zelândia
Limatomate	Tomate de Lima	Argentina/Bolívia
Tomate do monte	Tomate do monte	Argentina/Bolívia
Tomate de La Paz	Tomate da paz	Argentina/Bolívia/França
树番茄(Lê-se “Shu fānqiē”)	Tomate de árvore	China
Rajčěnka repovítá	Sem tradução	Tcheco
Træ tomat	Tomate de árvore	Dinamarca
Tamarille	Tamarillo	França
Tomate D’abre; Arbre à tomate; Tomate em arbre	Tomate de árvore	França

Terong belanda	Berinjela holandesa	Indonésia
Pomodoro arbóreo	Tomate de árvore	Itália
Pokok tomato	Sem tradução	Malásia
Tomate de árbol	Tomate de árvore	Peru
Berenjena	Berinjela	Peru
Sacha tomate	Sem tradução	Peru
Yuncatomate	Sem tradução	Peru
Tomate silvestre	Tomate silvestre	Sem origem definida
Tomate de água	Tomate de água	Sem origem definida
Tomate veado	Tomate veado	Sem origem definida
Contragallinazo	Contragallinazo	Sem origem definida
Tomate de castilla	Tomate de castilla	Sem origem definida
Tomate serrano	Tomate serrano	Sem origem definida
Tomate chimango	Tomate chimango	Sem origem definida
Tomatão	Tomatão	Sem origem definida

O tamarillo é originário da América do Sul, nativo da região e arredores dos Andes. Pela ocorrência da alta diversidade genética dos frutos nos bosques da reserva de Tucumano, entre a Bolívia e o norte da Argentina, acredita-se que essa seja a origem inicial. Diversas variedades do tamarillo são encontradas ao redor do mundo, o que as destaca é a coloração diferenciada do fruto nas cascas, polpas e sementes (Vasco et al., 2009; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).

O tamarillo possui um formato ovoide, com medidas entre 4 a 10 cm de comprimento e 3 a 5 cm de diâmetro. Apresenta casca resistente e brilhante, uma camada de polpa mais externa, sendo firme e compacta, e uma polpa interna gelatinosa, macia e suculenta, envolvendo as sementes, de sabor geralmente ácido e adocicado. As variedades mais comuns encontradas são de casca roxa, vermelha e a amarela, sendo as polpas de coloração variando entre o laranja-avermelhado até o amarelo-creme (Vasco et al., 2009; Guilherme et al., 2012; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).

Existem muitas variedades diferentes para o tamarillo. Em uma classificação geral, dois principais grupos englobam a grande maioria: o grupo roxo-vermelho (cores variando entre roxo ou vermelho) e o grupo amarelo (cores variando entre amarelo-dourado e âmbar) (Popenoe et al., 1989; Sale e Pringle, 1999; Prohens e Nuez, 2001). O primeiro cultivar vermelho da Nova Zelândia chamava-se de “*Read Beau*”, e acabou sofrendo um declínio na

sua produção devido a um vírus. Deu então origem a outras duas variedades, a “*Ted’s Red*” e “*Laird Large*”. A variedade roxo-vermelha é ainda encontrada com diversos outros nomes, como: *Oratia*, *Red Delight*, *Kerikeri Red*, *Andy’s Sweet Red*, *Red beauty*, *Red Chief* e *Seccombe Red*. Já a variedade amarela é encontrada com os nomes: *Bold gold* – sendo essa a mais comum; *Gold mine*, *Amberlea gold* e *Kaitaia Yellow* (Sale and Pringle, 1999; Sale, 2006).

Segundo Osório et al. (2012), a árvore do tamarillo, começa a dar frutos após cerca de dois anos do plantio e pode ser produtiva até 12 anos, tendo capacidade de produção de 20-30kg de frutos por ano. O cultivo ideal deve ser em solos permeáveis, profundos, com bom conteúdo de matéria orgânica, e que não apresentem alto conteúdo de barro ou areia. Adapta-se bem aos solos levemente ácidos, com pH entre 5,5 e 6,5, com drenagem adequada e não tolera solos compactados e sem oxigenação (Garcia Muñoz, 2008; Bonnet & Cárdenas, 2012; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).

O clima para o cultivo do tamarillo é mais eficiente em temperaturas frias moderadas, oscilando entre 13°C e 20°C. Geralmente, temperaturas acima de 25°C ou inferiores a 10°C podem gerar a queda das flores, afetando a produção dos frutos. Cresce entre 1.200 a 3.000 metros acima do nível do mar, no entanto entre 1.800 a 2.600 metros tem a produção otimizada. A umidade relativa para o cultivo tem que variar de 70% a 80%, para favorecer a polinização e a árvore do tamarillo não é tolerante a déficits hídricos, que podem gerar baixos rendimentos e prejudicar a qualidade da fruta, por isso a chuva também é primordial no cultivo. Sensível à radiação solar intensa, a planta funciona melhor em regiões de nebulosidade, característica das áreas da Região andina, de onde é originário (Ríos Madril, 2010; Acosta-Quezada, 2011; Bonnet & Cárdenas, 2012).

A etapa na qual se inicia a floração até o início da frutificação denomina-se etapa reprodutiva. Dura em média 7 a 14 meses, e uma vez que começa a florescer, isto torna-se permanente. A etapa produtiva compreende a floração, frutificação e produção do fruto maduro. Pode durar aproximadamente 17 a 44 meses, sendo que a formação do fruto dura em média 21 a 28 semanas. A **figura 1** demonstra o estágio de maturação do fruto, que a partir da 25ª semana parece alcançar seu estado máximo (Garcia Muñoz, 2008; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).



Figura 1. Estádio de maturação do fruto tamarillo (Garcia Muñoz, 2008).

2.1.2. Consumo e comercialização

O tamarillo é um fruto com altos níveis de produção e consumo na América do Sul. É cultivado em pequena e grande escalas em diversos países, dentre Colômbia, Bolívia, Equador, Chile, Peru, Brasil, Argentina, Venezuela, Costa Rica, Guatemala, Jamaica, Porto Rico, Haiti, Nova Zelândia, Quênia, Vietnã, Espanha, Sri Lanka, Índia, Estados Unidos da América (Califórnia), México, Zâmbia, Zimbábue (Garcia Muñoz, 2008; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015; Espin et al., 2016). No Brasil, o cultivo do tamarillo ocorre ainda em pequena escala, através de pequenos produtores, oriundos da agricultura familiar. Essa produção ocorre nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Rio de Janeiro.

O consumo do tamarillo no mundo tem sido relatado *in natura* ou em forma de bebidas (sucos, néctares, drinks), geleias, doces, recheios, compotas, molhos, sobremesas, como tortas e mousses. Há ainda estudos evidenciando o desenvolvimento de farinhas de tamarillo com vistas a sua aplicação em produtos de panificação (Guilherme et al., 2012; Espin et al., 2016; Silva et al., 2017).

Segundo o Governo da Colômbia, dos principais importadores de tamarillo, somente no ano de 2012, em percentuais respectivos a importação mundial, se encontram a China em primeiro lugar (31,6%), Hong Kong (7%), Indonésia (6%), Rússia (5,1%) e Países Baixos

(5%). No ano de 2013, os importadores foram os Países Baixos, Canadá, França, Alemanha e Bélgica, movimentando um valor financeiro de U\$\$1,353.980 dólares (DANE, 2014; Câmara de Comércio de Bogotá, 2015).

2.1.3. Caracterização física e química do tamarillo

O tamarillo é um fruto que apresenta pH por volta 3,6, tendo pequenas alterações conforme a variedade. De acordo com alguns estudos e as tabelas de composição da Nova Zelândia e da Organização Pan Americana de Saúde, o fruto se caracteriza pelo seu alto teor de umidade, entre torno de 86% em média, teor de fibras entre 3 a 4,5%, 1% de cinzas, 2,2% de proteínas e menos de 1% de lipídeos. Seu teor de carboidratos varia conforme a variedade, sendo encontrado desde 3,8% até 14,1%. Além disso, possui vitaminas e minerais como, por exemplo, a tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido fólico, vitamina C, vitamina A (em equivalentes de retinol), sódio, iodo, cálcio, potássio, fósforo, ferro, selênio e zinco. O tamarillo ainda possui ácidos orgânicos, sendo os ácidos cítrico e málico evidenciados em sua composição desde 1982, até hoje (Heatherbell, 1982; Romero Rodriguez, 1994; Boyes e Strubi, 1997; INCAP, 2007; Repo de Carrasco e Encina Zelada, 2008; Vasco et al., 2009; Acosta-Quezada, 2015).

O tamarillo *in natura*, além de seu alto conteúdo de vitaminas e minerais, contém quantidades significativas de constituintes com ação antioxidante, tais como compostos fenólicos e carotenoides. Esse potencial bioativo tem se mostrado presente nas frutas de origem andina. Alguns compostos bioativos possuem efeitos já descritos, como potencial anti-inflamatórios e de proteção às doenças cardiovasculares, câncer e diabetes. Sua atividade antioxidante não se limita apenas ao sequestro de radicais livres, mas também, no estímulo da atividade de enzimas antioxidantes, por exemplo (Rice-Evans et al., 1996; Wang et al., 2008; Hu, 2011; Sancho et al., 2012; Sarkar & Shetty, 2014).

Estudos desde o ano de 1982, como de Heatherbell (1982) e Rodriguez Amaya, Bobbio e Bobbio (1983) já relatavam a presença do β -caroteno e de antocianinas no tamarillo, respectivamente. No decorrer do tempo, Romero Rodriguez (1994) evidenciou além das antocianinas presentes no tamarillo, à presença dos ácidos hidroxicinâmicos, conforme evidenciados na **tabela 2**. Outros carotenoides têm sido descritos no fruto, como β -criptoxantina, (E)- luteína, zeaxantina (Moreno Álvarez *et al.*, 2007; Repo de Carrasco e Encina Zelada, 2008; Vasco et al., 2008; Mertz, 2009; Vasco et al., 2009; Acosta-Quezada,

2015; Espin et al., 2016; Silva et al., 2017; Chagas et al., 2017; Garcia et al., 2018; Castro et al., 2018).

Os compostos fenólicos são metabólitos secundários de plantas, caracterizados por apresentarem uma ou mais hidroxilas ligadas diretamente a um anel benzênico (**Figura 2**), 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. As maiores fontes de compostos fenólicos da alimentação são os produtos de origem vegetal e acredita-se que mesmo com inúmeros estudos acerca dos elevados teores destes compostos nesses alimentos, há uma grande variação entre os valores encontrados, o que se deve em parte ao uso de diferentes metodologias de extração, ocasionando em uma possível subestimação de seus teores (Balasundram et al., 2006; Vermerris & Nicholson, 2006; Acosta-Estrada et al., 2014).

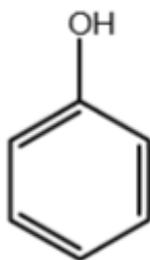


Figura 2. Estrutura básica dos compostos fenólicos (Fonte: Vermerris & Nicholson, 2006).

O termo “compostos fenólicos” engloba um grupo de compostos químicos, que podem ser classificados baseando-se no número de carbonos presentes na molécula. Dessa forma, compreendem desde moléculas simples (C_6) a compostos altamente polimerizados ($C_6-C_3-C_6$)_n. Apesar da grande diversidade estrutural, este grupo é denominado de polifenóis, dos quais as seguintes classes se destacam na alimentação: ácidos fenólicos, flavonoides e taninos. Apresentam considerável importância fisiológica e morfológica em plantas, fornecendo proteção ao ataque de patógenos e predadores e contribuindo para a coloração e características sensoriais de frutas e vegetais (Vermerris & Nicholson, 2006; Balasundram et al., 2006; Sarkar & Shetty, 2014).

O tamarillo destaca-se sensorialmente por suas cores vivas. As antocianidinas, responsáveis no geral pela coloração vermelha e azul das plantas, flores e frutos, são flavonoides, constituintes do maior grupo de fenólicos. A estrutura molecular dos flavonoides

consiste em dois anéis aromáticos, unidos por um anel heterocíclico, condensado por um oxigênio. Variações em substituição do anel C padrão resultam em importantes subclasses de flavonoides, dentre as quais se encontram as antocianidinas (Balasundram et al., 2006; Castañeda-Ovando et al., 2009).

As antocianinas são pigmentos naturais, solúveis em água, e no geral tem sua produção induzida por estresse ou infecção por patógenos. Além disso, atraem polinizadores e dispersadores de sementes e atuam protegendo os tecidos vegetais de danos oxidativos causados pela irradiação solar. Mais de 635 antocianinas e 23 antocianidinas (forma aglicona das antocianinas) já foram relatadas, sendo as mais comuns pelargonidina, peonidina, cianidina, malvidina, petunidina e delphinidina. As diferenças entre as antocianinas estão relacionadas com o número e a posição dos grupos hidroxila, à metilação e à presença ou ausência de açúcares e ácidos alifáticos, ou aromáticos (Zhang et al., 2014).

Mertz (2009) destacou quatro antocianinas presentes no tamarillo: a delphinidina-glicosil-rutinosídeo, a delphinidina rutinosídeo, a cianidina rutinosídeo e a pelargonidina rutinosídeo; porém, uma série de outras antocianinas e ácidos fenólicos foi listada em diversas variedades de tamarillo e em diversos locais no mundo, conforme a **tabela 2** (De Rosso & Mercadante, 2007; Hurtado et al., 2009; Osório et al., 2012; Espin et al., 2016; Orqueda et al., 2017; Silva et al., 2017; Castro et al., 2018).

Tabela 2. Composição de compostos fenólicos relatada nos frutos de tamarillo

Classe/Subclasse	Composto	Variedade - Local	Referência
Ácidos fenólicos/ Ác. hidroxibenzóicos	Ácido gálico	NR* - Malásia	Mutalib et al., 2016
	Ácido vanílico	NR* - Malásia	Mutalib et al., 2016
Ácidos fenólicos/ Ác. hidroxicinâmicos	Ácido 3-Cafeoilquínico	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
		Laranja amarelado - Argentina	Orqueda et al., 2017
	Ácido 5-Cafeoilquínico	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
	Ácido cafeico	NR* - Malásia	Mutalib et al., 2016
	Ácido cafeoilglicosídeo	Amarelo, roxo gigante e roxo –	Espin et al., 2016

		Nova Zelândia	
	Ácido cafeoilquínico	Laranja amarelado	Orqueda et al., 2017
	Ácido dicafeoilquínico	Vermelho e Amarelo - Equador	Mertz et al., 2009
	Ácido dihidrodiferúlico	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
	Ácido dihidroferúlico	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
	Ácido ferúlico	NR* - Malásia	Mutalib et al., 2016
	Ácido feruloilglicosídeo	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
		Vermelho – Equador e Brasil	Mertz et al., 2009
	Ácido <i>p</i> -Coumárico	NR* – Malásia	Mutalib et al., 2016
	Ácido quínico	NR* - Malásia Vermelho e Amarelo - Equador	Espin et al., 2016
	Ácido rosmarínico	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
	Ácido rosmarínico glicosídeo	Amarelo, roxo gigante e roxo – Nova Zelândia e Equador	Espin et al., 2016
	Ácido transferúlico	NR* - Malásia	Mutalib et al., 2016
	Cafeoil-hexosídeo	Laranja amarelado - Argentina	Orqueda et al., 2017
Flavonoides/ Antocianinas	Cianidina-3-glicosídeo	Vermelho – Nova Zelândia e Brasil	Silva et al., 2017 Castro et al., 2018
	Cianidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo	Vermelho – Nova Zelândia, Brasil, Equador e Colômbia	De Rosso & Mercadante, 2007 Espin et al., 2016
	Cianidina-3- <i>O</i> -(6- <i>O</i> - α -raminopiranosil)- β -glicopiranosídeo	Vermelho - Colômbia	Hurtado et al., 2005
	Delfinidina-3-glicosídeo	Vermelho – Nova Zelândia e Brasil	Silva et al., 2017

	Delfinidina-3- <i>O</i> -glicosil-rutinosídeo	Vermelho - Equador	Espin et al., 2016
	Delfinidina-3- <i>O</i> -(6- <i>O</i> - α -raminopiranosil- β -glicopiranosil)-3'- <i>O</i> - β -glicopiranosídeo	Vermelho – Colômbia	Hurtado et al., 2005
	Delfinidina-3- <i>O</i> -(6- <i>O</i> - α -raminopiranosil)- β -glicopiranosídeo	Vermelho - Colômbia	Hurtado et al., 2005
	Delfinidina-rutinosídeo	NR* - Equador	Mertz et al., 2009
	Delfinidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo	Vermelho – Brasil	De Rosso & Mercadante, 2007
	Pelargonidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo	Vermelho – Nova Zelândia, Brasil, Equador e Colômbia	Hurtado et al., 2009 Espin et al., 2016
	Pelargonidina-3- <i>O</i> - glicosídeo	Vermelho – Nova Zelândia	De Rosso & Mercadante, 2007
	Pelargonidina-3- <i>O</i> -(6- <i>O</i> - α -raminopiranosil)- β -glicopiranosídeo	Vermelho - Colômbia	Hurtado et al., 2005
	Pelargonidina-3-glicosídeo-5-raminosídeo	Vermelho - Brasil	De Rosso & Mercadante, 2007
	Peonidina-3-rutinosídeo	Vermelho - Brasil	De Rosso & Mercadante, 2007
	Petunidina-3-rutinosídeo	Vermelho - Brasil	De Rosso & Mercadante, 2007
	Malvidina-3-rutinosídeo	Vermelho - Brasil	De Rosso & Mercadante, 2007
Flavonoides/ Flavonas	Apigenina pentosídeo	Laranja amarelado - Argentina	Orqueda et al., 2017
Flavonoides/ Flavonóis	Quercetina raminosídeo	Laranja amarelado - Argentina	Orqueda et al., 2017

*NR= Variedade não relatada

As formas agliconas das antocianinas apresentam baixa estabilidade e por isso, normalmente encontram-se glicosiladas e/ou aciladas. Geralmente, essa glicosilação ocorre na posição três do anel C, sendo os açúcares mais comuns glicose, ramnose, galactose, arabinose ou xilose (**Figura 3**). Porém, a glicosilação pode ocorrer também nas posições 5 e 7 do anel A e nas posições 3' e 5' do anel B. Glicosilações adicionais fornecem mais resíduos de açúcar

para acilação das antocianinas com ácidos aromáticos (*p*-coumárico, cafeico, ferúlico, sinápico, gálico ou *p*-hidroxibenzoico) ou ácidos alifáticos (malônico, acético, málico, succínico, tartárico e oxálico), que afetam a coloração e aumentam a estabilidade destes pigmentos (Vermerris & Nicholson, 2006; He & Giusti, 2010; Zhang et al., 2014).

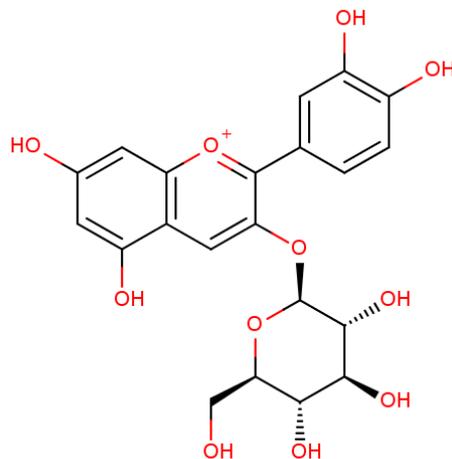


Figura 3. Estrutura química da cianidina-3-*O*-glicosídeo. (Fonte: Rothwell et al., 2013 *in* Phenol Explorer)

Além disso, a estrutura química e a estabilidade das antocianinas também são afetadas por fatores como pH, sua concentração no alimento, temperatura de estocagem, exposição à luz e oxigênio, solventes e presença de enzimas, flavonoides, proteínas e íons metálicos. O tamarillo é um fruto que possui pH em média de 3,6. Isso é um fator de importância na análise das diferentes formas químicas de antocianinas encontradas no fruto, já que elas são susceptíveis ao pH do meio, conforme a **figura 4**. A degradação das antocianinas devido a sua baixa estabilidade, principalmente em altas faixas de pH tem sido o principal problema da indústria de alimentos para o uso destes pigmentos como corantes (Bakowska et al., 2003; Repo de Carrasco e Encina Zelada, 2008; Zhang et al., 2014).

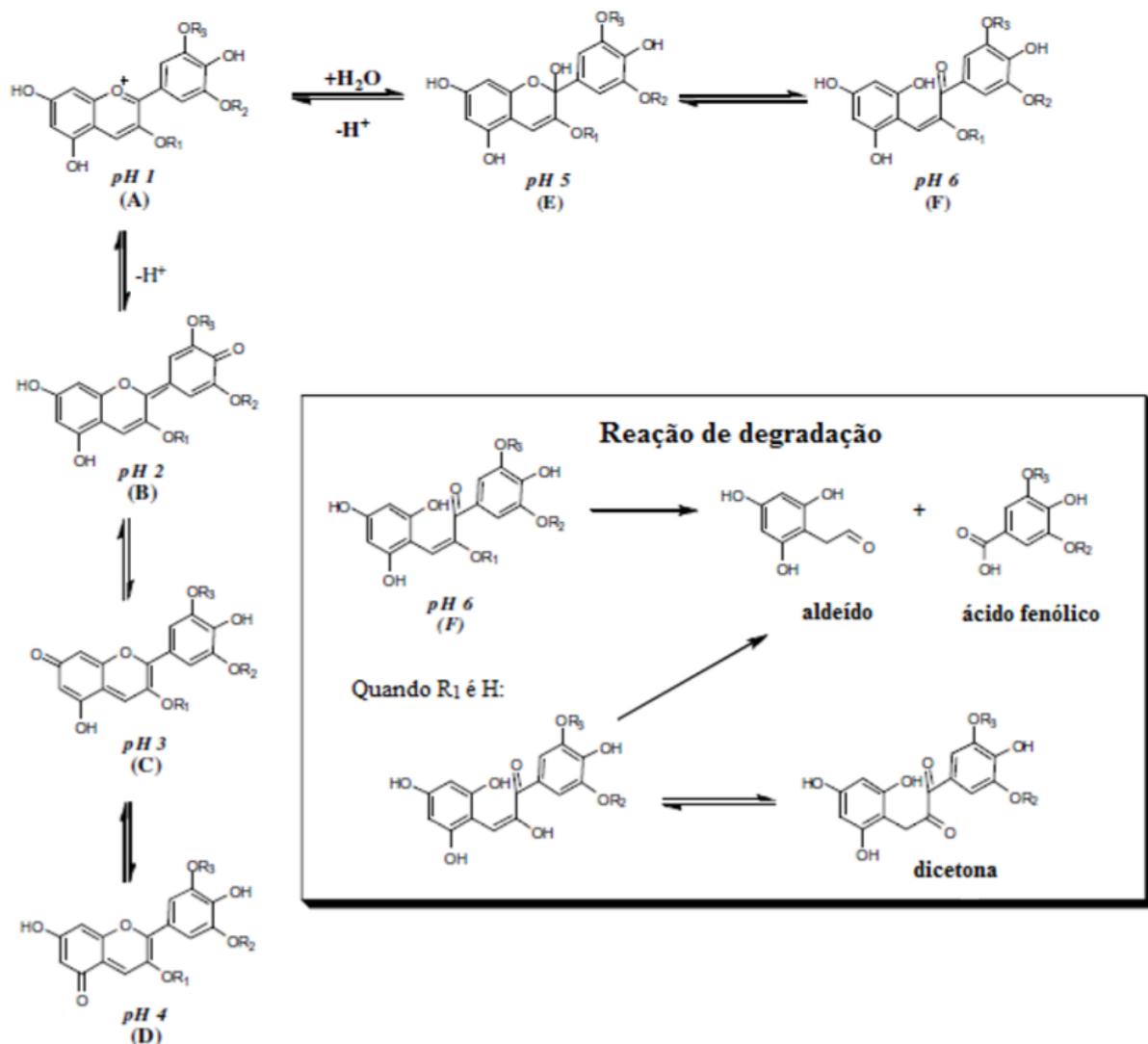


Figura 4. Estrutura química das antocianinas dependendo do pH e reação de degradação das mesmas. Onde R₁=H ou açúcar, R₂ e R₃=H ou grupo metil (Fonte: Castañeda-Ovando *et al.*, 2011).

2.1.4. Potenciais efeitos benéficos do tamarillo na saúde

Os efeitos benéficos do tamarillo na saúde basearam-se inicialmente no conhecimento popular. Diversas culturas têm o hábito de utilizar o tamarillo com finalidade medicinal, como ocorre na Colômbia e no Equador, por exemplo. Nestes países, são recomendadas aplicações tópicas de folhas e frutos cozidos na região das amígdalas, no tratamento para dores de garganta ou mesmo o consumo de frutos frescos para gripe. Já na Venezuela, o tamarillo é utilizado para aumentar os níveis de hemoglobina, no tratamento da anemia. Na cultura andina, em geral, o tamarillo tem sido consumido para reduzir os níveis séricos de colesterol e

também no tratamento de doenças respiratórias. A polpa do fruto é ainda usada de forma preventiva as doenças neurodegenerativas e aterosclerose (Carrillo-Perdomo et al., 2015).

Salazar Lugo (2016) relata que devido à rica composição fitoquímica do tamarillo, ele tem sido classificado como um alimento com potencial nutracêutico em países com tradição de consumo, como o Equador. Em seu recente estudo, foi avaliado o efeito do consumo diário de um suco de tamarillo contendo 100g de fruta e 150 mL de água, sem adição de açúcar, para um grupo de 54 voluntários durante 6 semanas. Os resultados demonstraram que inicialmente o grupo era composto por 67% de obesos, e após o consumo dos sucos, esse percentual diminuiu para 53%. Outros fatores como a hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia e os níveis do colesterol LDL diminuíram significativamente. Não houve ainda alteração do colesterol HDL, e observou-se modulação positiva do metabolismo de glicose pelo consumo de sucos de tamarillo. Além disso, não foi observado efeito tóxico da bebida de tamarillo sobre a função renal e hepática dos voluntários.

Outro estudo relatando os efeitos do tamarillo na saúde foi o de Kadir et al. (2015) que investigaram o efeito protetor do tamarillo em ratos alimentados com dieta hiperlipídica. Inicialmente os animais foram divididos em grupos, recebendo dietas normais ou hiperlipídicas durante 10 semanas, para indução da obesidade. Após esse período, os ratos receberam doses diferentes de extrato de tamarillo (dose baixa (150 mg/kg), dose média (200 mg/kg) ou dose alta (300 mg/kg) ou placebo, por 7 semanas para a fase de tratamento. A administração do extrato de tamarillo demonstrou diminuição significativa no colesterol total e aumento significativo do colesterol HDL. Houve ainda uma tendência positiva na redução da glicemia, triglicerídeos e colesterol LDL.

O tamarillo também pode agir como prebiótico a saúde humana. Essa característica é relatada no estudo de Gannasin et al. (2012) que isolou dois de hidrocolóides do fruto da variedade vermelha. O primeiro foi isolado da semente de tamarillo, era de baixo peso molecular, e estimulou o crescimento de bifidobactérias. O segundo foi isolado da polpa de tamarillo, de alto peso molecular, que estimulou o crescimento de lactobacilos. Esse estudo ainda relata que o hidrocolóide das sementes contribuiu na redução de bactérias patogênicas, e que sua fermentação *in vitro* resultou em maior produção de acetato, enquanto o hidrocolóide da polpa auxiliou na maior formação de propionato. Ambos ainda podem produzir elevadas quantidades de butirato, maiores que a inulina e a oligofrutose, durante a fermentação.

Por conta de seu potencial bioativo e de suas características sensoriais típicas e atrativas o fruto tamarillo tem despertado interesse do mercado consumidor (Osório et al., 2012; Espin et al., 2016).

2.2.MAÇÃ (*Malus domestica*)

2.2.1. Aspectos botânicos e cultivo

A macieira, de nome científico *Malus x domestica*, pertence à família *Rosaceae*, subfamília *Pomoideae*, gênero *Malus* e espécie *Malus x domestica*. A essa família pertencem outras espécies frutíferas importantes, como, por exemplo, a pereira, o pessegueiro, a ameixeira, a cerejeira, a nectarineira, a amendoeira, o marmeleiro, o damasqueiro e a nespereira (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2013).

A teoria mais aceita sobre a origem da macieira é que ela seja derivada da *Malus sieversii*, uma forma silvestre originária da Ásia Central e do Cáucaso. Acredita-se que a maçã já seja cultivada há mais de 2.000 anos, com base principalmente nas evidências de que o homem pré-histórico já as consumia, secas, durante o inverno. Sua propagação ocorreu por meio das migrações dos povos euro-asiáticos, sendo levada do seu centro de origem para a Europa, o Irã e o nordeste da Índia, onde se tornou espontânea. Surgiram assim novas espécies botânicas como, por exemplo, a *Malus sylvestris* (Europa) e a *Malus baccata* (florestas da Sibéria e norte da China). Somente no século XVII, a macieira foi introduzida em outros continentes: primeiramente na América e, depois, na Oceania (Austrália) e na África. Já no Brasil, chegou através das mãos dos primeiros colonizadores europeus e atualmente é cultivada principalmente na região Sul do país (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2013).

O fruto da macieira é um pseudofruto e apresenta tamanho e formato variável de acordo com a cultivar. Na maioria das vezes, sua polpa é de cor branca ou creme, crocante, com elevado teor de umidade. A casca pode ser verde, amarelada, vermelha ou rosada. Em algumas variedades a casca apresenta coloração uniforme, enquanto em outras, apresenta-se estriada. O pedúnculo, de tamanho e espessura variáveis, está inserido na cavidade peduncular, enquanto o cálice situa-se no lado oposto, na cavidade calicinar. Em cada fruto podem ser encontradas até dez sementes, relativamente pequenas, inicialmente de coloração clara e, posteriormente, escura. Sensorialmente é descrita por possuir sabor doce-ácido com propriedades refrescantes e adstringentes (ABPM, 2019; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2013).

Diversas variáveis têm fator de importância no cultivo da maçã, como a temperatura, a precipitação (na forma de chuva ou granizo), em termos de frequência, duração, intensidade e sazonalidade, o vento, em termos de velocidade, época e sentido predominante de ocorrência e a radiação solar, em quantidade e qualidade. Considerando a região de cultivo no Brasil e as exigências da macieira, a temperatura apresenta-se como uma das variáveis climáticas mais importantes favorecendo seu cultivo nas regiões frias (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2013).

A produção de açúcar nas frutas está diretamente relacionada também com essas variáveis de cultivo, como por exemplo, a exposição à radiação solar que é primordial na produção de açúcar por meio da fotossíntese. Temperaturas elevadas (próximo a 25 °C) e um déficit hídrico moderado também podem aumentar o teor de açúcar dos frutos. Outro fator que pode auxiliar no aumento da superfície foliar para captação da radiação solar é a ocorrência de ventos fracos (< 10 km/h) pois, isso garante uma movimentação foliar e renovação da camada de ar que circunda as folhas, beneficiando a transpiração e a atividade fotossintética (EMBRAPA, 2013).

Entre os aspectos físicos das maçãs, para serem consideradas de qualidade devem apresentar polpa firme, turgidez, ausência de danos mecânicos que causam amolecimento e escurecimento da polpa e casca com aparência nova e brilhante. As principais variedades produzidas no Brasil atualmente são ‘Gala’ (**figura 5**) e ‘Fuji’ ou seus clones coloridos. Aproximadamente 90% da produção brasileira de maçãs é composta por esses dois grupos, mas existem outras variedades com possibilidade de cultivo no Brasil como, por exemplo: Eva, Condessa, Monalisa, Imperatriz, Baronesa, Daiane, Joaquina e Cripps Pink (Pink Lady) (EMBRAPA, 2013; Wang et al., 2015).



Figura 5. Maçã (*Malus domestica*) var. Gala (Wang et al., 2015).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO/OMS), em 2017, foram produzidas 83.139.326 toneladas de maçã no mundo. Os cinco principais produtores foram a China (sendo responsável por quase 50% da produção mundial), os Estados Unidos, a Turquia, a Polônia e a Índia. O Brasil figurou como o 11º maior produtor mundial, sendo a produção de maçã concentrada em sua maioria nos estados da região Sul, embora haja uma pequena produção em São Paulo.

2.2.2. Caracterização física e química da maçã e seus benefícios à saúde

A maçã se caracteriza pelo seu alto teor de umidade, entre torno de 84%, teor de fibras de aproximadamente 2%, 0,19% de proteínas, 15% de carboidratos e menos de 0,4% de lipídeos. Além disso, a maçã possui vitaminas e minerais de importância em sua composição, como a vitamina A (em equivalentes de retinol), vitamina E, ácido fólico, vitamina C, tiamina, riboflavina, piridoxina, niacina, ácido pantotênico, cálcio, cobre, ferro, magnésio, manganês, potássio, fósforo, selênio, sódio e zinco. A maçã possui também ácidos orgânicos em sua composição, sendo o principal o ácido málico (Philippi, 2013; Sun et al., 2017).

Além da sua composição em nutrientes, a maçã tem apresentado diversos compostos que tem demonstrado potencial antioxidante ou beneficiador para a saúde. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Maçã (ABPM, 2019), a maçã tem propriedades reguladoras únicas, evidenciando que o consumo de uma maçã por dia, auxilia na digestão, modera o apetite, controla o colesterol, previne câncer no sistema digestivo.

Há mais de 17 anos, dados vem sendo apresentados sobre a ação da maçã e seus compostos no organismo humano. Evidências científicas vêm demonstrando que o consumo de maçã pode inibir a proliferação de células tumorais, diminuir a oxidação lipídica, auxiliar na manutenção da saúde bucal, agir na prevenção da obesidade, infarto do miocárdio, acidente vascular cerebral (AVC), de doenças cardiovasculares, respiratórias e diabetes (Behlau, 2001; Boyer e Liu, 2004; Jensen et al., 2009; Briggs et al., 2013).

A maçã é rica em flavonoides. Esses compostos vêm demonstrando diversos benefícios à saúde como potencial ant-inflamatório, anti-hemorrágicas e antialérgicas. Além disso, sua composição em fibras – como a pectina, por exemplo, auxilia na diminuição da absorção de colesterol e no controle da glicemia –, e suas vitaminas e ácidos (complexo B, vitamina C e ácido fosfórico) protegem o sistema nervoso, prevenindo doenças neurodegenerativas, como Alzheimer e Parkinson (Briggs et al., 2013; Nicklas et al., 2015).

Diversos estudos têm relatado a rica composição em compostos fenólicos da maçã, conforme descrito na **tabela 3** (Burda et al., 1990; Escarpa & González, 1998; Boyer e Liu, 2004; Górnás et al., 2015; Wang et al., 2015; Jakobek e Barron, 2016; Schempp et al., 2016; Sukhonthara et al., 2016; Xu et al., 2016; Sun et al., 2017).

Tabela 3. Composição de compostos fenólicos relatada nas variedades de maçã

Classe	Subclasse	Composto
Ácidos fenólicos	Ácidos hidroxibenzóicos	Ácido gálico
		Ácido vanílico
		Ácido siríngico
	Ácidos hidroxicinâmicos	Ácido clorogênico
		Ácido cafeico
		Ácido 5-cafeoilquínico
		Ácido ferúlico
		Ácido <i>p</i> -Coumárico
		Ácido quínico
		Ácido sinápico
		Flavonoides
Epicatequina		
Procianidina B1		
Procianidina B2		
Procianidina B3		
Procianidina B5		
Procianidina C1		
Quercetina-arabinosídeo		
Quercetina-galactosídeo		
Quercetina-glicosídeo		
Quercetina-raminosídeo		
Quercetina-xilosídeo		
Rutina		
Chalconas	Phloretin xilogalactosídeo	
	Phloretin glicosídeo	
	Florizina	

Antocianinas	Cianidina-3-glicosídeo
	Cianidina-3-O-galactosídeo

2.2.3. Utilização da maçã na fabricação de produtos e sucos

Geralmente, aproximadamente 80% da maçã produzida no Brasil é destinada ao consumo como fruta fresca e os 20% restantes são usados na fabricação de derivados. Segundo a Associação Brasileira dos Produtos de Maçã, no ano de 2016 (ABPM, 2019), da produção total de maçã no país, 95% correspondiam as cultivares Gala e Fuji e estimou-se que 25 – 35% destas não possuíam características apropriadas segundo os padrões estabelecidos para consumo *in natura*, demonstrando uma viável alternativa para o aproveitamento dos frutos na elaboração de sucos e outros produtos (Alberti et al., 2016; EMBRAPA, 2013).

As frutas excedentes de produção que são descartadas durante o processo de classificação, são consideradas de baixo valor comercial por conta de defeitos que elas apresentam, especialmente no que se refere a tamanho, formato, coloração e aparência (com sinais de danos mecânicos, cicatrizes e ferimentos), e podem ser usadas na fabricação de sucos, já que para a elaboração destas bebidas as melhores maçãs são aquelas que possuem uma boa relação açúcar/acidez e moderados teores de compostos fenólicos (EMBRAPA, 2013; Carbone et al., 2011; Grimi et al., 2011; Zandoná, 2017).

Essas frutas, apesar das deficiências enumeradas, conservam as propriedades qualitativas intrínsecas intactas, com relação aos teores de açúcares, ácidos e compostos fenólicos. Além do mais, no processo de fabricação de sucos pode ser realizada mistura de cultivares, que ainda auxilia na manutenção constante da razão ácido/açúcar do suco durante a elaboração. Não há uma recomendação do percentual específico de cada cultivar a ser utilizado, porque sua composição vai depender das cultivares disponíveis nas determinadas regiões (EMBRAPA, 2013).

O suco de maçã é influenciado de modo geral em sua composição por diversos fatores, como os tipos de cultivares utilizados, o solo onde se localizam os pomares, as condições climáticas ocorridas durante a safra, a adubação, os tratos culturais, o estágio de maturação da fruta e a tecnologia de elaboração. As características sensoriais também podem se apresentar diferentes pela presença de ácidos e açúcares. Entre os ácidos, destaca-se o málico; entre os açúcares, predominam a glicose e frutose (EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 2013).

Durante a produção de sucos de maçã ou adicionados desta, pode-se utilizar frutas de categorias inferiores (2,3 ou indústria) estabelecidas durante o processo de classificação de maçãs para consumo *in natura*. As frutas descartadas por apresentarem tamanho inadequado, manchas e/ou deformações podem ser utilizadas desde que sejam saudáveis e apresentem composição química própria para este tipo de produção. Além disso, as frutas não devem estar em estágio de maturação avançado, com baixa firmeza de polpa e farináceas (Bauduin, 2006; Lazzarotto et al., 2012; Venturini Filho, 2018).

Além de sucos, existem diversos produtos que podem ser obtidos pelo processo de industrialização da maçã, tais como sidra, vinagre, geleia, compota, purês, chips, maçã desidratada para chá e polpa para alimentos infantis, doces, iogurtes, etc. O uso da maçã (*Malus domestica*) em sucos mistos ou “*blends*” com outras frutas nacionais, nobres e/ou exóticas tem sido uma combinação praticada pela indústria devido ao sabor adocicado por ela conferido, à sua rica composição química, além das vantagens econômicas - pelo uso dos excedentes de produção (Zandoná, 2017; Carbone et al., 2011; Grimi et al., 2011).

2.3.SUCOS

2.3.1. Legislação para sucos no Brasil

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2018), define suco como sendo “a bebida não fermentada, não concentrada, [...] e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo”.

Os sucos integrais vêm se destacando para o mercado consumidor por manter as propriedades sensoriais e nutricionais semelhantes as do fruto *in natura* (Saboia e Coppini, 2012; Romano, Rosenthal e Deliza, 2015). Além dos integrais, desde o ano 2000, estudos já evidenciavam crescentes ofertas de sucos mistos, que podem potencializar os benefícios na saúde, melhorar características sensoriais como aparência, palatalabilidade, sabor e equilíbrio (CRP, 2000).

Segundo o MAPA, a designação de suco integral “será privativa do suco sem adição de açúcares e na sua concentração natural”, enquanto que sucos mistos definem-se como “suco obtido pela mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal, sendo a denominação

constituída da expressão suco misto, seguida da relação de frutas ou vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura” (Brasil, 2018).

No ano de 2018, a Instrução Normativa n°49 do MAPA (Brasil, 2018), trouxe novas definições para o suco e a polpa de fruta obtida de uma ou mais frutas, ou um ou mais vegetais, em conjunto ou separadamente. Essa legislação prevê a necessidade da declaração da “expressão "100% POLPA", "100% POLPA E SUCO", "100% POLPA E VEGETAL" ou "100% POLPA, SUCO E VEGETAL", conforme o caso, sendo dispensada a subtração do quantitativo de aditivos alimentares, vitaminas e minerais adicionados, desde que a soma destes não ultrapassem 1% (um por cento) de sua composição”. Na rotulagem do suco concentrado devem ser informados ainda o grau de concentração, em porcentagem massa por massa (m/m) de cada fruta ou vegetal (polpa, suco ou vegetal) e na lista de ingredientes dos sucos mistos e das polpas mistas devem ser declarados os percentuais de cada matéria-prima logo após seu nome, em porcentagem volume por volume (v/v).

2.3.2. Produção e comercialização de sucos no Brasil

Tem sido observado um aumento do consumo de sucos e produtos naturais pela população, principalmente pela busca dos benefícios a saúde que estes produtos carregam consigo. Segundo dados divulgados pela Sociedade Nacional de Agricultura (SNA, 2017), o mercado de sucos no Brasil tem se mantido em expansão no país, em um ritmo maior que o do segmento de bebidas não alcoólicas, ressaltando o grande potencial de crescimento nos próximos anos.

A pesquisa da SNA relata que as vendas domésticas no Brasil na categoria de sucos (que inclui apenas produtos engarrafados tais como sucos integrais, néctares, refrescos e água de coco), cresceram 2,5% em 2016 (2.3 bilhões de litros), e tendem a aumentar quase 3%. As perspectivas realizadas através de uma simulação do cenário em 2021, pela *Euromonitor International* relatam que o volume vai superar 2.6 bilhões de litros. Economicamente, no varejo, o rendimento chegou a R\$ 16.2 bilhões em 2016, e segundo a *Euromonitor*, em 2021 o valor projetado será de R\$ 21 bilhões. A mesma expansão cresce nos mercados de sucos concentrados.

Conforme ocorre o aumento do consumo e a busca por produtos com apelo saudável, as indústrias têm apostado em lançamentos de produtos diferenciados para os consumidores

no mercado doméstico. Em 2016, o segmento de sucos e bebidas de frutas foi responsável por 31% dos lançamentos de produtos no mercado de bebidas não alcoólicas. E 52% dos sucos lançados foram integrais, de maior valor agregado, em comparação a 27% em 2012. Assim, refrescos e néctares, mais baratos, têm perdido participação de mercados para os sucos 100%, segundo dados da Mintel (Pesquisa Global de Mercado). Dentre as novidades dos produtos, novas embalagens foram vistas em quase metade dos lançamentos (SNA, 2017).

Mesmo com inúmeros dados econômicos e de produção em relação ao aumento da demanda de sucos, ainda são escassos estudos que tenham avaliado o consumo na população em tempos atuais. Os sucos de frutas integrais já apresentavam o interesse dos consumidores desde 2012, principalmente por suas características que beneficiam a saúde – propriedades nutritivas através da presença de vitaminas, minerais e compostos com atividade antioxidante, particularmente ácido ascórbico e fenólicos. Estes sucos se destacam ainda por manter propriedades sensoriais semelhantes às encontradas nas frutas (Goulas e Manganaris, 2012; Saboia e Coppini, 2012; Romano, Rosenthal e Deliza, 2015; Bartoszek e Polak, 2016).

2.3.3. Congelamento de sucos

Diversos processos de conservação térmicos ou não térmicos têm sido utilizados nos sucos produzidos atualmente para preservar as características dos sucos de deteriorações microbiológicas, reações químicas ou mesmo atividades enzimáticas e garantir a qualidade sem o uso de aditivos. Das aplicações tecnológicas mais observadas (dentre pasteurização, filtração por membranas, alta pressão hidrostática, campo elétrico pulsado), o congelamento é um método clássico que contribui na preservação da vida útil e das características nutricionais do produto (Barba et al., 2013; Stinco et al., 2013).

O principal objetivo do congelamento é a conservação do produto em condições de oferecer uma qualidade desejável para o consumo. Esta conservação ocorre pela transformação da água presente no alimento para o estado sólido. Diversos alimentos que utilizam o congelamento são encontrados atualmente para consumo, como água de coco, suco de laranja concentrado, polpas de frutas, e até mesmo as batatas pré-fritas e vegetais minimamente processados. A formação de pequenos cristais de gelo minimiza alterações nutricionais nos alimentos, minimiza a exposição e possível oxidação dos compostos bioativos de interesse e mantém a integridade das membranas celulares, que sofrem

desequilíbrio osmótico (Tregunno, Goff, 1996 *apud* Talens et al., 2003; Silva et al., 2004; Stinco et al., 2013).

Segundo Fernandes et al. (2010) o congelamento é um dos métodos mais eficientes para a manutenção da qualidade de polpas de frutas. Apesar disso, a velocidade do congelamento e o meio de resfriamento produzem efeitos substanciais na qualidade do produto, principalmente pelo elevado teor de água dos produtos e o tamanho e forma dos cristais de gelo que se formarão. O congelamento lento é geralmente o menos indicado. Sua velocidade de congelamento vai decrescendo gradativamente, havendo formação de grandes cristais de gelo. No congelamento rápido, ocorre a formação de pequenos cristais de gelo nos espaços intercelulares e intracelulares, em grande quantidade com o mínimo deslocamento de água (Colla-Prentice-Hernández, 2003; Mata et al., 2003; Belchior, 2012; Soares et al., 2012). O estudo de Borges (2016) aplicou o congelamento rápido e lento em polpa de carnaúba, e observou que o congelamento rápido resultou em qualidade superior das amostras, em relação aos flavonoides, carotenoides e antocianinas, comparado ao congelamento convencional.

2.4.JUSTIFICATIVA

Produtos com alta qualidade, cor e aroma naturais, livre de aditivos, com elevada qualidade nutricional e sensorial, microbiologicamente seguros e com vida útil que permita sua distribuição e consumo vem demonstrando um interesse do consumidor ao longo dos anos (Osório et al., 2012). O tamarillo apresenta rica composição química, com destaque para componentes bioativos como compostos fenólicos e carotenoides, além de características sensoriais típicas e atrativas. No Brasil, o tamarillo apresenta crescente cultivo em algumas regiões, destacando o consumo da fruta *in natura*, sendo os produtos a base de tamarillo ainda pouco explorados comercialmente.

A respeito da maçã, sabe-se que a sua utilização para elaboração de sucos mistos tem sido uma alternativa viável pelas suas vantagens econômicas, os benefícios a saúde e aprimoramento sensorial. No entanto, até o momento, não se conhece a composição química de sucos mistos de tamarillo e maçã, e como esta adição pode influenciar na composição de compostos bioativos e características sensoriais do suco de tamarillo.

Além disso, os efeitos da adição de maçã ao suco de tamarillo e a estabilidade de sua composição química após congelamento e armazenamento podem contribuir para a utilização e a valoração do fruto tamarillo, com estímulo à sua produção, ainda pequena no Brasil.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a composição de nutrientes, compostos bioativos e aceitação sensorial do suco de tamarillo integral e misto com maçã.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar suco de tamarillo integral e suco de tamarillo misto com maçã em duas diferentes proporções, e nestes sucos:
 - Determinar a composição centesimal, características químicas e físicas e valor nutricional;
 - Determinar os teores totais de compostos fenólicos, carotenoides e a atividade antioxidante;
 - Avaliar o perfil e os teores de compostos fenólicos e ácidos orgânicos;
 - Avaliar o efeito do congelamento sobre a qualidade microbiológica;
 - Avaliar a aceitação sensorial e intenção de compra;
 - Investigar o efeito do armazenamento por congelamento sobre a qualidade microbiológica, qualidade física, teores de compostos bioativos, ácidos orgânicos, atividade antioxidante e análise sensorial dos sucos.

4. MATERIAIS E METODOS

4.1. AQUISIÇÃO DOS FRUTOS E ELABORAÇÃO DOS SUCOS

Os tamarillos vermelhos e as maçãs *var. Gala* foram adquiridos através da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) e da Central de Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro (CEASA/RJ), durante o período de fevereiro e março de 2018. Após seleção e lavagem, a sanitização foi realizada com solução própria para alimentos de 100ppm de hipoclorito de sódio por 15 min. Os tamarillos e maçãs tiveram seus pedúnculos retirados, foram cortados longitudinalmente e pesados.

Foram produzidos três sucos em diferentes proporções (**Tabela 4**), através de processador de sucos. Estas proporções foram determinadas para que os produtos pudessem ser definidos conforme legislação (Brasil, 2018). Os frutos foram processados juntos em suas devidas proporções, separando o suco e o resíduo (casca e sementes), a fim de obter um suco integral de tamarillo e dois sucos mistos de tamarillo e maçã. Nenhum dos sucos foi adicionado de água, açúcar e nenhum outro ingrediente.

Tabela 4. Proporção de tamarillo e maçã utilizados no preparo das amostras

Suco	Tamarillo		Maçã		Total (kg)	Rendimento	Definição
	kg	%	kg	%			
Suco integral	23,075	100	-	-	23,075	8,6 L	Suco integral de tamarillo
Suco misto 1	6,073	60	4,048	40	10,121	7,6 L	Suco misto integral de tamarillo e maçã
Suco misto 2	7,652	50	7,652	50	15,304	8,6 L	

Os sucos foram envasados em garrafas plásticas de polietilenotereftalato (PET) virgem, grau alimentício, de 200 mL e 500 mL e tubos falcons estéreis. Ambos os recipientes de armazenamento foram revestidos de fita adesiva laminada, sendo considerado “head space” de 10% do conteúdo total da embalagem. O congelamento foi realizado em ultrafreezer (-86°C), atingindo o ponto de congelamento na temperatura de -15°C, após 2 horas. Em seguida os sucos foram armazenados em freezer a -20°C até as análises, conforme **figura 6** que explicita a produção dos sucos.

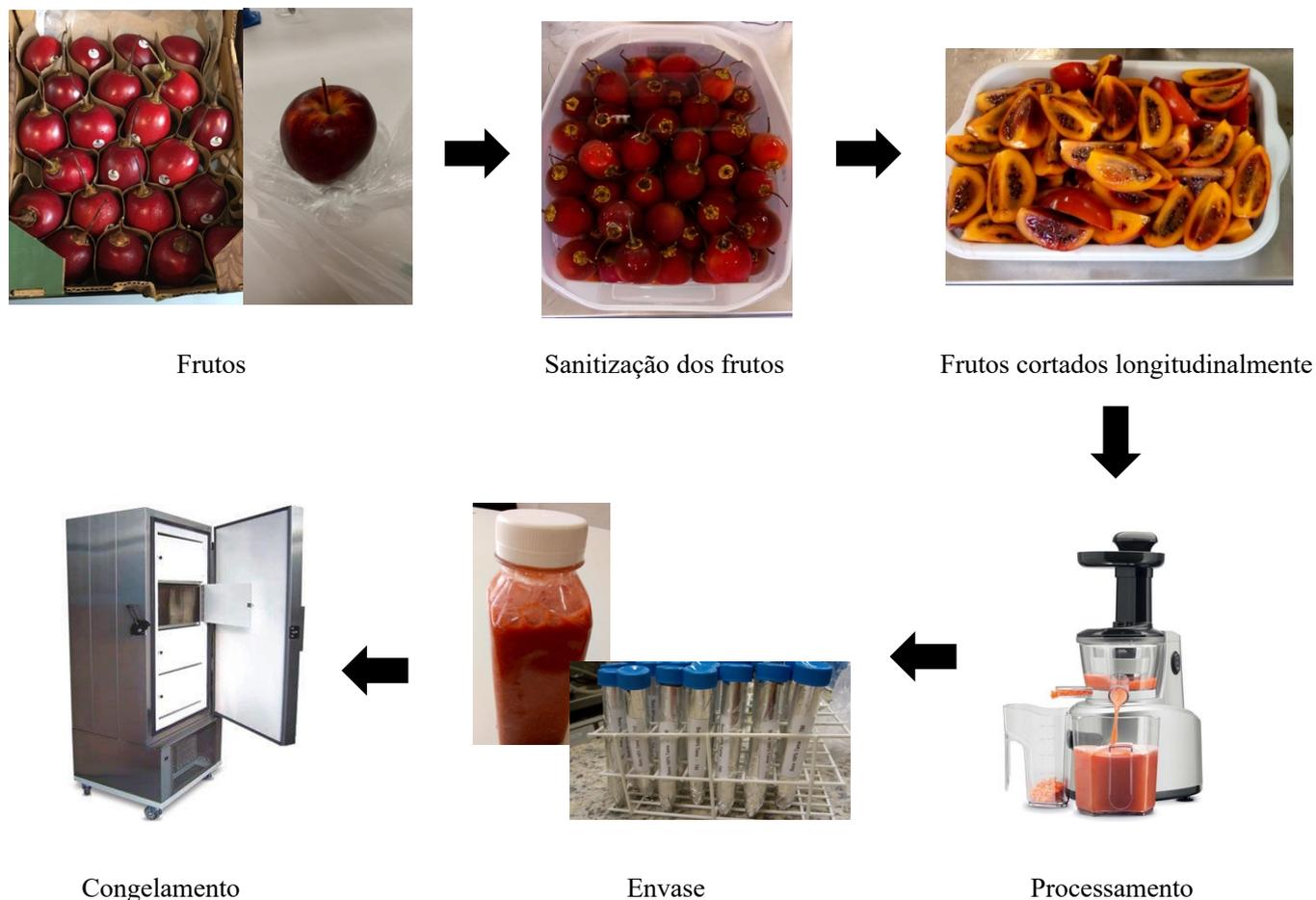


Figura 6. Processo produção dos sucos: Seleção, sanitização e corte dos frutos, processamento dos sucos, envase e ultracongelamento dos sucos de tamarillo e maçã nas suas devidas proporções (Elaborada pelo autor).

As análises ocorreram no Laboratório de Higiene de Alimentos e Laboratório de Composição de Alimentos (Escola de Nutrição/UNIRIO), no Laboratório de Alimentos Funcionais (LABAF - Instituto de Nutrição Josué de Castro/UFRJ) e no Laboratório de Análise Sensorial (LASEN – Escola de Nutrição/UNIRIO), sendo realizadas conforme o esquema abaixo (**Figura 7**).

Para caracterização das amostras foram realizadas as análises de composição nutricional, ensaios de atividade antioxidante, compostos fenólicos totais, perfil de compostos fenólicos, ácidos orgânicos, análises de cor instrumental, carotenoides totais, análises físico-químicas, análise sensorial e análise microbiológica (**Figura 7**). Para realização destas análises, os sucos foram congelados na temperatura de -15°C , após 2 horas, armazenados em freezer a -20°C por 3 a 4 horas, e procedido o descongelamento sob refrigeração. Foi

considerada descongelada a amostra que se apresentou totalmente líquida, sem formação de gelo. Para avaliar a estabilidade ao longo do armazenamento foram realizadas análises quinzenais (15, 30, 45 e 60 dias), nas quais as amostras foram mantidas armazenadas em freezer a -20°C até a data da análise, e procedido o descongelamento sob refrigeração. As análises de ácidos orgânicos foram realizadas nos tempos 0, 30 e 60 dias. A análise sensorial dos sucos foi realizada somente após resultado da análise microbiológica.

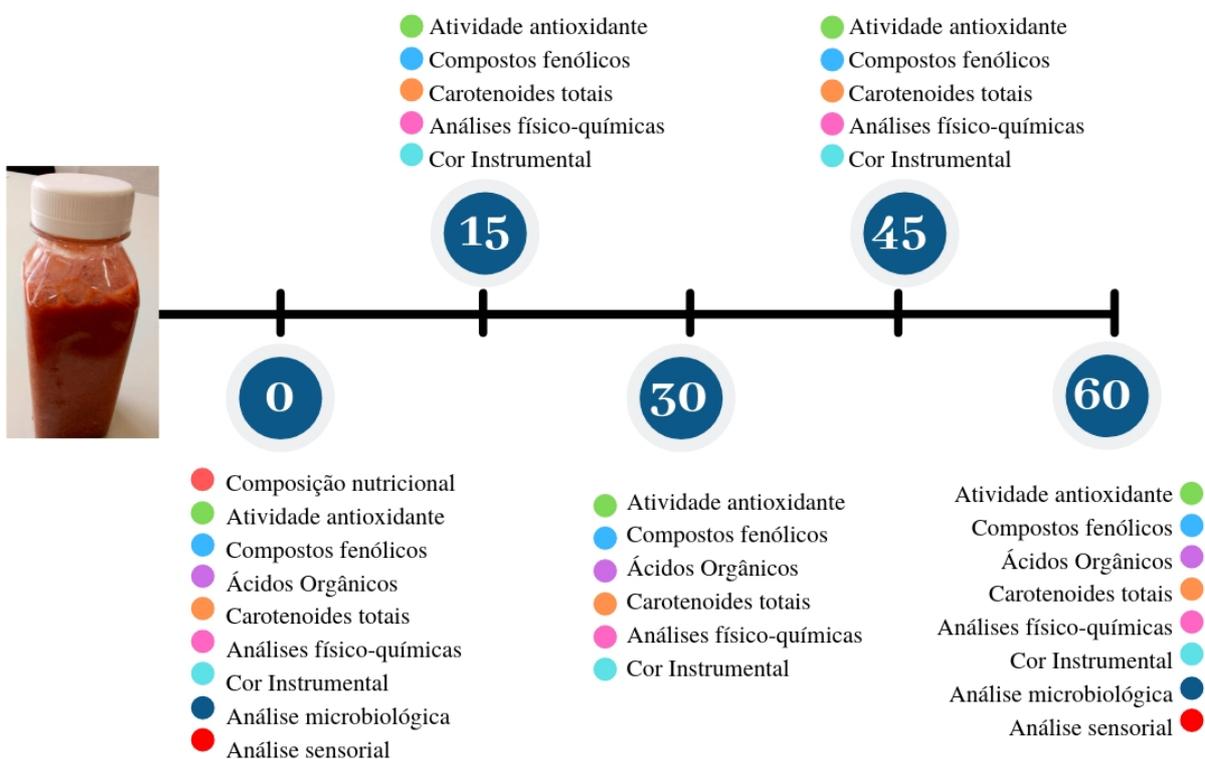


Figura 7. Análises realizadas nos sucos de tamarillo e maçã nos tempos de armazenamento (Os números 0, 15, 30, 45 e 60 representam os dias de armazenamento) (Elaborada pelo autor).

4.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DOS SUCOS

As análises químicas e físicas foram realizadas em triplicata, de acordo com as metodologias da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1990; AOAC, 2000), exceto as análises de proteínas e lipídeos. Para análise do teor proteico, foi utilizada a metodologia segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (Brasil, 2005) preconiza para frutas e bebidas de frutas e utilizou-se o fator 5,75 para

conversão do teor de nitrogênio para proteínas. Para lipídeos, as análises foram realizadas segundo Bligh & Dyer (1959). Os teores de carboidratos foram calculados pela diferença entre 100% e a soma das porcentagens de umidade, proteína, lipídeos totais e cinzas. O valor energético foi calculado a partir dos teores de proteínas, lipídeos e carboidratos multiplicados pelos fatores de Atwater, sendo, 4 kcal/g, 9 kcal/g, e 4 kcal/g, respectivamente (ATWATER; WOODS, 1896).

As coordenadas colorimétricas foram mensuradas em equipamento Konica Minolta CR-400 (Konica Minolta, Tokyo, Japão). O equipamento foi calibrado com iluminante D65 (2° ângulo observador) usando uma placa branca padrão. Foram avaliados, através do CIELab (Commission Internationale de l'éclairage), os parâmetros: L^* (brilho ou luminosidade; 0 = preto, 100 = branco), a^* ($-a^*$, verde; $+a^*$, vermelho) e b^* ($-b^*$, azul; $+b^*$, amarelo). As análises foram realizadas em triplicata.

Para avaliação da diferença total da cor, foi calculado o ΔE em relação ao tempo inicial de análise (0 dias), conforme a equação 1.

$$\Delta E = [\Delta L^*2 + \Delta a^*2 + \Delta b^*2]^{1/2} \quad [1]$$

Onde:

ΔL^* = diferença em mais claro e escuro (+ = mais claro, - = mais escuro)

Δa^* = diferença em vermelho e verde (+ = mais vermelho, - = mais verde)

Δb^* = diferença em amarelo e azul (+ = mais amarelo, - = mais azul)

4.3. DETERMINAÇÃO DE CAROTENOIDES TOTAIS

Para determinação dos teores de carotenoides totais foi utilizado método de acordo com Rodriguez-Amaya (2001). Em um erlenmeyer foram adicionados um mililitro do suco e 50 mL de acetona gelada (refrigerada por 2 horas antecedentes a análise). Os erlenmeyers foram envolvidos em papel laminado para evitar a foto-oxidação e levados a um agitador shaker por 15 minutos. Após esse período, o conteúdo foi filtrado em um funil de buchner de porcelana com papel de filtro para um erlenmeyer com tampa e também envolvido em papel laminado. O resíduo retido no filtro retornou para o primeiro erlenmeyer, onde foram acrescentados mais 50 mL de acetona e esse processo foi realizado por no mínimo mais quatro vezes, até que a amostra se apresentasse totalmente despigmentada. Em um funil de

separação (500 mL) foram adicionados 40 mL de éter de petróleo, seguido do extrato de acetona (filtrado). Foram adicionados cerca de 300 mL de água destilada lentamente, evitando a formação de emulsões. O funil foi deixado em repouso até a separação das fases, que ocorreu em até 10 minutos, e a fase aquosa (inferior) foi retirada e descartada. Foram adicionados novamente cerca de 200 mL de água destilada para remover todo o resíduo de acetona, sendo retirada a fase aquosa após separação – e esse processo foi repetido por quatro vezes. Após a última lavagem e remoção completa da fase inferior, a fase superior (éter de petróleo + carotenoides) foi recolhida em um balão volumétrico de 50 mL, passando por um funil contendo cerca de 10g de sulfato de sódio anidro e lã de vidro, para remoção de água residual. O funil foi lavado com éter de petróleo e esse restante foi recolhido para o mesmo balão antes de avolumá-lo, passando também pelo funil contendo a lã de vidro e o sulfato de sódio anidro. O balão volumétrico foi avolumado com éter de petróleo e envolvido em papel laminado. Para leitura do extrato foi utilizado o comprimento de onda de 450nm em espectrofotômetro (SHIMADZU® UV-2700) a 450nm. O teor de carotenoides totais foi calculado pelas fórmulas abaixo [2] e [3], sendo expresso em mg de eq. de β-caroteno/100 mL de suco.

$$\text{Carotenoides totais } (\mu\text{g/mL}) = \frac{A \times \text{volume (mL)} \times 10^4}{A^{1\%} \times \text{amostra (mL)}} \quad [2]$$

Onde:

A= Absorbância

Volume (mL) = Volume total do extrato (50 mL)

A^{1%} = Coeficiente de absorção do β-caroteno em éter de petróleo (2592)

Amostra (mL) = Quantidade de amostra inicial (1 mL)

$$\text{Carotenoides totais (mg/100mL)} = \frac{\text{Carotenoides totais } (\mu\text{g/mL})}{10} \quad [3]$$

10

4.4. DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS

Para determinação dos teores de compostos fenólicos totais foi utilizado método de *Folin-Ciocalteu*, conforme descrito por Singleton et al. (1999). Cem microlitros das

diferentes concentrações do padrão, dos sucos diluídos (30 vezes) e de água destilada (utilizada como branco de análise) foram pipetados em tubos de ensaio, adicionados de 700 μL de água destilada e 50 μL de reagente *Folin-Ciocalteu*. Após 30 segundos e não mais que 8 minutos da adição do reagente de *Folin-Ciocalteu*, foram adicionados 150 μL de solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 20%. Os tubos foram homogeneizados em vórtex e mantidos a 40 °C por 30 minutos. A leitura foi realizada por espectrofotômetro de microplacas (*Biochrom Anthos Zenyth 200st microplate reader*) à 765 nm. A quantificação foi realizada pela curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) /100 mL de suco.

4.5. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos sucos foi determinada pelos métodos FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) e TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*). A água destilada foi utilizada como branco de análise para ambos os ensaios.

O ensaio de FRAP baseia-se na medida direta da habilidade dos antioxidantes da amostra em reduzirem, em condições de baixo pH, o complexo Fe^{+3} /tripiridil-s-triazina (TPTZ), presente em excesso estequiométrico, para a forma ferrosa Fe^{+2} , de intensa cor azul absorção máxima a 593nm.

Este ensaio foi realizado de acordo com metodologia adaptada de Benzie & Strain (1996). As soluções estoque de tampão acetato 300 mM (pH 3,6), TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) 10 mM e cloreto de ferro 20 mM foram utilizadas para o preparo do reagente de FRAP, nas proporções de 10:1:1, respectivamente. O reagente foi mantido à temperatura de 37 °C até o momento de sua utilização. Foram pipetados em triplicata, 20 μL das diferentes concentrações do padrão, das amostras diluídas (30 vezes) e de água destilada, em uma placa de 96 poços e adicionadas de 180 μL do reagente de FRAP. A leitura foi realizada por espectrofotômetro de microplacas (*Biochrom Anthos Zenyth 200st microplate reader*) à 593 nm. A quantificação foi realizada utilizando-se uma curva padrão de sulfato ferroso e os resultados foram expressos em mmol de Fe^{+2} /100 mL de suco.

O ensaio de TEAC foi realizado de acordo com a metodologia adaptada de Re et al. (1999). O preparo da solução estoque do radical 2,2'-Azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico) de diamônio (ABTS) foi realizada pela reação entre persulfato de potássio ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$) e ABTS por 12 a 16 horas antes do uso. A solução estoque do radical ABTS foi

diluída (1:50) de forma que a leitura da absorbância da solução, a 720 nm, estivesse entre 0,68 e 0,72. Dez microlitros das diferentes concentrações do padrão, dos sucos diluídos a 30 vezes e de água destilada foram pipetados em placa de 96 poços, e adicionados de 190 µL da solução diluída do radical ABTS. A leitura foi realizada por espectrofotômetro de microplacas (*Biochrom Anthos Zenyth 200st microplate reader*) na qual a placa foi agitada e mantida a 37°C durante 6 minutos, e depois lida à 720 nm. A quantificação foi realizada utilizando-se uma curva padrão de Trolox e os resultados foram expressos em mmol de equivalentes de Trolox (ET) /100 mL de suco.

4.6. PERFIL DE ÁCIDOS ORGÂNICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE-DAD)

O teor de ácidos orgânicos dos sucos de tamarillo foi avaliado em triplicata, no tempo inicial de produção do suco até 60 dias de armazenamento, em intervalos de 30 dias. Previamente à análise, após descongelamento os sucos foram centrifugados (13000 RPM, 15 minutos; MiniSpin, Eppendorf, Hamburgo, Alemanha) e o sobrenadante foi coletado e filtrado através de uma membrana de éster de celulose de 0,45 µm (Millipore, Barueri, Brasil). As amostras foram então diluídas a 10 e 50 vezes. O sistema de cromatografia líquida (Shimadzu®, Japão) incluiu duas bombas (LC-20AT), injetor automático (SIL-20AHT), detector de arranjo de diodos (DAD) (SPD-M20A), sistema controlador (CBM-20A) e degaseificador (DGU-20A5). A separação cromatográfica dos analitos foi obtida utilizando-se uma coluna de CLAE de fase reversa C18 (5 µm, 150 mm × 4,6 mm, Phenomenex®), de acordo com metodologia adaptada de Scherer et al. (2012). A fase móvel consistiu em eluição isocrática de tampão fosfato de potássio (KH₂PO₄) 0,01M, pH 2,6 (ajustado com ácido ortofosfórico, H₃PO₄), utilizando fluxo de 0,5 mL/min e volume de injeção de 10 µL. Os compostos foram monitorados através das absorbâncias de 210 e 243 nm. A identificação dos ácidos orgânicos foi realizada por comparação com o tempo de retenção e o espectro de absorção do respectivo padrão comercial e a quantificação foi realizada por calibração externa. Os padrões utilizados foram ácido ascórbico, ácido tartárico, ácido málico, ácido succínico, oxálico e cítrico. Os dados de integração foram adquiridos pelo *software* Lab Solutions (Shimadzu Corporation®, versão 5.82, 2015). Os resultados foram expressos em mg de ácido orgânico por 100 mL de suco.

4.7. PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS POR CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA E ESPETROMETRIA DE MASSAS (CLAE-DAD-MS)

O perfil de compostos fenólicos dos sucos de tamarillo foi avaliado em triplicata, no tempo inicial de produção até os 60 dias de armazenamento, em intervalos de 15 dias. Previamente à análise, após descongelamento os sucos foram centrifugados (13000 rpm, 15 minutos; MiniSpin, Eppendorf, Hamburgo, Alemanha) e o sobrenadante foi coletado e filtrado através de uma membrana de éster de celulose de 0,45 μm (Millipore, Barueri, Brasil). O sistema de cromatografia líquida (Shimadzu[®], Japão) incluiu duas bombas (LC-20AT), injetor automático (SIL-20AHT), detector de arranjo de diodos (DAD) (SPD-M20A), espectrômetro de massas do tipo quadrupolo (LCMS-2020), sistema controlador (CBM-20A) e degaseificador (DGU-20A5), conectado a um computador equipado com Software Lab Solutions (Shimadzu Corporation[®], versão 5.82, 2015).

A separação cromatográfica das antocianinas foi realizada de acordo com metodologia adaptada descrita por Inada et al. (2015). Foi utilizada uma coluna de fase reversa C18 (5 μm , 150 mm \times 4.6 mm, Phenomenex) e a fase móvel consistiu em uma mistura de duas soluções: solução aquosa de ácido fórmico 1% e acetonitrila 2% (eluente A) e solução de ácido fórmico 1% e acetonitrila 2% em metanol (eluente B), com um fluxo de 1,0 mL/min e um volume de injeção de 10 μL . Antes da injeção, a coluna foi equilibrada com 23% do eluente B. Depois da injeção, manteve-se constante até 1 min, aumentando gradativamente, para 29% de B em 2 minutos, então em 4 minutos para 33% de B. Em 6 minutos, 48% de B, depois 85% de B em 8 minutos e 95% de B em 10 minutos. Um decréscimo do eluente B em 11 minutos, para 23%. Entre as injeções, foi utilizado um intervalo de 10 minutos para reequilibrar a coluna com 23% de eluente B. As antocianinas foram monitoradas por detector DAD a 530nm e no espectrômetro de massas operando no modo SIM positivo.

A separação cromatográfica dos fenólicos não antocianínicos foi realizada de acordo com Inada et al. (2015), com adaptações. Uma coluna de fase reversa C18 (5 μm , 250mm \times 4,6 mm, Kromasil) foi utilizada e a fase móvel consistiu em uma mistura de duas soluções: solução aquosa de 0,3% de ácido fórmico e 1% de acetonitrila (eluente A) e solução de 1% de acetonitrila em metanol (eluente B), com um fluxo de 1,0 mL/min e um volume de injeção 10 μL . Antecedendo a injeção, a coluna foi estabilizada com 18,2% de eluente B. Após a injeção, houve um aumento gradativo do eluente B, sendo de 20,2% em 1 minuto, depois 43,4% em 18 minutos, 85,9% em 23 minutos mantendo-se constante até 30 minutos. Entre as injeções,

foi utilizado um intervalo de 10 minutos para reequilibrar a coluna com 18,2% de eluente B. Os compostos fenólicos não antociânicos foram monitorados por detector DAD com leitura entre 190 a 370 nm e no espectrômetro de massas operando em modo SIM negativo.

A identificação dos compostos foi realizada por comparação com o tempo de retenção e os espectros de absorção do respectivo padrão comercial. A quantificação foi realizada por calibração externa. Os dados de integração foram adquiridos pelo *software* Lab Solutions (Shimadzu Corporation®, versão 5.82, SPI, 2008-2015). Os padrões comerciais utilizados de pelargonidina-3-*O*-glicosídeo, cianidina-3-*O*-rutinosídeo, ácido 5-cafeoilquínico, ácido ferúlico e ácido rosmarínico foram adquiridos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA), o padrão da delfinidina-3-*O*-glicosídeo foi adquirido da Extrasynthese (Genay, Lion, Auvèrnia-Ródano-Alpes, FR.) e o padrão de cianidina-3-*O*-glicosídeo foi adquirido da Indofine Chemical Co.(Hillsborough, NJ, EUA). O ácido feruloilglicosídeo identificado foi quantificado em equivalentes de ácido ferúlico. Os resultados foram expressos em mg de composto por 100 mL de suco.

4.8. ANÁLISES MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

As análises microbiológicas foram realizadas para coliformes a 45°C, bactérias heterotróficas, bolores e leveduras, bactérias lácticas e *Salmonella sp.* As análises foram realizadas de acordo com o *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods* (APHA, 2001) e foram comparadas com a RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001). Seus resultados foram utilizados para confirmar a viabilidade de consumo dos produtos de acordo com a legislação, sendo assim as amostras liberadas para análise sensorial.

A análise sensorial dos sucos foi realizada logo após a elaboração dos sucos (tempo zero) e 60 dias após seu armazenamento a -20°C, a fim de se verificar a aceitação do consumidor do produto. Para os testes foram utilizadas duas metodologias: teste de aceitação global, utilizando escala hedônica de 9 pontos, onde 9= gostei muitíssimo, 5= gostei/não gostei e 1=desgostei muitíssimo. Os atributos utilizados nos testes estavam de acordo com Borges et al. (2011) e Rio Branco Pontes (2010) para os atributos: aceitação global, aparência, cor, aroma, doçura, adstringência, sabor, textura/corpo e sabor residual. O teste de intenção de compra foi realizado utilizando escala de 5 pontos, sendo 5= certamente compraria o produto e 1= certamente não compraria o produto, conforme ficha em anexo (Anexo 1) (Meilgaard et al., 1999; IAL,2008).

Foi também aplicado um questionário elaborado de identificação do consumidor, contendo além de variáveis sócio demográficas, questões sobre o consumo e compra de sucos e produtos de frutas (Anexo 2). Previamente as análises, foi entregue ao avaliador o termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE (Anexo3), demonstrando a aprovação deste projeto no Comitê de Ética da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – CEP/UNIRIO (CAAE: 69324117.8.0000.5285). As análises foram realizadas em cabines individuais; os sucos foram mantidos sob refrigeração, a fim de manterem temperatura de refrigeração aos avaliadores, e 30 mL de cada suco foram servidos monadicamente em copos descartáveis de 50 mL, na cor branca, identificados com códigos de 3 dígitos aleatórios. Os sucos foram oferecidos de forma balanceada, para 100 avaliadores voluntários tanto nos testes do tempo inicial quanto nos testes do tempo final, sem treinamento prévio. Para limpeza do paladar foi oferecido aos avaliadores água potável e biscoito água e sal.

4.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análises de estatística descritiva foram utilizadas para o cálculo de média e desvio padrão. Análise de variância (Oneway ANOVA) com pós-teste de Tukey foi utilizada para investigar o efeito da adição de maçã nos sucos sobre as variáveis de interesse. Análise de variância (Oneway ANOVA) com pós-teste de Dunnett foi utilizada para investigar as variáveis de interesse ao longo do armazenamento dos sucos, usando o suco do tempo inicial como referência. Os testes de *t Student* e análise de variância (Oneway ANOVA) foram utilizados para investigar as diferenças da aceitação dos tempos 0 e 60 dias. Foram considerados significativos valores com $p < 0,05$. Foram utilizados os programas Graph Pad Prism 5.0, XLSTAT 5.0 e Microsoft Excel 365.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. SUCOS DE TAMARILLO INTEGRAL E MISTOS COM MAÇÃ

5.1.1. Caracterização química e física

Na **Tabela 5** estão apresentados os dados da composição centesimal e as características físico-químicas dos sucos de tamarillo integral e mistos. Em termos físico-químicos, a maçã contribuiu para o aumento dos sólidos solúveis totais (SST), do pH e da densidade dos sucos. Estas variáveis são importantes, pois apesar de não estabelecidas na legislação brasileira para sucos de tamarillo, são variáveis destacadas em padrões de identidade e qualidade (PIQs) destes produtos. Os valores de pH e SST observados foram próximos aos encontrados no suco de tamarillo (pH 3,61 e 11,1°Brix) (Rojas Benites, Repo de Carrasco e Encina Zelada, 2013) e para sucos de maçã gala (pH 3,73 e 11,6 °Brix) quando comparados aos sucos mistos (Zandoná et al., 2017).

Tabela 5. Propriedades físico-químicas dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã

<i>Propriedades físico-químicas</i>	Suco integral	Suco misto 1	Suco misto 2
Umidade (%)	93,3 ± 0,2 ^a	92,6 ± 0,1 ^a	90,4 ± 0,4 ^b
Proteínas (g/100 mL)	0,8 ± 0,0 ^a	0,8 ± 0,0 ^b	0,7 ± 0,0 ^b
Cinzas (g/100 mL)	0,5 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^b
Fibras (g/100 mL)	4,3 ± 0,2 ^a	3,1 ± 0,0 ^b	4,4 ± 0,1 ^a
Lipídeos (g/100 mL)	0,6 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,0 ^b	0,1 ± 0,0 ^c
Carboidratos (g/100 mL)	0,3 ± 0,0 ^a	2,8 ± 0,0 ^b	3,9 ± 0,0 ^c
Valor energético (kcal/100 mL)	10,1 ± 0,0	17,6 ± 0,0	19,7 ± 0,0
Acidez em ácido cítrico (g% ácido <i>m/v</i>)	0,4 ± 0,0 ^a	0,3 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^c
pH	3,5 ± 0,0 ^b	3,6 ± 0,0 ^a	3,7 ± 0,0 ^a
Densidade	1,0236 ± 0,0 ^c	1,0243 ± 0,0 ^b	1,0519 ± 0,0 ^a
SST (°Brix)	10,0 ± 0,0	11,0 ± 0,0	12,0 ± 0,0

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. Resultados expressos como média ± DP de três replicatas; letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

Com relação às características nutricionais, foram também observadas algumas diferenças significativas entre os sucos. Isso ocorreu, por exemplo, nos teores de proteínas e lipídeos que foram menores nos sucos com adição de maçã comparados ao suco integral de tamarillo. Esses valores corroboram com os teores de proteínas e lipídeos nos frutos *in natura* já que no tamarillo os valores apresentam-se superiores, chegando a uma diferença cinco vezes maior para proteínas e um leve diferença entre os lipídeos (1,5 a 2g de proteína/100g de

fruto e 0,4g de lipídeos/100g de fruto (Lesperance, 2009; Acosta-Quezada et al., 2015)) do que os teores da maçã (0,26g de proteínas/100g fruta e 0,31g de lipídeos/100g de fruta (Philippi, 2013)).

Quanto aos carboidratos, nota-se que a adição de maçã foi responsável pelo seu aumento nos sucos. A variação do teor de carboidratos no fruto do tamarillo (3,8g a 14g/100g de fruto) em comparação ao teor de carboidratos da maçã (15g/100g de fruta) pode explicar a influência da adição de maçã no aumento deste teor nos sucos. Este resultado era esperado para também agregar um sabor adocicado aos sucos e evitar a adição de açúcar no desenvolvimento do produto, estratégia que a indústria de alimentos vem utilizando (INCAP, 2007; Philippi, 2013; Sun et al., 2017; Zandoná, 2017).

Os parâmetros de cor instrumental dos sucos (**Tabela 6**) apresentaram os valores de L^* (luminosidade) inferiores a 50, e coordenadas a^* e b^* positivas, caracterizam os sucos como bebidas escuras e de coloração amarelo avermelhada. Na comparação entre os sucos, observou-se que o suco misto 2 é mais escuro do que o suco integral, menos vermelho e menos amarelo do que os outros sucos. O suco misto 1 apresentou-se como o suco mais vermelho e mais amarelo de todos. Esses resultados corroboram com os de Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman (2017) que relacionaram os pigmentos antociânicos relatados como mais escuros do açaí com os parâmetros de cor – neste caso, os resultados mostram que os pigmentos do tamarillo (antocianinas e carotenoides) influenciam em sua coloração mais avermelhada e alaranjada.

Tabela 6. Coordenadas colorimétricas avaliadas por L^* , a^* e b^* do suco de tamarillo integral e mistos com maçã

<i>Coordenadas colorimétricas</i>	Suco integral	Suco misto 1	Suco misto 2
L^*	35,6 ± 1,0 ^a	34,3 ± 0,5 ^{ab}	33,0 ± 1,0 ^b
a^*	10,4 ± 0,2 ^a	7,4 ± 0,2 ^b	6,0 ± 0,1 ^c
b^*	16,5 ± 0,7 ^a	15,1 ± 0,7 ^b	13,3 ± 0,6 ^c

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. ¹Resultados expressos como média ± DP de três replicatas; letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

5.1.2. Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante

Foi observada maior atividade antioxidante para o suco integral de tamarillo quando avaliada por ambos os métodos (FRAP: Suco Integral (mmol Fe⁺²/100 mL de suco) = 1498,6;

Suco Misto 1 = 1066,6; Suco misto 2 = 575,2 e TEAC (mmol ET/100 mL de suco): Suco Integral 267,8; Suco misto 1 = 191,4; Suco misto 2 = 105,7) conforme apresentado nas **figuras 8.A e 8.B**, respectivamente, em comparação aos sucos adicionados de maçã. Isso demonstra que a adição de maçã fez reduzir a atividade antioxidante destes sucos.

Os ensaios de FRAP e TEAC são métodos globais e não específicos. O ensaio de FRAP, por exemplo, apesar de simples, barato e rápido, avalia com mais afinidade alguns compostos como ácido ascórbico, α -tocoferol, ácido úrico, bilirrubina e polifenóis como catequinas e alguns flavonoides. Já o ensaio do TEAC, foi desenvolvido principalmente em meios aquosos, para determinar antioxidantes hidrofílicos, mas há ainda diversos outros compostos antioxidantes lipofílicos de grande interesse como carotenoides, tocoferóis, flavonoides (principalmente na forma de agliconas), entre alguns outros (Benzie e Devaky, 2018; Cano & Arnao, 2018).

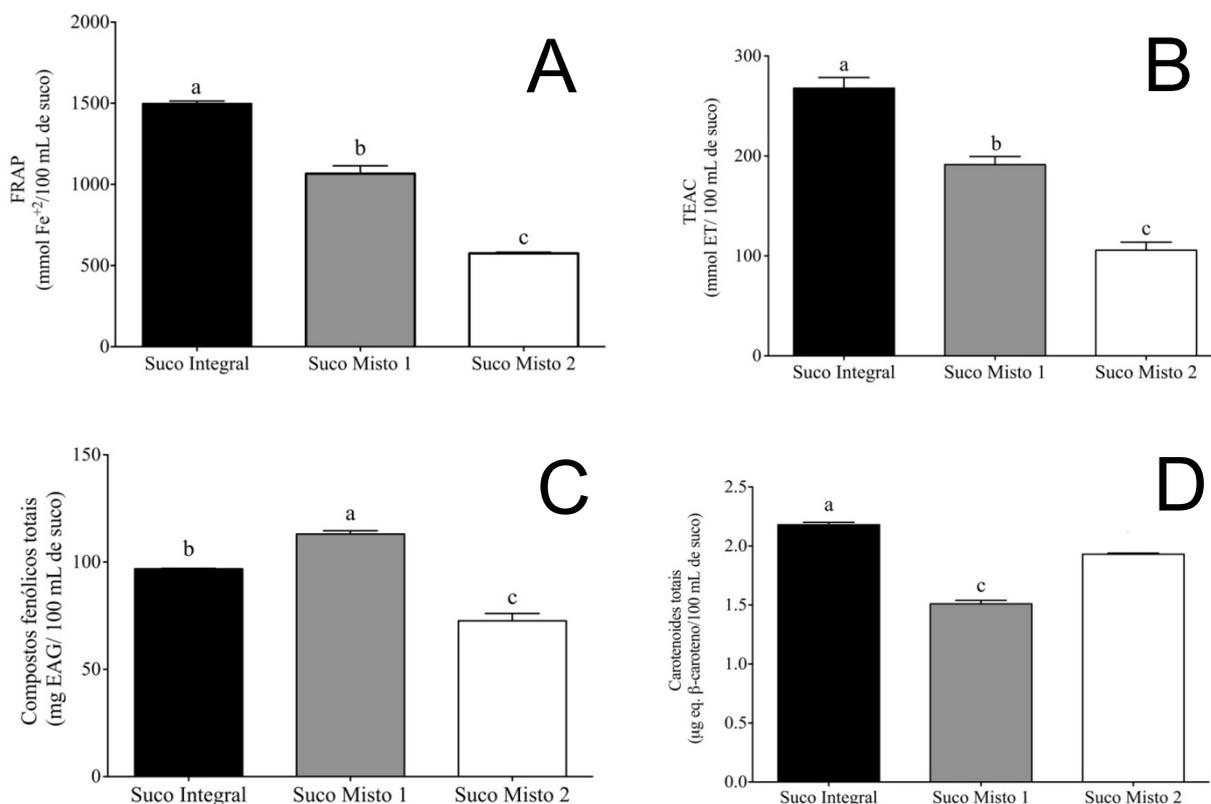


Figura 8: Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e carotenoides totais dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã no tempo inicial (0 dias) de análise. (A): FRAP; (B): TEAC; (C): Compostos fenólicos totais; (D): Carotenoides totais.

■ Suco integral (100% tamarillo); ■ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã); □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média \pm DP de três replicatas. Letras diferentes indicam diferença significativa entre os sucos para cada análise (Test One-way ANOVA com pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

Ainda são poucos os estudos que têm evidenciado o efeito da incorporação de maçã na atividade antioxidante de sucos mistos, apesar do seu explorado potencial antioxidante (Burda et al., 1990; Escarpa & González, 1998; Górnás et al., 2015; Wang et al., 2015; Schempp et al., 2016; Sukhonthara et al., 2016; Xu et al., 2016; Sun et al., 2017). No entanto, já existe descrito na literatura que o suco de tamarillo possui maior atividade antioxidante (91,4 mg ET/100 mL) (Oscullo e Danilo, 2013) quando comparado ao suco de maçã gala (34,4 mg ET/100 mL) (Zandoná, 2017). De fato, no presente trabalho foi observada que a adição da maçã reduziu 44%, em média, a atividade antioxidante dos sucos mistos (**Figura 8**). Esses dados sugerem que os compostos presentes no tamarillo possuem maior atividade antioxidante quando comparados aos compostos presentes na maçã, pois sabe-se que há uma relação da estrutura química dos compostos com uma maior ou menor expressão da atividade antioxidante (Rice-Evans et al., 1997).

Foi observado aumento do teor de compostos fenólicos totais nos sucos quando houve adição de maçã (**Figura 8.C**) (mg EAG/100 mL de suco: Suco Integral = 96,9; Suco Misto 1 = 113,1; Suco Misto 2 = 72,6). Estes resultados podem sugerir que esse *blend* de tamarillo e maçã em menor percentual mostrou-se uma alternativa viável para o aumento destes compostos. Apesar disso, vale ressaltar que o método de *Folin-Ciocalteu* não é específico, ou seja, mesmo sendo um ensaio para avaliar os compostos fenólicos totais, a análise pode sofrer influência de outros compostos como açúcares, por exemplo. Estudos prévios relatam que os compostos fenólicos são sensíveis a diversos fatores, podendo sofrer modificações por oxidação, isomerização e/ou interação com outros constituintes da matriz alimentar (Pringent et al., 2007; Cástro-Lopez et al., 2016; Lamuela-Raventós, 2018). Mesmo assim, os resultados se mostraram superiores aos de suco de maçã gala do estudo de Zandoná (2017) que encontrou um teor de $64,6 \pm 0,54$ mg EAG/100 mL de suco.

Quanto aos teores de carotenoides totais, foi observado que o suco integral de tamarillo apresentou valor superior em relação aos sucos mistos com maçã (**Figura 8.D**) (μg eq. β -caroteno/100 mL de suco: Suco Integral = 2,18; Suco Misto 1 = 1,51; Suco Misto 2 = 1,93). O tamarillo é um fruto rico em pigmentos naturais como as antocianinas e os carotenoides. No estudo de Rojas Benites, Repo de Carrasco e Encina Zelada (2017) foi desenvolvido um néctar de tamarillo da variedade amarela e encontraram o teor de 4,27 mg de β -caroteno/100g, porém as variedades amarelas possuem mais carotenoides enquanto as vermelhas têm em destaque as antocianinas. Salazar e Lugo (2016) e Espin et al. (2016) relataram que em 100 g de fruto da variedade vermelha, o teor médio é de 25,1 mg

equivalentes β -caroteno. A adição de maçã em maior quantidade (suco misto 2) manteve o teor de carotenoides um pouco mais elevado do que no suco com menor teor de maçã, e isso pode sugerir um fator protetivo aos carotenoides do suco, porém não dispensa que a adição de maçã esteja relacionada com uma diminuição destes compostos comparada ao suco integral.

5.1.3. Composição em compostos fenólicos

Através da análise de espectrometria de massas foi possível realizar a identificação de nove compostos fenólicos presentes nos sucos de tamarillo integral e cinco compostos nos sucos adicionados de maçã (**Tabelas 7 e 8**). No suco integral, seis dos nove compostos são ácidos fenólicos da subclasse dos ácidos hidroxicinâmicos e três compostos da classe dos flavonoides, subclasse das antocianinas. Nos sucos mistos, quatro dos cinco compostos são da classe de ácidos fenólicos, subclasse dos ácidos hidroxicinâmicos e apenas um composto da classe dos flavonoides, subclasse das antocianinas. Esses mesmos compostos já foram identificados em outros estudos de tamarillo (De Rosso & Mercadante, 2007; Hurtado et al., 2009; Osorio et al., 2012; Espin et al. 2016; Orqueda et al., 2017; Silva et al., 2017).

Tabela 7. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda de absorção máxima na região UV ($\lambda_{\text{máx}}$), dados espectrais de massa e tentativa de identificação dos compostos detectados nos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã

Suco integral				
Pico	TR	[M-H]⁻ (m/z)	($\lambda_{\text{máx}}$)	Tentativa de identificação
1	6,21	515	485	Ácido dicafeoilquínico
2	8,24	341	593	Ácido cafeoilglicosídeo
3	11,25	353	655	Ácido 5-cafeoilquínico
4	12,25	355	655	Ácido feruloilglicosídeo
5	22,70	521	655	Ácido Rosmarínico glicosídeo
6	23,49	359	655	Ácido rosmarínico
Suco misto 1				
1	6,15	515	658	Ácido dicafeoilquínico
2	8,24	341	649	Ácido cafeoilglicosídeo
3	11,21	353	658	Ácido 5-cafeoilquínico
4	12,24	355	658	Ácido feruloilglicosídeo
Suco misto 2				
1	6,16	515	654	Ácido dicafeoilquínico

2	8,24	341	654	Ácido cafeoilglicosídeo
3	11,25	353	630	Ácido 5-cafeoilquínico
4	12,25	355	630	Ácido feruloilglicosídeo

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã.

Tabela 8. Tempo de retenção (TR), comprimento de onda de absorção máxima na região UV ($\lambda_{\text{máx}}$), dados espectrais de massa e tentativa de identificação das antocianinas detectadas nos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã

Suco integral				
Pico	TR	[M]⁺ (m/z)	($\lambda_{\text{máx}}$)	Tentativa de identificação
1	4,325	611	529	Delfinidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo
2	5,166	595	698	Cianidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo
3	6,124	579	505	Pelargonidina-3- <i>O</i> -glicosídeo
Suco misto 1				
1	6,056	579	505	Pelargonidina-3- <i>O</i> -glicosídeo
Suco misto 2				
1	6,038	579	504	Pelargonidina-3- <i>O</i> -glicosídeo

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã.

Foram quantificados seis compostos fenólicos nos sucos de tamarillo (**Tabela 9**), sendo três ácidos fenólicos da subclasse dos ácidos hidroxicinâmicos (ácido-5-cafeoilquínico, ácido feruloilglicosídeo e ácido rosmarínico) e dois compostos da classe dos flavonoides, subclasse das antocianinas (pelargonidina-3-*O*-glicosídeo e cianidina-3-*O*-rutinosídeo). A pelargonidina-3-*O*-glicosídeo e o ácido feruloilglicosídeo foram os compostos mais abundantes dos sucos, sendo responsáveis, respectivamente, por 52% e 25% do teor total de compostos fenólicos do suco integral; 48% e 33% no suco misto 1; e 51% 34% dos compostos no suco misto 2. Os teores de pelargonidina-3-*O*-glicosídeo encontrados nos sucos de tamarillo, mesmo com adição de maçã, se mostraram superiores a valores encontrados em sucos de uva através de análises de CLAE, que segundo Dos Santos et al. (2015), possui 0,39 mg/100 mL de suco. Os teores de ácido feruloilglicosídeo se mostraram superiores aos encontrados por Mäkilä et al. (2016), que avaliaram suco de groselha negra e encontrou 0,11 mg para 100g de suco.

A cianidina-3-*O*-rutinosídeo foi identificada apenas no suco integral de tamarillo e acredita-se que pelo seu baixo teor, talvez não tenha sido passível de ser identificada nos

sucos mistos devido estar abaixo do limite de detecção do equipamento de análise. Estes compostos já haviam sido identificados anteriormente em frutos de tamarillo (De Rosso & Mercadante, 2007; Hurtado et al., 2009; Osorio et al., 2012; Espin et al. 2016; Orqueda et al., 2017; Silva et al., 2017; Castro et al., 2018).

O ácido rosmarínico é geralmente encontrado em algumas ervas como a sálvia, o orégano, a hortelã pimenta, o hortelã comum, o alecrim e o manjeriço doce (Rothwell et al., 2013 *in Phenol Explorer*). Destacando-se pelo seu reconhecido potencial antioxidante e sua relevante atividade biológica, foi relatado pela primeira vez por Espin et al. (2016) nos frutos de tamarillo, podendo ter uma concentração diversa para cada variedade - tendo o cultivar roxo os menores teores e cultivar roxo da Nova Zelândia os maiores teores (29,57- 121,9 mg/100g de fruto seco). No presente estudo, apesar de apresentar valores menores do que os relatados no tamarillo *in natura*, o teor de ácido rosmarínico dos sucos de tamarillo integral foi ainda superior aos sucos adicionados de maçã e isso ocorre pela sua predominância no fruto.

Tabela 9. Teor (mg/100 mL) de compostos fenólicos no suco de tamarillo integral e mistos com maçã

<i>Compostos fenólicos</i>	Suco integral	Suco misto 1	Suco misto 2
<i>Fenólicos não antociânicos</i>			
Ácido 5-cafeoilquínico	0,7 ± 0,0 ^a	0,4 ± 0,0 ^b	0,3 ± 0,0 ^c
Ácido feruloilglicosídeo	1,8 ± 0,0 ^a	0,8 ± 0,0 ^b	0,8 ± 0,0 ^b
Ácido rosmarínico	0,3 ± 0,0 ^a	0,1 ± 0,0 ^b	0,08 ± 0,0 ^b
<i>Total de fenólicos não antociânicos</i>	2,9 ± 0,1^a	1,4 ± 0,0^b	1,3 ± 0,1^b
<i>Fenólicos antociânicos</i>			
Pelargonidina-3- <i>O</i> -glicosídeo	3,7 ± 0,1 ^a	1,20 ± 0,02 ^b	1,3 ± 0,00 ^b
Cianidina-3- <i>O</i> -rutinosídeo	0,6 ± 0,0	NI ²	NI ²
<i>Total de fenólicos antociânicos</i>	4,4 ± 0,1^a	1,2 ± 0,0^b	1,3 ± 0,0^b
Total de compostos fenólicos	7,3 ± 0,0^a	2,6 ± 0,0^b	2,6 ± 0,1^b

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. Resultados expressos como média ± DP de três replicatas; letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as médias (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$). ²NI= Não identificado

Dos compostos fenólicos identificados nos sucos de tamarillo com e sem adição de maçã (**Tabela 9**), observou-se que todos apresentaram redução significativa com a adição de maçã. A predominância de compostos que já foram anteriormente identificados no tamarillo e não na maçã pode indicar um efeito negativo da adição de maçã nos sucos de tamarillo para o

perfil de compostos fenólicos. Veberic et al. (2005) relataram que o ácido 5-cafeoilquínico é um dos compostos que se apresenta em altos níveis em maçãs. No entanto, o estudo de Février et al. (2017) no qual foram avaliados sucos de maçã, relatou que a enzima polifenoloxidase possui como o substrato preferencial o ácido cafeoilquínico e que também esta enzima se mostrou capaz de catalisar a degradação de antocianinas em reações de oxidação e redução com outros fenóis, como ácidos hidroxicinâmicos, por exemplo. Portanto, acredita-se que a oxidação dos compostos foi um fenômeno multifatorial que envolveu perfil de polifenóis, atividade enzimática por muitos substratos e outras condições como pH. Observa-se ainda que quanto maior o percentual de maçã adicionado aos sucos, menor são os teores dos compostos, ocorrendo uma diluição dos compostos do tamarillo.

5.1.4. Composição em ácidos orgânicos

Foram identificados quatro ácidos orgânicos nos sucos elaborados: ácidos tartárico, málico, cítrico e oxálico (**Tabela 10**). Os ácidos cítrico e málico foram os mais abundantes em todos os sucos, representando, em média, 72% e 24% do teor total de ácidos orgânicos, respectivamente. Estes dois ácidos têm sido comumente descritos nos frutos. Para o fruto do tamarillo, o destaque se concentra na presença predominante do ácido cítrico, seguido do ácido málico, enquanto que para a maçã apenas o ácido málico foi relatado como o principal (Heartherbell, 1982; Romero Rodriguez, 1994; Boyes e Strubi, 1997; Vasco et al., 2009; Acosta-Quezada et al., 2015; Sun et al., 2017). Estes dados corroboram com os resultados encontrados que revelam maior teor de ácido málico e menor teor de ácido cítrico quanto maior a adição de maçã. Ainda assim os valores se mostram superiores aos encontrados em sucos de uva (31,3mg/100 mL de ácido cítrico e 34,6 mg/100 mL) (Dos Santos et al., 2014).

Tabela 10. Teor (mg/100 mL) de ácidos orgânicos no suco de tamarillo integral e mistos com maçã

<i>Ácidos orgânicos</i>	Suco integral	Suco misto 1	Suco misto 2
Ácido tartárico	28,1 ± 0,0 ^a	14,1 ± 0,1 ^c	22,9 ± 0,1 ^b
Ácido málico	191,4 ± 0,7 ^c	264,5 ± 1,9 ^b	335,8 ± 0,8 ^a
Ácido cítrico	1484,7 ± 21,8 ^a	809,77 ± 64,7 ^b	544,3 ± 0,9 ^c
Ácido oxálico	15,3 ± 0,3 ^a	13,5 ± 1,5 ^a	17,6 ± 0,0 ^b
Total de ácidos orgânicos	1727,2 ± 31,7^a	1130,5 ± 79,7^b	920,7 ± 0,4^c

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. Resultados expressos como média \pm DP de três replicatas; letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

Apesar do ácido ascórbico já ter sido identificado no fruto do tamarillo por outros autores (Oscullo e Danilo, 2013), o mesmo não foi observado nos sucos elaborados no presente estudo. Tal fato pode estar atribuído aos baixos teores já relatados no fruto (até 22 mg/100g) quando comparado a frutas consideradas ricas em ácido ascórbico, como a laranja (até 75 mg/100g) e o limão (até 50 mg/100g), por exemplo (Walker & Famiani, 2018). O ácido ascórbico é muito sensível a oxidação, e há a possibilidade de que outros fatores como exposição ao oxigênio, pH, luz e outros diversos fatores durante o processamento do suco possam ter contribuído para a degradação do ácido ascórbico. Mertz (2010) evidenciou que a exposição de néctares de tamarillo a tratamentos térmicos de aquecimento, degradou não somente o ácido ascórbico, como seu principal produto de degradação – o ácido dehidroascórbico, e que essas degradações se tornavam mais rápidas de acordo com o tempo e temperaturas aplicados, porém não há relatos sobre o comportamento do ácido ascórbico na matriz alimentar do tamarillo sob congelamento e descongelamento.

O ácido tartárico e o ácido oxálico também foram identificados nos sucos (**Tabela 10**). O ácido tartárico é geralmente encontrado em abundância em frutos como uva, tamarindo, ameixa, romã e outras *berries*, enquanto que o ácido oxálico é encontrado em abundância na groselha indiana, na *goji berry* e na carambola, por exemplo (Walker & Famiani, 2018). Os teores destes ácidos nos sucos podem demonstrar que provavelmente ambos estão presentes nos frutos e foram pouco evidenciados até hoje, principalmente devido a sua baixa quantidade quando comparados com outros sucos, como de uva, por exemplo, que é de 564 mg de ácido tartárico/100mL (Dos Santos et al., 2015).

5.2. ESTABILIDADE DOS SUCOS AO LONGO DO ARMAZENAMENTO ATÉ 60 DIAS

5.2.1. Caracterização química e física

Os sucos armazenados por 60 dias não sofreram alterações dos valores de SST. Na **figura 9.A** encontram-se os resultados de acidez expressa em g% de ácido cítrico e pH. De forma geral, os resultados revelaram que o tempo de armazenamento influenciou no aumento da acidez nos sucos de tamarillo integral e mistos desde o tempo inicial.

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman (2017) e Modesto Junior et al. (2016) que observaram influência do tempo de armazenamento no aumento da acidez de sucos. Já o pH, representado pela **figura 9.B** sofreu alterações somente a partir dos 30 dias de armazenamento dos sucos. Apesar disso, todos se mantiveram abaixo do pH 4,5 que é um valor limitante para o crescimento de algumas leveduras, fungos e bactérias (Da Silva et al., 2017).

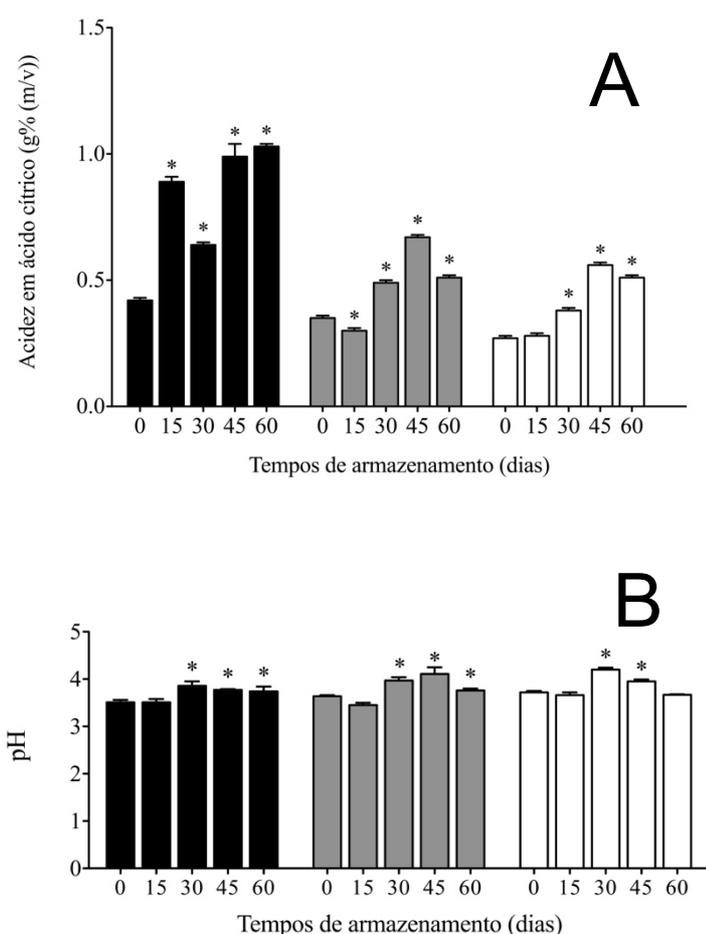


Figura 9: Análises da estabilidade de acidez titulável e pH dos sucos de tamarillo com e sem adição de maçã. (A) Acidez titulável; (B) pH.

■ Suco integral (100% tamarillo); □ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã); □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média \pm DP de três replicatas. (*) asterisco indica diferença significativa entre os tempos de armazenamento em comparação ao tempo inicial (0 dias) para cada suco (Test One-way ANOVA com pós teste de Dunett; $p < 0,05$).

De acordo com as coordenadas de cor avaliadas nos sucos durante os dias de armazenamento (**Tabela 11**), o suco integral sofreu alterações na coordenada a^* ao longo do armazenamento – indicando uma intensificação da coloração avermelhada do suco. Por outro

lado, o suco misto 1 sofreu uma intensificação da luminosidade, obtida pelo aumento de L^* e da coloração avermelhada, obtida por a^* . O ΔE demonstra a variação global dos parâmetros da cor avaliados. Choi et al. (2012) descreveram que as alterações visuais perceptíveis na cor para o olho humano ocorrem quando este se encontra em valores superiores a 2,0. Durante o tempo do armazenamento, foi possível então visualizar alterações na coloração do suco integral e do suco misto 1 em todos os momentos. O suco misto 2 apresentou variação visível somente no tempo 15 dias. Estas variações superiores a 2,0 também ocorreram em sucos durante armazenamento no estudo de Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman (2017).

Tabela 11. Coordenadas colorimétricas avaliadas por L^* , a^* e b^* do suco de tamarillo integral e mistos com maçã ao longo de 60 dias de armazenamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}^1$

	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	15	30	45	60
<i>Suco integral</i>					
L^*	35,6 ± 1,0	38,8 ± 0,2	35,9 ± 0,3	38,0 ± 0,8	36,9 ± 0,1
a^*	10,4 ± 0,2	12,4 ± 0,1*	12,7 ± 0,2*	12,8 ± 0,0*	12,6 ± 0,0*
b^*	16,5 ± 0,7	21,4 ± 0,1*	17,6 ± 0,2	17,8 ± 0,5*	16,7 ± 0,2
ΔE	0	6,1	2,5	3,5	2,5
<i>Suco misto 1</i>					
L^*	34,3 ± 0,5	36,7 ± 1,3*	38,4 ± 0,2*	38,7 ± 0,2*	37,2 ± 0,3*
a^*	7,4 ± 0,2	9,0 ± 0,0*	9,1 ± 0,2*	9,8 ± 0,1*	8,2 ± 0,2*
b^*	15,1 ± 0,7	18,7 ± 0,3*	15,3 ± 0,5	16,1 ± 0,0	15,4 ± 0,1
ΔE	0	4,5	4,5	5,0	3,1
<i>Suco misto 2</i>					
L^*	33,0 ± 1,0	35,6 ± 1,2*	32,1 ± 0,4	31,9 ± 0,4	33,8 ± 0,1
a^*	6,0 ± 0,1	7,5 ± 0,0*	6,0 ± 0,1	6,3 ± 0,0	6,9 ± 0,2*
b^*	13,3 ± 0,6	17,0 ± 0,2*	12,8 ± 0,1	13,6 ± 0,4	13,5 ± 0,1
ΔE	0	4,7	0,9	1,1	1,2

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. ¹Resultados expressos como média ± DP de três replicatas; ΔE calculado da comparação de cada tempo da estabilidade com o tempo 0 dias (inicial).(*) asterisco na mesma linha indica diferença significativa dos tempos em relação ao tempo 0 dias (inicial) (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Dunnett; $p < 0,05$).

5.2.2. Compostos fenólicos totais, carotenoides totais e atividade antioxidante

Durante o armazenamento tanto do suco integral como dos sucos mistos, observou-se que a atividade antioxidante analisada através dos ensaios de TEAC e FRAP apresentaram

uma diminuição em relação ao tempo de armazenamento (Figura 10.A e 10.B, respectivamente). Apesar do ensaio de TEAC ter demonstrado um aumento significativo no início do armazenamento, a atividade antioxidante logo diminuiu. A diminuição da atividade antioxidante de frutas e sucos durante o armazenamento também foi evidenciada por de Copello Rotili et al. (2013), ao avaliar o armazenamento de maracujá amarelo, por Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman (2017) em sucos mistos de frutas e por Ribeiro et al. (2017) na avaliação da estabilidade de suco de umbu. Durante o armazenamento, diversas reações como a oxidações, ações enzimáticas ou mesmo interações dos compostos com a matriz alimentar podem explicar estes resultados (Pringent et al., 2007; Cástro-Lopez et al., 2016; Lamuela-Raventós, 2018). Além disso, a não especificidade dos métodos e até mesmo a atividade antioxidante que a estrutura de cada composto em particular expressa pode terem sido fatores que contribuíram para estes resultados (Rice-Evans et al., 1997).

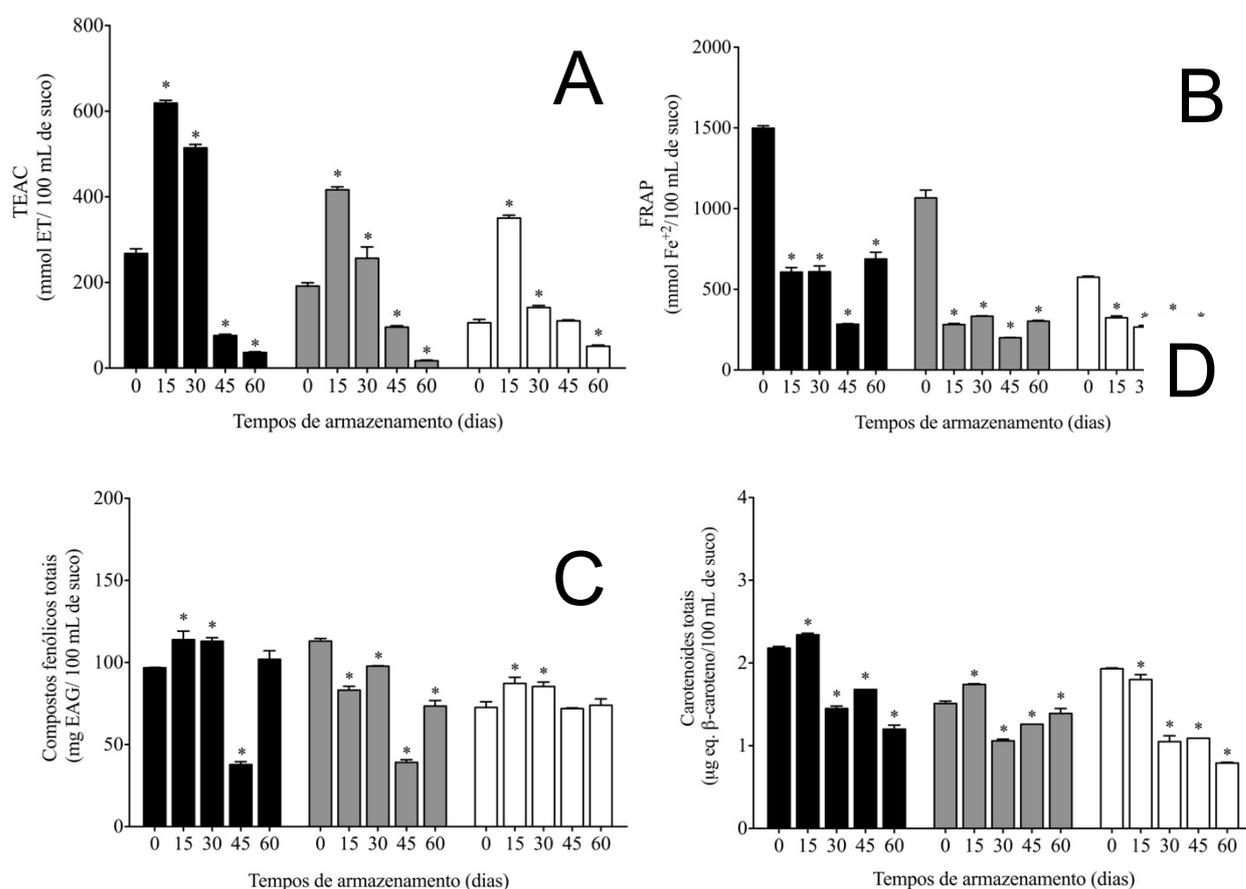


Figura 10: Análise da atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e carotenoides totais durante o armazenamento de sucos de tamarillo integral ou mistos com maçã. (A) TEAC; (B) FRAP; (C) Compostos fenólicos totais; (D) Carotenoides totais.

■ Suco integral (100% tamarillo); ■ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã); □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média ± DP de três replicatas. (*) asterisco indica diferença significativa entre os tempos de armazenamento em comparação ao tempo inicial (0 dias) para cada análise (Test One-way ANOVA com pós teste de Dunnett; $p < 0,05$).

Foi observada diminuição dos teores de compostos fenólicos totais ao longo do armazenamento (**Figura 10.C**). Estudos prévios como Ceppa et al. (2016) que avaliou sucos de uva e Ribeiro et al. (2017) avaliando suco de umbu, também relataram uma diminuição do teor de compostos fenólicos durante o armazenamento. Segundo Malacrida e Mota (2005) essa variabilidade pode ser justificada por uma série de fatores, que podem interferir diretamente no conteúdo de fenólicos de sucos, como os tipos de cultivares utilizados, o grau de maturação, práticas agrícolas e procedimentos adotados durante a elaboração e o armazenamento dos sucos. Estudos prévios relatam que os compostos fenólicos são sensíveis a diversos fatores, podendo sofrer modificações por oxidação, isomerização e/ou interação com outros constituintes da matriz alimentar (Pringent et al., 2007; Cástro-Lopez et al., 2016; Lamuela-Raventós, 2018).

De forma geral, foi observado um aumento no teor de carotenoides após 15 dias de armazenamento. Consistentemente, foi também observado valor superior da coordenada b^* no tempo 15 em comparação aos demais tempos de armazenamento (**Tabela 11**). Essa coordenada positiva demonstra uma tonalidade amarela dos sucos, cor característica de alguns pigmentos carotenoides. No decorrer do armazenamento, os valores se mantiveram menores do que o tempo inicial. Os carotenoides são sensíveis a luz, temperatura, acidez, oxidação, reações enzimáticas, tipo de matriz alimentar, disponibilidade de água e compostos antioxidantes ou pró-oxidantes (Rodríguez-Amaya, 2001; Uenojo et al., 2007). O estudo de Carneiro (2016), avaliando a estabilidade de polpa de buriti congelada observou uma diminuição do valor de carotenoides durante o armazenamento assim como em nosso estudo – e este autor relacionou essa perda com o congelamento, pela formação de cristais de gelo que favorece a liberação de enzimas (Aquino, Mões e Castro, 2011). O mesmo resultado foi observado por Da Silva et al. (2017b) ao avaliar o armazenamento de frutos do Juazeiro.

5.2.3. Composição em compostos fenólicos

Dos ácidos fenólicos identificados e quantificados nos sucos, o ácido 5-cafeoilquínico (**Figura 11.A**) demonstrou um aumento do seu teor no suco integral em 30 dias de armazenamento e uma diminuição em 45 dias. Apesar disso, seu teor comparado ao tempo inicial foi positivamente influenciado pelo armazenamento. Quanto aos sucos mistos, ambos demonstraram uma diminuição ou mesmo um valor sem diferença do tempo inicial de análise.

Similarmente, o ácido feruloilglicosídeo (**Figura 11.B**) aumentou sua concentração no suco integral durante o armazenamento. Estes compostos puderam ser avaliados somente até o tempo 45 dias de armazenamento devido a erros na análise por alterações na coluna C18 utilizada, causando atrasos nas corridas e co-eluições com outros compostos.

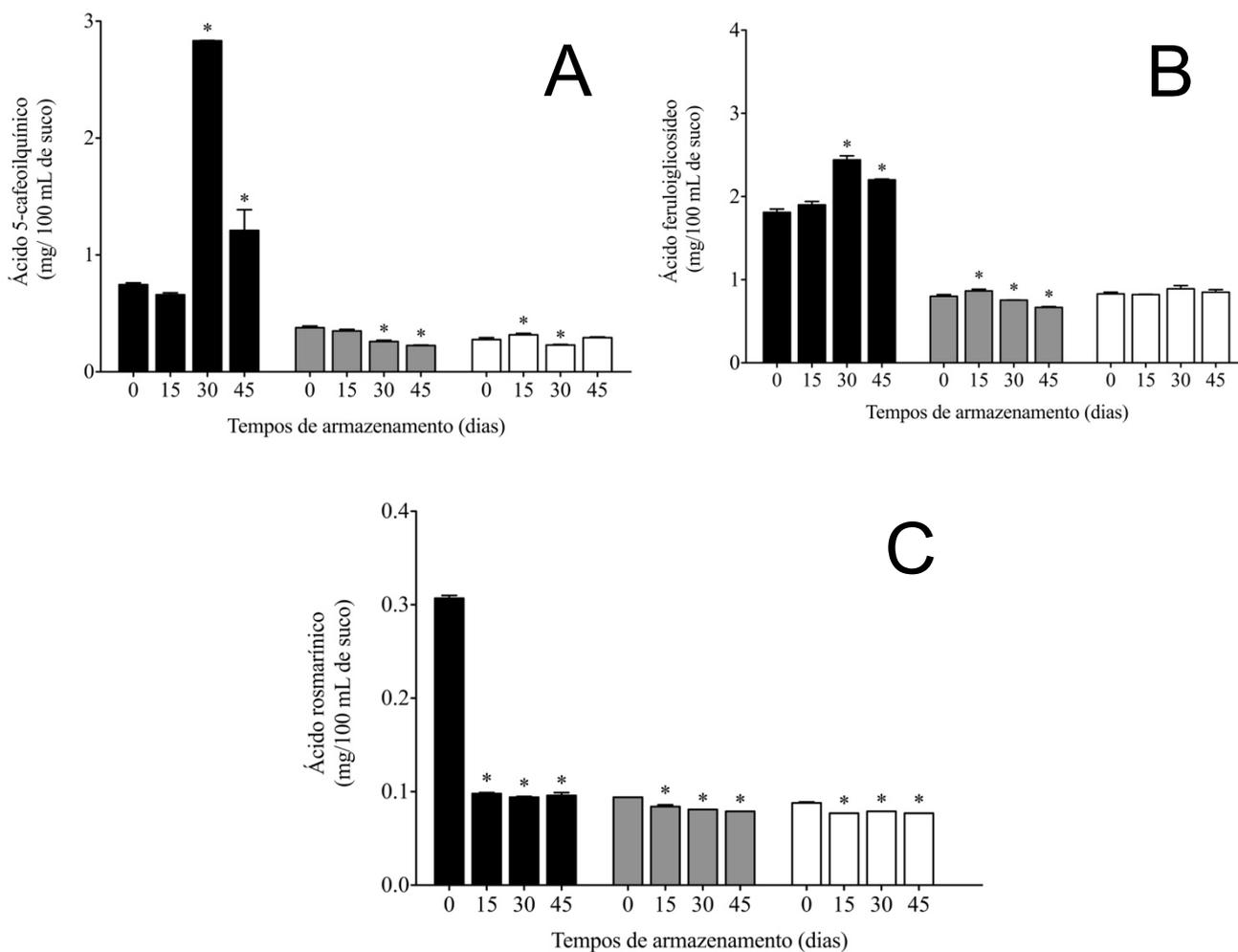


Figura 11: Estabilidade dos compostos fenólicos por CLAE-DAD dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã. (A): Ácido 5-cafeoilquínico; (B):Ácido feruloilglicosídeo; (C): Ácido rosmarínico.

■ Suco integral (100% tamarillo); □ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã); □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média ± DP de três replicatas. (*) asterisco indica diferença significativa entre os tempos de armazenamento em comparação ao tempo inicial (0 dias) para cada análise de cada suco (Test One-way ANOVA com pós teste de Dunett; $p < 0,05$).

No estudo de Giufreè, Zapia e Capocasale (2017) também foram encontrados resultados similares para o ácido 5-cafeoilquínico ao avaliar a estabilidade de sucos de laranja congelados, observando um comportamento de aumento e depois decréscimo deste composto

nas amostras. A diminuição deste composto pode refletir numa possível reação enzimática com as enzimas polifenoloxidase e/ou peroxidase, que utilizam geralmente estes ácidos como substratos em reações que causam escurecimento. Essas enzimas catalisam reações de oxidação de mono e difenóis para *o*-quinonas, que formam melaninas (pigmentos marrons) e podem ainda causar *off-flavor* e perdas da qualidade nutricional, além de diminuir sua aceitabilidade pelo consumidor (Whitaker e Lee, 1995; Van Der Sluis et al., 2005; Padilha et al., 2009; De Paepe et al., 2014). Poucos estudos têm evidenciado quais as possíveis vias do aumento destes compostos durante o congelamento. Já o ácido rosmarínico apresentou uma influência negativa do armazenamento em seus teores para todos os sucos (**Figura 11.C**).

As antocianinas se mantiveram presentes nos sucos durante todo o armazenamento, desde o início. Nesse período, a pelargonidina-3-*O*-glicosídeo (**Figura 12.A**) chegou a aumentar mais de 37% e 3% em relação ao tempo 60 dias dos sucos integral e misto 2, respectivamente. A cianidina-3-*O*-rutinosídeo que só esteve presente no suco integral de tamarillo desde o início das análises, também aumentou sua concentração, alcançando até 50% a mais do seu valor inicial. Paralelamente, o parâmetro de cor *a**, que identifica a cor vermelha aumentou juntamente com esses pigmentos.

Alguns estudos têm evidenciado uma diminuição das antocianinas durante a estocagem de bebidas (Mota et al., 2006; Modesto Junior et al., 2016), porém com exceção dos tempos finais de armazenamento do suco misto 2, não houveram diminuições dos teores de antocianinas. Segundo Nascimento (2017), as antocianinas tendem a ser mais estáveis em pH ácido mesmo se submetidas a altas temperaturas, o que pode ter contribuído para preservação destes compostos nos sucos que apresentam pH considerado ácido. No estudo de Buckow et al. (2010) ao avaliarem a estabilidade de sucos de mirtilo – que é rico em pelargonidina, destacaram que a degradação aumenta conjuntamente ao aumento da temperatura, enquanto o estudo de Modesto Junior et al. (2016), utilizando temperaturas de refrigeração (8°C) e congelamento (-18°C), foi constatada uma preservação das antocianinas em polpa do fruto ginja (*Prunus cerasus L.*).

Mesmo sabendo que a estabilidade das antocianinas pode ainda ser afetada pela ação de oxigênio, enzimas, variação de temperatura e incidência de luz (Alighourchi & Barzegar, 2009), os resultados sugerem que a temperatura de congelamento do armazenamento (-20°C) e a proteção contra a foto-oxidação podem ter contribuído de forma positiva para a manutenção dos compostos antocianínicos nos sucos de tamarillo.

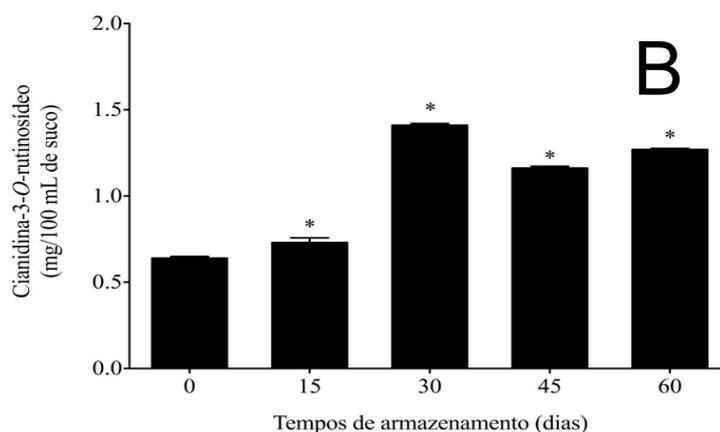
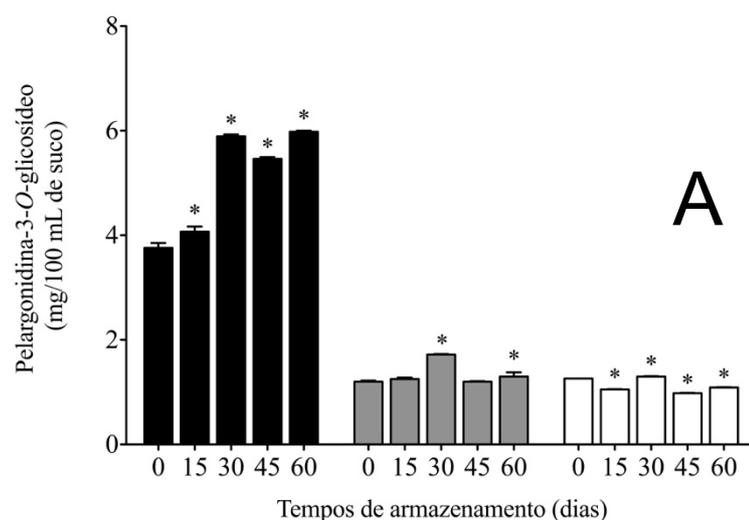


Figura 12: Estabilidade das antocianinas dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã. (A) Pelargonidina 3-*O*-glicosídeo; (B) Cianidina-3-*O*-rutinosídeo.

■ Suco integral (100% tamarillo) □ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã) □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média \pm DP de três replicatas diferentes. (*) asterisco indica diferença significativa entre os tempos de armazenamento em comparação ao tempo inicial (0 dias) para cada análise (Test One-way ANOVA com pós teste de Dunett; $p < 0,05$).

5.2.3. Composição em ácidos orgânicos

Observou-se durante a estabilidade que o teor de ácido cítrico aumentou em todos os sucos. Já o ácido málico aumentou seus teores para todos os sucos mistos (**Figura 12**). Este aumento corrobora com os dados de acidez aumentada dos sucos durante o armazenamento -

resultado também visto também em outros estudos (Modesto Junior et al. 2016; Carvalho, De Andrade Mattietto e Beckman, 2017).

Os ácidos málico e oxálico aumentaram seus teores nos sucos adicionados de maçã durante a análise da estabilidade – sugerindo que essa adição tenha influenciado neste aumento. Apesar disso, houve uma manutenção do perfil inicial dos sucos, tendo como ácido predominante o cítrico e o málico para todos os sucos – característicos dos frutos de tamarillo e maçã. Não houveram alterações para o conteúdo de ácido tartárico.

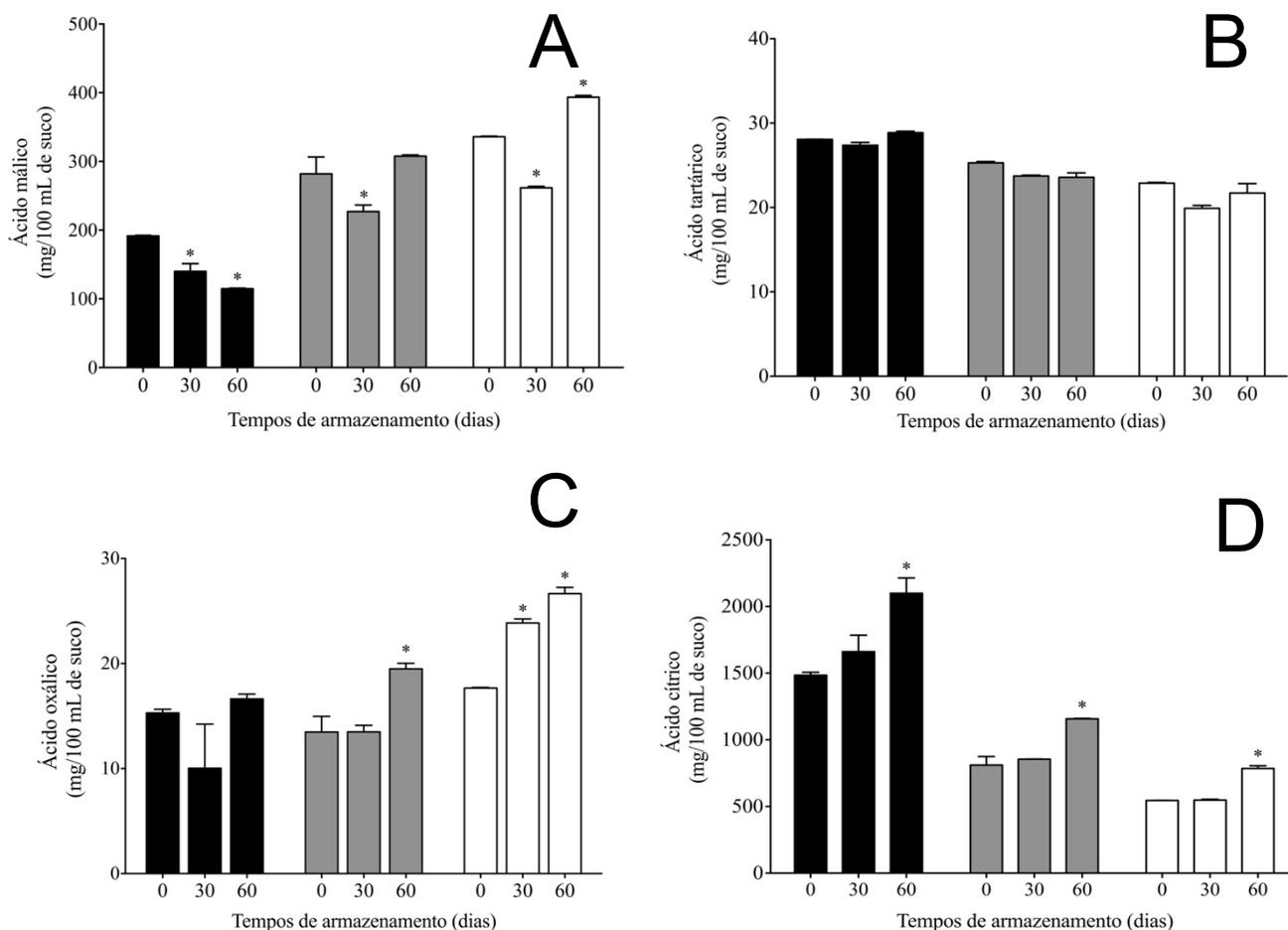


Figura 12: Estabilidade dos ácidos orgânicos dos sucos integral e mistos de tamarillo e maçã

(A): Ácido málico (B): Ácido tartárico; (C): Ácido cítrico; (D): Ácido oxálico

■ Suco integral (100% tamarillo); ▒ Suco misto 1 (60% tamarillo e 40% maçã); □ Suco misto 2 (50% tamarillo e 50% maçã). Expressos em média ± DP de três replicatas. (*) asterisco indica diferença significativa entre os tempos de armazenamento em comparação ao tempo inicial (0 dias) para cada análise (Test One-way ANOVA com pós teste de Dunnett; $p < 0,05$).

5.3. ANÁLISES MICROBIOLÓGICA E SENSORIAL

5.3.1. Análise microbiológica

Para avaliar a aceitação dos sucos de tamarillo com e sem adição de maçã, foram realizadas análises microbiológicas prévias a fim de assegurar os Padrões microbiológicos preconizados pela RDC nº 12 (BRASIL, 2001). De acordo com a legislação vigente (coliformes a 45°C e *Salmonella* em 25 mL), todos os sucos estavam de acordo com o padrão preconizado, tanto no tempo 0 quanto após 60 dias de armazenamento a -20 °C (**Tabela 12**). A conformidade desses padrões indica que os sucos foram produzidos e envasados em perfeitas condições sanitárias e que o congelamento assegurou um produto microbiologicamente adequado para consumo.

Tabela 12. Análises microbiológicas dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã nos tempos 0 e 60 de armazenamento

	Coliformes a 45°C (NMP ¹ /50ml)	<i>Salmonella</i> (em 25 mL)	Bactérias heterotróficas (UFC ² /mL)	Bolores e leveduras (UFC ² /mL)	Bactérias lácticas (UFC ² /mL)
Suco integral					
Tempo 0	Ausência	Ausência	1,6 x 10 ²	1,5 x 10 ³	<1,0 x10
Tempo 60	Ausência	Ausência	<1,0 x 10	3,3 x 10 ³	<1,0 x 10
Suco misto 1					
Tempo 0	Ausência	Ausência	7,0 x 10	3,1 x 10 ²	<1,0 x10
Tempo 60	Ausência	Ausência	<1,0 x 10	6,3 x 10 ²	<1,0 x 10
Suco misto 2					
Tempo 0	Ausência	Ausência	8,0 x 10 ²	1,7 x 10 ³	<1,0 x10
Tempo 60	Ausência	Ausência	1,0 x 10	5,2 x 10 ³	5,0 x 10

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã.¹NMP: Número Mais Provável; ²UFC: Unidades Formadoras de Colônia.

Embora a legislação não exija, foi realizada também a análise de alguns microorganismos considerados deteriorantes em alimentos. As contagens de bactérias heterotróficas e bactérias lácticas apresentaram-se baixas, para heterotróficas inclusive houve diminuição das contagens com o armazenamento. As bactérias lácticas tiveram um aumento

apenas no suco misto 2 no tempo 60 de armazenamento, mas não houveram alterações sensoriais visíveis. Para bolores e leveduras apesar dos resultados indicarem valores superiores aos limites descritos na literatura de até 104 UFC/mL (APHA, 2001; Ruschel et al., 2001) visualmente, não foram observadas presenças de bolores ou leveduras ou qualquer outra alteração nos sucos.

5.3.2. Perfil do consumidor avaliador

A avaliação sensorial dos sucos tanto no tempo inicial (0 dias), quanto após 60 dias de armazenamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ foi realizada por 100 avaliadores não treinados (**Tabela 13**). No teste com amostras do tempo inicial, os avaliadores tinham entre 18 a 63 anos (25,4 anos em média); renda familiar mensal entre R\$1.000,00 a R\$22.000,00 e eram, em maioria, do gênero feminino (74%). Os avaliadores que avaliaram os sucos armazenados após 60 dias tinham idade entre 18 a 55 anos (27,5 anos em média); possuíam renda familiar mensal entre R\$950,00 e R\$18.000,00 e eram majoritariamente do gênero feminino (66%).

De acordo com os dados do estudo de consumidor, em ambos os tempos, os avaliadores demonstraram um consumo de frutas e/ou seus produtos majoritariamente de forma frequente ou muito frequente (**Tabela 13**). Para sucos integrais ou mistos sem adição de açúcar, água ou outros ingredientes a frequência de consumo se refletiu de forma ampla, demonstrando que o consumo destes sucos ocorre ocasionalmente para aproximadamente 32% dos voluntários, seguido de um consumo semanal para 25% dos voluntários, em ambos os tempos.

Quando questionados sobre um consumo consciente de produtos, com base nos seus benefícios a saúde, mais de 90% dos consumidores relataram consumo frequente ou ocasional em ambos os tempos. Além disso, foi observado que a preferência de compra de sucos pelos voluntários foi enumerada como sendo o suco integral/misto em 1º lugar, seguido dos sucos concentrados, néctar de frutas, refresco líquido e por último, em 5º lugar o refresco em pó para diluição (**Tabela 13**).

Tabela 13. Estudo do perfil de consumidor dos avaliadores dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã nos tempos 0 e 60 dias

Dados	Tempo 0 dias	Tempo 60 dias
<i>Consumo de frutas e/ou produtos a base de frutas</i>		
Nunca	0% (n= 0)	1% (n=1)
Raramente	5% (n= 5)	4% (n= 4)
Ocasionalmente	8% (n= 8)	15% (n= 15)
Frequentemente	41% (n= 41)	35% (n= 35)
Muito frequentemente	46% (n= 46)	45% (n = 45)
<i>Frequência de consumo de sucos integrais ou mistos (sem adição de outros ingredientes)</i>		
Nunca	7% (n= 7)	5% (n= 5)
Raramente	14% (n= 14)	13% (n=13)
Ocasionalmente	31% (n= 31)	31% (n=31)
Quinzenalmente	12% (n= 12)	12% (n=12)
Semanalmente	26% (n= 26)	25% (n= 25)
Diariamente	12% (n= 12)	14% (n= 14)
<i>Consumo de produtos com base nos benefícios à saúde relacionados</i>		
Nenhum consumo	3% (n =3)	8,1% (n= 8)
Consumo ocasional	44% (n = 44)	44,4% (n= 44)
Consumo frequente	53% (n=53)	47,4% (n= 47)
<i>Preferência de compra do tipo de suco ou bebida de fruta</i>		
Integral/Misto (sem adição de outros ingredientes)	1º lugar (n= 69)	1º lugar (n= 69)
Néctar de frutas	3º lugar (n= 31)	3º lugar (n= 31)
Suco concentrado	2º lugar (n= 43)	2º lugar (n= 42)
Refresco líquido	4º lugar (n= 24)	4º lugar (n= 25)
Refresco em pó para reconstituição	5º lugar (n= 15)	5º lugar (n= 22)
<i>Acredita que o congelamento é melhor do que outros processos de conservação?</i>		
Não acredita	8% (n= 8)	12,1% (n= 12)
Não sabe	29% (n= 29)	26,2% (n= 26)
Sim, acredita	63% (n= 63)	61,6% (n= 61)

Segundo Micholia (2018) uma pesquisa feita em fevereiro, com 1355 brasileiros, demonstrou que 38% dos consumidores estão interessados em bebidas com benefícios provenientes de ingredientes naturais; 34% informaram que gostariam de ter mais opções de bebidas sem adoçantes artificiais. Pereira et al. (2018) relatou que dados de outra pesquisa

revelaram também que 30% dos brasileiros estão comprando mais bebidas naturais e 25% consumindo menos bebidas com ingredientes artificiais. Esses dados em conjunto com as informações obtidas nos questionários demonstram a conscientização do consumidor a cerca da saudabilidade demonstrada pelos produtos – sugerindo que nas escolhas de bebidas de frutas, os consumidores relacionem o teor de polpa/suco no produto (tipo de produto) a maior benefício à saúde.

5.3.4. Aceitação do consumidor

Os testes de análise sensorial do tempo inicial demonstraram uma baixa aceitação do suco de tamarillo integral (entre desgostei moderadamente a desgostei levemente; **Tabela 14**). Um estudo feito no Equador por Oscullo e Danilo (2013) com suco de tamarillo, também encontrou respostas parecidas a este estudo – da avaliação do sabor, os avaliadores relataram desgostar ligeiramente, a cor não agradou e nem desagradou enquanto que o aroma obteve a melhor nota, como gostei ligeiramente.

Acredita-se que o sabor ácido e a pouca doçura do tamarillo tenha influenciado para este resultado. Qualquer ser humano nasce com uma preferência inata para alimentos doces e uma aversão para alimentos amargos, havendo, posteriormente um desenvolvimento da preferência pelo sal e por alimentos gordurosos (Drewnowski, 1997). Foi observado que a adição de maçã se mostrou benéfica para a aceitação global dos sucos, aumentando aproximadamente 40 – 50% a nota. De forma geral, a produção de sucos mistos com maçã nas duas proporções foi um fator significativo para o aumento da aceitação global, aroma, doçura, adstringência, sabor, textura/corpo, sabor residual e inclusive a intenção de compra dos sucos.

Tabela 14. Aceitação¹ e intenção de compra² dos sucos de tamarillo integral e adicionados de maçã no tempo inicial (0 dias)

Atributos sensoriais	Suco Integral	Suco Misto 1	Suco Misto 2
Aceitação global	3,95 ± 1,95 ^b	5,65 ± 1,97 ^a	5,93 ± 2,03 ^a
Aparência	5,10 ± 2,21 ^a	5,56 ± 1,84 ^a	5,57 ± 1,87 ^a
Cor	5,50 ± 2,28 ^a	5,57 ± 2,00 ^a	5,84 ± 1,82 ^a
Aroma	5,67 ± 2,03 ^b	6,24 ± 1,81 ^a	6,47 ± 1,72 ^a
Doçura	2,62 ± 1,66 ^c	5,18 ± 2,36 ^b	6,03 ± 1,93 ^a
Adstringência	3,08 ± 1,91 ^b	4,90 ± 2,18 ^a	5,42 ± 2,21 ^a
Sabor	2,81 ± 1,89 ^c	5,12 ± 2,32 ^b	6,09 ± 2,06 ^a
Textura/Corpo	4,50 ± 2,18 ^b	5,86 ± 2,05 ^a	5,68 ± 2,06 ^a
Sabor residual	2,93 ± 2,09 ^b	4,59 ± 2,15 ^a	5,09 ± 2,09 ^a
Intenção de compra	1,53 ± 0,85 ^b	2,58 ± 1,19 ^a	2,87 ± 1,17 ^a

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 3: 50% tamarillo e 50% maçã.¹Notas em escala hedônica de nove pontos (1= desgostei muitíssimo; 2= desgostei muito; 3= desgostei moderadamente; 4= desgostei levemente; 5= não gostei nem desgostei; 6= gostei levemente; 7= gostei moderadamente; 8= gostei muito; 9= gostei muitíssimo).²Notas em escala de cinco pontos (1= certamente não compraria; 2= possivelmente não compraria; 3= talvez comprasse/talvez não comprasse; 4= possivelmente compraria; 5= certamente compraria). Resultados expressos como média ± DP. Letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa do atributo entre os sucos (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

Após 60 dias de estocagem foi observada redução das notas de alguns atributos sensoriais do suco integral como aceitação global, aparência, cor, aroma e textura do suco integral (**Tabela 15**), enquanto que para os sucos mistos com maçã essa redução ocorreu para todos os atributos. Ao observar os resultados de todas as diferenças entre o tempo inicial e final dos sucos, houve um aumento de 30% do teor de ácido cítrico, concomitante ao aumento da acidez. Um estudo avaliando sucos de groselha negra relatou a influência do baixo pH (em torno de 3,0) e do teor de ácidos orgânicos (principalmente caracterizado pelo ácido cítrico, em média, 2900mg/100 mL) nos atributos de acidez e adstringência (Laaksonen et al., 2013).

Os sucos de tamarillo com e sem adição de maçã deste estudo também apresentaram pH baixo e redução do teor de carotenoides. Para os sucos integral e misto 1 houve ainda uma diferença total da cor perceptível ao olho humano, demonstrando que uma possível alteração visual que possa ter desagradado os avaliadores. Diante disso, sugere-se que a alteração destes teores nos sucos durante o armazenamento tenha contribuído para uma diminuição da aceitação e da avaliação sensorial. Não foi observada diferença quanto à intenção de compra para os sucos analisados ao longo do armazenamento (**Tabela 15**).

Tabela 15. Comparativo das médias de análise sensorial¹e intenção de compra²dos sucos de tamarillo integral e mistos com maçã nos tempos 0 e 60 dias

Atributo sensorial	Tempo 0 dias	Tempo 60 dias	p
<i>Suco integral</i>			
Aceitação global	3,95 ± 1,95	3,14 ± 1,72*	0,0022
Aparência	5,10 ± 2,21	4,33 ± 2,31*	0,0172
Cor	5,50 ± 2,28	4,66 ± 2,69*	0,0184
Aroma	5,67 ± 2,03	4,07 ± 2,13*	<0,0001
Doçura	2,62 ± 1,66	2,33 ± 1,65	0,2190
Adstringência	3,08 ± 1,91	2,59 ± 1,78	0,0629
Sabor	2,81 ± 1,89	2,52 ± 1,63	0,2481
Textura/Corpo	4,50 ± 2,18	3,55 ± 2,16*	0,0023
Sabor residual	2,93 ± 2,09	2,48 ± 1,72	0,0989
Intenção de compra	1,53 ± 0,85	1,72 ± 0,90	0,1281
<i>Suco misto 1</i>			
Aceitação global	5,65 ± 1,97	4,05 ± 1,93*	<0,0001
Aparência	5,56 ± 1,84	3,84 ± 1,84*	<0,0001
Cor	5,57 ± 2,00	3,74 ± 1,96*	<0,0001
Aroma	6,24 ± 1,81	4,42 ± 2,11*	<0,0001
Doçura	5,18 ± 2,36	3,75 ± 2,06*	<0,0001
Adstringência	4,90 ± 2,18	4,04 ± 2,05*	0,0046
Sabor	5,12 ± 2,32	3,68 ± 1,95*	<0,0001
Textura/Corpo	5,86 ± 2,05	4,42 ± 2,09*	<0,0001
Sabor residual	4,59 ± 2,15	3,88 ± 1,84*	0,0132
Intenção de compra	2,58 ± 1,19	2,50 ± 1,11	0,6491
<i>Suco misto 2</i>			
Aceitação global	5,93 ± 2,03	4,79 ± 1,76*	<0,0001
Aparência	5,57 ± 1,87	4,07 ± 2,06*	<0,0001
Cor	5,84 ± 1,82	3,77 ± 2,13*	<0,0001
Aroma	6,47 ± 1,72	4,85 ± 2,05*	<0,0001
Doçura	6,03 ± 1,93	4,97 ± 2,36*	0,0006
Adstringência	5,42 ± 2,21	4,85 ± 1,95*	0,0550
Sabor	6,09 ± 2,06	4,62 ± 2,18*	<0,0001
Textura/Corpo	5,68 ± 2,06	4,47 ± 2,16	<0,0001
Sabor residual	5,09 ± 2,09	4,35 ± 1,90*	0,0097
Intenção de compra	2,87 ± 1,17	3,09 ± 1,18	0,1880

Suco integral: 100% tamarillo; suco misto 1: 60% tamarillo e 40% maçã; suco misto 2: 50% tamarillo e 50% maçã. ¹Notas s em escala hedônica de nove pontos (1= desgostei muitíssimo; 2= desgostei muito; 3= desgostei moderadamente; 4= desgostei levemente; 5= não gostei nem desgostei; 6= gostei levemente; 7= gostei moderadamente; 8= gostei muito; 9= gostei muitíssimo).²Notas em escala de cinco pontos (1= certamente não compraria; 2= possivelmente não compraria; 3= talvez comprasse/talvez não comprasse; 4= possivelmente compraria; 5= certamente compraria). Resultados expressos como média ± DP; (*) asterisco mesma linha indica diferença significativa entre os tempos de análise para o mesmo atributo (Teste One-way ANOVA seguido de pós teste de Tukey; $p < 0,05$).

6. CONCLUSÃO

Este trabalho foi o pioneiro no desenvolvimento de sucos de tamarillo mistos com maçã em diferentes proporções. Todos os sucos apresentaram qualidade nutricional pertinente as características dos frutos *in natura* e características físicas e químicas adequadas.

Este estudo pôde identificar nove compostos fenólicos no suco integral de tamarillo e cinco nos sucos adicionados de maçã, que já demonstraram potencial funcional na saúde. A pelargonidina-3-*O*-glicosídeo e o ácido feruloilglicosídeo foram os compostos mais abundantes dos sucos e se mostraram superiores aos encontrados em outros estudos para sucos de frutas. Quatro ácidos orgânicos foram identificados nos sucos, sendo predominantes os ácidos cítrico e málico, reforçando que foram preservados ao longo do processamento dos sucos.

Durante o armazenamento dos sucos, foi possível avaliar um aumento da acidez total, pH, compostos fenólicos como o ácido 5-cafeoilquínico, pelargonidina-3-*O*-glicosídeo e cianidina-3-*O*-rutinosídeo e ácidos orgânicos como málico, cítrico e oxálico. Enquanto isso, o armazenamento contribuiu de forma negativa para a atividade antioxidante, o teor de carotenoides e a análise sensorial.

O congelamento foi eficiente para a manutenção da qualidade microbiológica dos sucos, mantendo o produto em adequação a legislação vigente mesmo após 60 dias de armazenamento. A análise sensorial do tempo inicial revelou uma baixa aceitação do suco integral de tamarillo – tendo em vista que é um alimento de características sensoriais diferentes do hábito de consumo brasileiro. Apesar disso, a adição de maçã aos sucos possibilitou uma melhora da aceitação em até 50% e da intenção de compra com diferença chegando a 87% maior do que no suco integral.

Foi possível então concluir que o suco de tamarillo adicionado de maçã na proporção de 50% (misto 2) obteve os melhores resultados sensoriais em comparação ao suco com adição de 50%. Para o suco de tamarillo, novas estratégias de desenvolvimento como diluições em água ou mesmo outros percentuais de maçã devem ser exploradas para melhor aceitação sensorial. Os sucos desenvolvidos foram considerados de características nutricionais equivalentes aos frutos *in natura*, apresentando ainda compostos bioativos e qualidade microbiológica adequada a legislação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA QUEZADA, Pablo Geovanny. Caracterización morfológica y molecular del tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav.(Solanaceae). 2011.

ACOSTA-QUEZADA, Pablo G. et al. Diversity for chemical composition in a collection of different varietal types of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), an Andean exotic fruit. **Food chemistry**, v. 169, p. 327-335, 2015.

ACOSTA-QUEZADA, P. G. et al. Phenological growth stages of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.), an emerging fruit crop, according to the basic and extended BBCH scales. **Scientia Horticulturae**, v. 199, p. 216-223, 2016.

ACOSTA-ESTRADA, Beatriz A.; GUTIÉRREZ-URIBE, Janet A.; SERNA-SALDÍVAR, Sergio O. Bound phenolics in foods, a review. **Food chemistry**, v. 152, p. 46-55, 2014.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. In Official Methods of Analysis Chemists (17th ed.). Washington, DC, 2000.

AOAC. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists Association of official analytical chemists, 1990.

ALBERTI, A. et al. Impact on chemical profile in apple juice and cider made from unripe, ripe and senescent dessert varieties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 436–443, 2016.

ALBERTI, Aline. Compostos fenólicos da maçã: extração, perfil e classes fenólicas, atividade antioxidante, processamento e avaliação termoanalítica. 2014.

ALIGHOURCHI, Hamidreza; BARZEGAR, Mohsen. Some physicochemical characteristics and degradation kinetic of anthocyanin of reconstituted pomegranate juice during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 2, p. 179-185, 2009.

APHA. Compendium of methods for the examination of foods. American Public Health Association. 3rd ed., Washington: 2001. 121p.

AQUINO, Ana Carolina Moura de Sena; MÓES, Raisia Soares; CASTRO, Alessandra Almeida. Estabilidade de ácido ascórbico, carotenoides e antocianinas de frutos de acerola congelados por métodos criogênicos. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ (ABPM.). Dados estatísticos sobre a cultura da macieira. Disponível em: <<http://www.abpm.org.br>>. Acesso em 14 jan 2019.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. American Food Materials. The chemical composition of American food materials. US Department of Agriculture. Office of experiment stations. Washington Bull, n. 28, p. 1–48, 1896.

BALASUNDRAM, Nagendran; SUNDRAM, Kalyana; SAMMAN, Samir. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food chemistry**, v. 99, n. 1, p. 191-203, 2006.

BAKOWSKA, Anna; KUCHARSKA, Alicja Z.; OSZMIĄŃSKI, Jan. The effects of heating, UV irradiation, and storage on stability of the anthocyanin–polyphenol copigment complex. **Food chemistry**, v. 81, n. 3, p. 349-355, 2003.

Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2013). Physicochemical and nutritional characteristics of blueberry juice after high pressure processing. *Food Research International*, 50, 545-549.

BARBOSA, Shirley Janaine. **Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por spray drying**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Unimontes.

BARTOSZEK, Mariola; POLAK, Justyna. A comparison of antioxidative capacities of fruit juices, drinks and nectars, as determined by EPR and UV–vis spectroscopies. **Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy**, v. 153, p. 546-549, 2016.

BAUDUIN, R. Guide pratique de la fabrication du cidre. 2006.

BELCHIOR, N. C. **Transferência de calor no congelamento de polpa de maracujá**. 2012. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras. Minas Gerais – MG.

BEHLAU, M.; PONTES, P. Higiene vocal: cuidando da voz. ampl e atual. **São Paulo: Revinter**, p. 22-35, 2001.

BENZIE, I.F.F.; DEVAKI, M. The ferric reduced/antioxidant power (FRAP) assay for non-enzymatic antioxidant capacity: concepts, procedures, limitations and applications. In: APAK, R.; CAPANOGLU, E.; SHAHIDI, F. Measurement of antioxidant activity and capacity: Recent trends and applications. Wiley, p. 77-106, 2018.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BLIGH, E. Graham; DYER, W. Justin. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOHS, Lynn. Transfer of *Cyphomandra* (Solanaceae) and its species to *Solanum*. **Taxon**, p. 583-587, 1995.

BONNET, José Gabriel; CÁRDENAS, Julián Fernando. **Tomate de árbol:(*Cyphomandra Betacea* Sendt.)**. 2012.

BORGES, Jefferson Messias. **Efeito do processamento sobre compostos bioativos, atividade antioxidante e composição mineral da polpa de carnaúba (*Copernicia prunifera*)** 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Piauí.

BORGES, Rogério de Sá et al. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SUCO DE UVA CV. ISABEL EM CORTES COM DIFERENTES CULTIVARES. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, volume especial, p.584-591, 2011.

BOYER, Jeanelle; LIU, Rui Hai. Apple phytochemicals and their health benefits. **Nutrition journal**, v. 3, n. 1, p. 5, 2004.

BOYES, Stewart; STRÜBI, Peter. Organic acid and sugar composition of three New Zealand grown tamarillo varieties (*Solarium betaceum* (Cav.)), 1997.

BUCHWEITZ-DCA, Paulo Renato. Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e light.

BUCKOW, Roman et al. Pressure and temperature effects on degradation kinetics and storage stability of total anthocyanins in blueberry juice. **Journal of agricultural and food Chemistry**, v. 58, n. 18, p. 10076-10084, 2010.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 12 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 04 de setembro de 2003. **Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical; os Padrões de Identidade e Qualidade dos Sucos Tropicais de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Mangaba, Maracujá e Pitanga; e os Padrões de Identidade e Qualidade dos Néctares de Abacaxi, Acerola, Cajá, Caju, Goiaba, Graviola, Mamão, Manga, Maracujá, Pêssego e Pitanga** Brasília – DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49, de 26 de setembro de 2018. **Dispõe sobre a complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Suco e Polpa da fruta**. Brasília – DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da Comissão Inter setorial de Bebidas e dá outras providências**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica**. – 2. ed. – Brasília : Ministério da Saúde, 2014. 156 p. : il.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres**. Instrução Normativa Nº 24, de 08 de setembro de 2005.

BRIGGS, Adam DM; MIZDRAK, Anja; SCARBOROUGH, Peter. A statin a day keeps the doctor away: comparative proverb assessment modelling study. **Bmj**, v. 347, p. f7267, 2013.

BURDA, Stanislaw; OLESZEK, Wieslaw; LEE, Chang Y. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 38, n. 4, p. 945-948, 1990.

CÂMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ, Cámara de Comercio et al. Manual Tomate de árbol, Bogotá, 2015. Disponível em <<http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14308/Tomate%20de%20arbol.pdf?sequence=1>> Acesso em 14 jan. 2019.

CANO, A.; ARNAO, M. ABTS/TEAC (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)/Trolox®-Equivalent Antioxidant Capacity) radical scavenging mixed-mode assay. In: APAK, R.; CAPANOGLU, E.; SHAHIDI, F. Measurement of antioxidant activity and capacity: Recent trends and applications. Wiley, p. 117-139, 2018.

CARBONE, K.; GIANNINI, B.; PICCHI, V.; LO SCALZO, R.; CECCHINI, F. Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. *Food Chemistry*, v. 127, n. 2, p. 493-500, 2011.

CARNEIRO, Bruna Lorena Aguiar. **Estabilidade química e funcional dos compostos bioativos da polpa de buriti congelada, liofilizada e atomizada**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CARRILLO-PERDOMO, E. et al. Andean berries from Ecuador: A review on botany, agronomy, chemistry and health potential. **Journal of Berry Research**, v. 5, n. 2, p. 49-69, 2015.

CARVALHO, Ana Vânia; DE ANDRADE MATTIETTO, Rafaella; BECKMAN, Jacqueline Chaves. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. e2016023, 2017.

CASTANEDA-OVANDO, Araceli et al. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food chemistry**, v. 113, n. 4, p. 859-871, 2009.

CASTAÑEDA OVANDO, Araceli. Sensory profile and chemical composition of Opuntia joconostle from Hidalgo, Mexico. 2011.

CASTRO, I.P.L., SILVA, M.A.S., CHAGAS, A.S.C., MONTEIRO, M.M. et al. TAMARILLO (*Solanum betaceum*) juice: effect of apple (*malus communis*) blend on antioxidant capacity, carotenoids and phenolic composition. in: 1st international congress on bioactive compounds and 2nd international workshop on bioactive compounds: FOOD DESIGN AND HEALTH, 2018, Campinas. **Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ**, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/icbc-2018/papers/tamarillo--solanum-betaceum-->

juice--effect-of-apple--malus-communis--blend-on-antioxidant-capacity--carotenoids-and-phen> Acesso em: 17 jan. 2019.

CASTRO-LÓPEZ, C. et al. Fluctuations in phenolic content, ascorbic acid and total carotenoids and antioxidant activity of fruit beverages during storage. **Heliyon**, v. 2, n. 9, p. 152, 2016.

CHAGAS. A.S.C.; SILVA, M.A.S.; MONTEIRO, M.C.; MARIN, V.A. et al. Atividades antioxidante e antimicrobiana de polpa e resíduo de tamarillo (*Solanun betaceum*). In: ANAIS DO SIMPÓSIO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO, 2017. **Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ**, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/sian/papers/atividades-antioxidante-e-antimicrobiana-de-polpa-e-residuo-de-tamarillo-%28solanun-betaceum%29>> Acesso em: 17 fev. 2019.

CHOI, Eun-Jung et al. Color change of food staining and bleaching on composite resin. **Journal of dental hygiene science**, v. 12, n. 5, p. 477-485, 2012.

COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Congelamento e Descongelamento: Sua Influência sobre os Alimentos. *Vetor*, Rio Grande, v.13, n. 53, p. 53-66, 2003.

COPELLO ROTILI, Maria Cristina et al. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, 2013.

CRP. Guide pour L'elaboration et la pasteurization des jus de fruits. In: PASTEURISATION, C. R. DE (Ed.). **Guide pour L'elaboration et la pasteurization des jus de fruits**. Lausanne: [s.n.] p. 1- 36, 2000.

DA SILVA, Jéssica Leite et al. Atributos físicos do fruto de juazeiro (*ziziphus joazeiro mart.*) Armazenado à temperatura ambiente. **Arquivos Brasileiros de Alimentação**, v. 1, n. 1, p. 197-209, 2017b.

DA SILVA, Herberth Diego Martins et al. Caracterização e estudo da estabilidade física de suco misto adoçado de mangaba e cagaita. **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, v. 4, n. 2, p. 81-87, 2017.

DA SILVEIRA, Agostini-Costa Tânia; GUIMARÃES, Rossetti Adroaldo. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.

DE PAEPE, D.; VALKENBORG, D.; COUDIJZER, K.; NOTEN, B.; SERVAES, K.; DE LOOSE, M.; VOORSPOELS, S.; DIELS, L.; VAN DROOGENBROECK, B. Thermal degradation of cloudy apple juice phenolic constituents. *Food Chemistry*, v. 162, p. 176-185, 2014.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. (2014). Boletín mensual Insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. Bogotá: Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE.

DE ROSSO, Veridiana Vera; MERCADANTE, Adriana Z. HPLC–PDA–MS/MS of anthocyanins and carotenoids from dovyalis and tamarillo fruits. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 55, n. 22, p. 9135-9141, 2007.

DOS SANTOS LIMA, Marcos et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v. 188, p. 384-392, 2015.

DOS SANTOS LIMA, Marcos et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food chemistry**, v. 161, p. 94-103, 2014.

DREWNOWSKI, Adam. Taste preferences and food intake. **Annual review of nutrition**, v. 17, n. 1, p. 237-253, 1997.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Maçã : o produtor pergunta, a Embrapa responde** / editores técnicos, João Caetano Fioravanco, Régis Sivori Silva dos Santos. – Brasília, DF : Embrapa, 2013. 239 p. : il. – (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Maçã**. Brasília: EMBRAPA/SEDE, 2004. 81p. (Qualidade e Segurança dos Alimentos). Projeto PAS Campo. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA

ESCARPA, A.; GONZALEZ, M. C. High-performance liquid chromatography with diode-array detection for the determination of phenolic compounds in peel and pulp from different apple varieties. **Journal of chromatography A**, v. 823, n. 1-2, p. 331-337, 1998.

ESPIN, Susana et al. Phenolic composition and antioxidant capacity of yellow and purple-red Ecuadorian cultivars of tree tomato (*Solanum betaceum* Cav.). **Food chemistry**, v. 194, p. 1073-1080, 2016.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/>> . Acesso em: 12 jan. 2019.

FERNANDES, T. N.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; RENO, M. J. Relação entre o comportamento reológico e a dinâmica do congelamento e descongelamento de polpa de morango adicionada de sacarose e pectina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.1, p.188-204, jan.-mar. 2010.

FERREIRA, Carolina Queiroga. Efeito do congelamento e da estocagem na atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (POD) e na composição físico-química de polpa congelada de cupuaçu (*theobroma grandiflorum* schum). 2009.

FÉVRIER, Hélène et al. Polyphenol profile, PPO activity and pH variation in relation to colour changes in a series of red-fleshed apple juices. **LWT - Food Science and Technology**, v. 85, p. 353-362, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Production-crops. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>> Acesso em: 18 jan 2019.

GANNASIN, Sri Puvanesvari et al. Functional and preliminary characterisation of hydrocolloid from tamarillo (*Solanum betaceum* Cav.) puree. **Molecules**, v. 17, n. 6, p. 6869-6885, 2012.

GARCÍA, M. Cristina.. **Informe final proyecto: Desarrollo tecnológico para el fortalecimiento del manejo poscosecha de frutales exóticos exportables de interés para los países andinos: uchuva, granadilla y tomate de árbol**. Fontagro, Corpoica, Iniap, Ciat, Proexant, Cirad, 2008

GARCIA MUÑOZ, María Cristina / **Manual de manejo cosecha y poscosecha del tomate de árbol**. Bogotá. Corpoica, 2008. 98 p.

GIUFFRÈ, Angelo Maria; ZAPPIA, Clotilde; CAPOCASALE, Marco. Physicochemical stability of blood orange juice during frozen storage. **International Journal of Food Properties**, v. 20, n. sup2, p. 1930-1943, 2017.

GUILHERME, Paulo Ribas et al. Desenvolvimento de geleia de tamarillo contendo polpa integral. 2012.

GRIMI, Nabil et al. Impact of apple processing modes on extracted juice quality: Pressing assisted by pulsed electric fields. **Journal of Food Engineering**, v. 103, n. 1, p. 52-61, 2011.

GÓRNAŚ, Paweł et al. Phenolic compounds in different fruit parts of crab apple: Dihydrochalcones as promising quality markers of industrial apple pomace by-products. **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 607-612, 2015.

GOULAS, Vlassios; MANGANARIS, George A. Exploring the phytochemical content and the antioxidant potential of Citrus fruits grown in Cyprus. **Food Chemistry**, v. 131, n. 1, p. 39-47, 2012.

HASSAN, Ali et al. Antioxidative and anticholinesterase activity of *Cyphomandra betacea* fruit. **The Scientific World Journal**, v. 2013, 2013.

HEATHERBELL, D. A. Fruit juice clarification and fining. *Confructa Studien*. n. 28, p. 192-197, 1984.

HEATHERBELL, D. A. The tamarillo: chemical composition during growth and maturation. **New Zealand Journal of Science**, v. 25, p. 239-243, 1982.

HE, Jian; GIUSTI, M. Monica. Anthocyanins: natural colorants with health-promoting properties. **Annual review of food science and technology**, v. 1, p. 163-187, 2010.

HU, Miao-Lin. Dietary polyphenols as antioxidants and anticancer agents: more questions than answers. **Chang Gung Med J**, v. 34, n. 5, p. 449-460, 2011.

HURTADO, Nelson H. et al. Colour, pH stability and antioxidant activity of anthocyanin rutinosides isolated from tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). **Food Chemistry**, v. 117, n. 1, p. 88-93, 2009.

IAL, Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/coordenadores Odair Zenebon, neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea – São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. P. 1020.

INADA, Kim Ohanna Pimenta et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, v. 17, p. 422-433, 2015.

INCAP, OPS; MENCHÚ, María Teresa; MÉNDEZ, Humberto. Tabla de Composición de Alimentos de Centro América. **Menchú and Mendez, Guatemala City**, 2007.

JAKOBEK, Lidija; BARRON, Andrew R. Ancient apple varieties from Croatia as a source of bioactive polyphenolic compounds. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 45, p. 9-15, 2016.

JENSEN, Eva N. et al. Mini-review: The effects of apples on plasma cholesterol levels and cardiovascular risk—a review of the evidence. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 84, n. 6, p. 34-41, 2009.

JOVANOVIC, STEENKEN, S.; SIMIC, M. G.; HARA, Y. Antioxidant properties of flavonoids: Reduction potentials and electron transfer reactions of flavonoid radicals. In: RICE-EVANS, C. A.; PACKER, L. *Flavonoids in Health and Disease*. New York: Marcel Dekker, p. 137–161, 1997.

KADIR, Abdul et al. Protective effects of tamarillo (*Cyphomandra betacea*) extract against high fat diet induced obesity in Sprague-Dawley rats. **Journal of obesity**, v. 2015, 2015.

Kist, B. B. et al. Anuário brasileiro da fruticultura 2018 – Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 88 p., 2018.

KOU, Mei-Chun et al. *Cyphomandra betacea* Sendt. phenolics protect LDL from oxidation and PC12 cells from oxidative stress. **LWT-Food Science and Technology**, v. 42, n. 2, p. 458-463, 2009.

KUNKEL, Steven D. et al. Ursolic acid increases skeletal muscle and brown fat and decreases diet-induced obesity, glucose intolerance and fatty liver disease. **PLoS one**, v. 7, n. 6, p. e39332, 2012.

LAAKSONEN, Oskar et al. Sensory quality and compositional characteristics of blackcurrant juices produced by different processes. **Food chemistry**, v. 138, n. 4, p. 2421-2429, 2013.

LAMUELA-RAVENTÓS, R.M. Folin–Ciocalteu method for the measurement of total phenolic content and antioxidant capacity. In: APAK, R.; CAPANOGLU, E.; SHAHIDI, F. *Measurement of antioxidant activity and capacity: Recent trends and applications*. Wiley, p. 107-115, 2018.

LAZZAROTTO, Joelsio José et al. Sidra com padrão tecnológico diferenciado: uma avaliação junto ao setor produtivo da maçã brasileira. **Embrapa Uva e Vinho-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2012.

LESPERANCE, Lucy. **The concise New Zealand food composition tables**. New Zealand Institute for Plant & Food Research, 2009.

LIM, Tong Kwee. **Edible medicinal and non-medicinal plants**. Dordrecht, The Netherlands:: Springer, 2012.

LOPES, F. Boas perspectivas para o mercado de sucos, 2017. Disponível em: . Acesso em: 30 de março 2018

MACHADO, João Guilherme de Camargo Ferraz. Estratégias de marketing na indústria de amendoim: um estudo em empresas da Alta Paulista. **Latin American Journal of Business Management**, v. 3, n. 2, 2012.

MÄKILÄ, Leenamajja et al. Stability of hydroxycinnamic acid derivatives, flavonol glycosides, and anthocyanins in black currant juice. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 22, p. 4584-4598, 2016.

MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D.; SILVA, M. da. Curvas de congelamento de frutos de cajá (*Spondias lútea* L.) a temperaturas semi-criogênicas. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, Especial, n.1, p.55-62, 2003.

MEILGAARD, Morten C.; CARR, B. Thomas; CIVILLE, Gail Vance. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

MERTZ, Christian et al. Phenolic compounds, carotenoids and antioxidant activity of three tropical fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 22, n. 5, p. 381-387, 2009.

MERTZ, C., Brat, P., Caris-Veyrat, C., & Gunata, Z. Characterization and thermallability of carotenoids and vitamin C of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). **Food Chemistry**, 119(2), 653–659, 2010.

MICHOLIA, Panagiota et al. Community networks and sustainability: a survey of perceptions, practices, and proposed solutions. **IEEE Communications Surveys & Tutorials**, v. 20, n. 4, p. 3581-3606, 2018.

MODESTO JUNIOR, Elivaldo Nunes et al. Estudo do armazenamento da polpa do fruto ginja *Eugenia uniflora* L. e sua influência nos teores de ácido ascórbico e antocianinas. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

MONTEIRO, Mariana C.; FARAH, Adriana. Chlorogenic acids in Brazilian *Coffea arabica* cultivars from various consecutive crops. **Food chemistry**, v. 134, n. 1, p. 611-614, 2012.

MORENO-ÁLVAREZ, M. J. et al. Efecto del ácido cítrico sobre la madurez del tomate de árbol. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 24, n. 2, p. 290-295, 2007.

MORTON, Julia F. The tree tomato, or " tamarillo", a fast-growing, early-fruiting small tree for subtropical climates. In: **Proc. Fla. State Hort. Soc.** 1982. p. 81-85.

MOTA, Renata Vieira. Caracterização física e química de geleia de amora-preta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 539-543, 2006.

MUTALIB, M. A., Ali, F., Othman, F., Ramasamy, R., & Rahmat, A. (2016). Phenolics profile and anti-proliferative activity of Cyphomandra Betacea fruit in breast and liver cancer cells. **Springer Plus**, 5(1), 2105.

NASCIMENTO, Sara Sayonara da Cruz. **Antocianinas de jambolão (Syzygium cumini): comparação de diferentes métodos de extração e avaliação da estabilidade frente a pH, tempo e temperatura**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

NICKLAS, Theresa A.; O'NEIL, Carol E.; FULGONI III, Victor L. Consumption of various forms of apples is associated with a better nutrient intake and improved nutrient adequacy in diets of children: National Health and Nutrition Examination Survey 2003–2010. **Food & nutrition research**, v. 59, n. 1, p. 25948, 2015.

ORQUEDA, María Eugenia et al. Chemical and functional characterization of seed, pulp and skin powder from chilito (*Solanum betaceum*), an Argentine native fruit. Phenolic fractions affect key enzymes involved in metabolic syndrome and oxidative stress. **Food chemistry**, v. 216, p. 70-79, 2017.

OSCULLO, Carrera; DANILO, Pablo. Determinación de las propiedades fisicoquímicas del jugo de tomate de árbol (*solanum betaceum cav*) preparado a diferentes tiempos de cocción del fruto. 2013.

OSORIO, Coralía et al. Chemical characterisation of anthocyanins in tamarillo (*Solanum betaceum Cav.*) and Andes berry (*Rubus glaucus Benth.*) fruits. **Food chemistry**, v. 132, n. 4, p. 1915-1921, 2012.

OU, Boxin et al. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 50, n. 11, p. 3122-3128, 2002.

PADILHA, Vivianne Montarroyos et al. Avaliação do tempo de secagem e da atividade de óxido-redutases de yacon (*Smallanthus sonchifolius*) sob tratamento químico. **Ciência Rural**, v. 39, n. 7, p. 2178-2184, 2009.

PEREIRA, Jaqueline L. et al. Prevalence of consumption and nutritional content of breakfast meal among adolescents from the Brazilian National Dietary Survey. **Jornal de pediatria**, v. 94, n. 6, p. 630-641, 2018.

PHILIPPI, Sonia Tucunduva. Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional. 2013.

POPENOE, Hugh. **Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation: report of an ad hoc panel of the Advisory Committee on Technology Innovation..** National Academy Press, 1989.

PRIGENT, Stéphanie VE et al. Covalent interactions between proteins and oxidation products of caffeoylquinic acid (chlorogenic acid). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 13, p. 2502-2510, 2007.

PROHENS, Jaime; NUEZ, Fernando. The Tamarillo (*Cyphomandra betacea*) A Review of a Promising Small Fruit Crop. **Small Fruits Review**, v. 1, n. 2, p. 43-68, 2001.

QUAN, Wei et al. Stability of the phenolic compounds and antioxidant capacity of five fruit (apple, orange, grape, pomelo and kiwi) juices during in vitro-simulated gastrointestinal digestion. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 53, n. 5, p. 1131-1139, 2018.

RE, Roberta et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free radical biology and medicine**, v. 26, n. 9-10, p. 1231-1237, 1999.

REPO DE CARRASCO, Ritva; ENCINA ZELADA, Christian René. Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. **Revista de la Sociedad Química del Perú**, v. 74, n. 2, p. 108-124, 2008.

RIBAS, Maria Fernanda. Avaliação do processo de obtenção de suco de uva gaseificado com elevado potencial antioxidante. 2018.

RIBEIRO, L. de O. et al. Avaliação do armazenamento a frio sobre os compostos bioativos e as características físico-químicas e microbiológicas do suco de umbu pasteurizado. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2017.

RICE-EVANS, Catherine; MILLER, Nicholas; PAGANGA, George. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends in plant science**, v. 2, n. 4, p. 152-159, 1997.

RICE-EVANS, Catherine A.; MILLER, Nicholas J.; PAGANGA, George. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free radical biology and medicine**, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RIO BRANCO PONTES, Pamella et al. Atributos sensoriais e aceitação de sucos de uva comerciais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, 2010.

RÍOS MADRIL, M. I. Control biológico de la antracnosis en Tomate de árbol en el ecotipo: Amarillo puntón, mediante hongos endófitos. **Paute: Universidad Politécnica Saieciana**, 2010.

RIU-AUMATELL, M. et al. Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. **Food Chemistry**, v. 87, n. 4, p. 627-637, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Carotenoid composition and vitamin A value of the brasilian fruit *Cyphomandra betacea*. **Food chemistry**, v. 12, n. 1, p. 61-65, 1983.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. et al. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI press, 2001.

ROJAS BENITES, Daniella S.; REPO DE CARRASCO, Ritva; ENCINA ZELADA, Christian 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**, v. 83, n. 2, p. 174-186, 2017.

ROMANO, K. R.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. How do brasilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. **Food Research International**, v. 174, p. 123 – 130, 2015.

ROMERO-RODRIGUEZ, M. A. et al. Composition of babaco, feijoa, passion-fruit and tamarillo produced in Galicia (NW Spain). **Food chemistry**, v. 49, n. 3, p. 251-255, 1994.

ROTHWELL JA, PÉREZ-JIMÉNEZ J, NEVEU V, MEDINA-RAMON A, et al. **Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content**. Database, 10.1093/database/bat070, 2013.

RUSCHEL, Carla K. et al. Qualidade microbiológica e físico-química de sucos de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre/RS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, SP. Vol. 21, n. 1 (jan./abr. 2001), p. 94-97, 2001.**

SABOIA, J.; COPPINI, D. **Percepção do Consumidor em Relação a Imagem e Qualidade do Suco de Uva na Região do Vale dos Vinhedos**. Percepção do Consumidor em Relação a Imagem e Qualidade do Suco de Uva na Região do Vale dos Vinhedos. Anais... IX Convibra Administração – Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 2012.

SALAZAR-LUGO, Raquel et al. Efecto del consumo de jugo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) sobre el perfil lipídico y las concentraciones de glucosa em adultos com hiperlipidemia, Ecuador. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.66, n. 2, 2016.

SALE, P. Some interesting developments and the odd hiccup in the 2006 tamarillo season. **Orchardist**, 79, 52-55, 2006.

SALE, P.; PRINGLE, G. **The tamarillo handbook : A guide for New Zealand Growers and Halndlers**. Kerikeri, New Zealand, New Zealand Growers Inc.,1999.

SARKAR, Dipayan; SHETTY, Kalidas. Metabolic stimulation of plant phenolics for food preservation and health. **Annual review of food science and technology**, v. 5, p. 395-413, 2014.

SANCHO, Renata A. Soriano; PASTORE, Glaucia Maria. Evaluation of the effects of anthocyanins in type 2 diabetes. **Food Research International**, v. 46, n. 1, p. 378-386, 2012.

SCHEMPP, Harald et al. Phenolic compounds in juices of apple cultivars and their relation to antioxidant activity. 2016.

SCHERER, Rodrigo et al. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. **Food Chemistry**, v. 135, n. 1, p. 150-154, 2012.

SCHOTSMANS, W. C.; EAST, A.; WOOLF, A. Tamarillo (*Solanum betaceum* (Cav.)). **Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Mangosteen to White Sapote**, p. 427-442e, 2011.

SILVA, M.A.S., CHAGAS, A.S.C., CASTRO, I.P.L., MONTEIRO, M.C. et al. TAMARILLO (*Solanum betaceum*) powders obtained by different methods: effect on antioxidant capacity, phenolic contents and carotenoids. in: anais do simpósio latino americano de ciência dos alimentos, 2017, Campinas. **Anais eletrônicos... Campinas, GALOÁ**, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2017/trabalhos/tamarillo-solanum-betaceum-powders-obtained-by-different-methods-effect-on-antioxidant-capacity>> Acesso em: 17 jan. 2019.

SILVA, Mara Reis; SILVA, Maria Sebastiana; OLIVEIRA, Jeanne Silva. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. 2004.

SIMMONDS MORALES, Roberto. **Ecofisiología del cultivo de tomate árbol**. 2001.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Fo-253. **Czech J. Food Sci**, v. 4, p. 242-253, 1999.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolic with phosphomolibdic acid reagent. *American Journal of Enology and Viticulture*, n.16, p.144-158, 1965.

SOARES, D. S. C.; SANTOS, J. T. S.; CAMPOS, A. F. P.; COSTA, F. S. C.; NUNES, T. P.; JÚNIOR, A. M. O. Avaliação do tempo de congelamento da mangaba (*Hancornia Speciosa* Gomes) em ultrafreezer através dos modelos matemáticos de Planck e Pham. *Scien. Plena*, v. 8, n.4. 2012.

SNA. SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (Brasil). **Boas perspectivas para o mercado de sucos**. 2017. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/boas-perspectivas-para-o-mercado-de-sucos/>>. Acesso em: 14 jan. 2019.

STINCO, Carla M. et al. Bioaccessibility, antioxidant activity and colour of carotenoids in ultrafrozen orange juices: Influence of thawing conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 53, n. 2, p. 458-463, 2013.

SUN, Lijun et al. Preparation and characterization of chitosan film incorporated with thinned young apple polyphenols as an active packaging material. **Carbohydrate polymers**, v. 163, p. 81-91, 2017.

SUKHONTHARA, Sukhontha; KAEWKA, Kunwadee; THEERAKULKAIT, Chockchai. Inhibitory effect of rice bran extracts and its phenolic compounds on polyphenol oxidase activity and browning in potato and apple puree. **Food chemistry**, v. 190, p. 922-927, 2016.

TALENS, P.; ESCRICHE, I.; MARTÍNEZ NAVARRETE, N.; CHIRALT, A. Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. **Food Research International**. v. 36, p. 635-642, 2003.

UENOJO, Mariana et al. Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, 2007.

URREA-VICTORIA, Vanessa et al. **Ensaio antioxidante em microplaca do poder de redução do ferro (FRAP) para extratos de algas**. In: Instituto de Biociências, Universidade De São Paulo – USP. São Paulo: USP, 2016. p. 1 - 6.

VAN DER SLUIS, A. A.; DEKKER, M.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. Activity and concentration of polyphenolic antioxidants in apple juice. 3. Stability during storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, n. 4, p. 1073-1080, 2005.

VASCO, Catalina et al. Physical and chemical characteristics of golden-yellow and purple-red varieties of tamarillo fruit (*Solanum betaceum* Cav.). **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, n. sup7, p. 278-288, 2009.

VASCO, Catalina; RUALES, Jenny; KAMAL-ELDIN, Afaf. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VEBERIC, R.; TROBEC, M.; HERBINGER, K.; HOFER, M.; GRILL, D.; STAMPAR, F. Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 85, n. 10, p. 1687-1694, 2005.

VENTURINI FILHO, Waldemar Gastoni. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. Editora blucher, 2018.

VERMERRIS, W.; NICHOLSON, R. Phenolic Compound Biochemistry. Dordrecht: **Springer**, p.283, 2006.

WALKER, Robert P.; FAMIANI, Franco. Organic acids in fruits: metabolism, functions and contents. **Hortic Rev**, 2018.

WANG, Li-Shu; STONER, Gary D. Anthocyanins and their role in cancer prevention. **Cancer letters**, v. 269, n. 2, p. 281-290, 2008.

WANG, Nan et al. Comparative transcriptomes analysis of red-and white-fleshed apples in an F1 population of *malus sieversii* f. *niedzwetzkyana* crossed with *M. domestica* ‘Fuji’. **PLoS one**, v. 10, n. 7, p. e0133468, 2015.

WANSINK, Brian. Environmental factors that increase the food intake and consumption volume of unknowing consumers. **Annu. Rev. Nutr.**, v. 24, p. 455-479, 2004.

WHITAKER, John R.; LEE, Chang Y. Recent advances in chemistry of enzymatic browning. **Enzymatic browning and its prevention**, v. 600, p. 2-7, 1995.

WONG, K. C.; WONG, S. N. Volatile constituents of *Cyphomandra betacea* Sendtn. fruit. **Journal of Essential Oil Research**, v. 9, n. 3, p. 357-359, 1997.

WROLSTAD, Ronald E.; HEATHERBELL, David A. Identification of anthocyanins and distribution of flavonoids in tamarillo fruit (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 25, n. 10, p. 1221-1228, 1974.

XU, Ying et al. Variation in phenolic compounds and antioxidant activity in apple seeds of seven cultivars. **Saudi journal of biological sciences**, v. 23, n. 3, p. 379-388, 2016.

ZANDONÁ, Giovana Paula. **Produção de suco de maçã com pequenos frutos (amora, framboesa e morango): aspectos físico-químicos, bioativos e sensoriais**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.

ZHANG, Yang; BUTELLI, Eugenio; MARTIN, Cathie. Engineering anthocyanin biosynthesis in plants. **Current opinion in plant biology**, v. 19, p. 81-90, 2014.

ZULUETA, Ana; ESTEVE, Maria J.; FRÍGOLA, Ana. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**, v. 114, n. 1, p. 310-316, 2009.

ANEXO 1

FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

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

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

9 – Gostei muitíssimo	<u> Aceitação global _____</u>
8 - Gostei muito	<u> Aparência _____</u>
7 – Gostei moderadamente	<u> Cor _____</u>
6 – Gostei levemente	<u> Aroma _____</u>
5 – Não gostei e nem desgostei	<u> Doçura _____</u>
4 – Desgostei levemente	<u> Adstringência _____</u>
3 – Desgostei moderadamente	<u> Sabor _____</u>
2 – Desgostei muito	<u> Textura/Corpo _____</u>
1 – Desgostei muitíssimo	<u> Sabor residual _____</u>

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:

- Certamente compraria
- Possivelmente compraria
- Talvez comprasse/Talvez não comprasse
- Possivelmente não compraria
- Certamente não compraria

ANEXO 2

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO CONSUMIDOR

QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO E CONSUMO	
1. Nome (opcional)	2. Idade
3. Gênero	() Feminino () Masculino () _____
4. Renda Familiar (R\$)	5. Profissão e ocupação: _____
6. Você costuma consumir frutas ou produtos a base de frutas?	() Nunca () Raramente () Ocasionalmente () Frequentemente () Muito frequentemente
7. Você costuma consumir sucos de frutas integrais ou mistos (sem adição de água, açúcares ou qualquer outro ingrediente)?	() Nunca () Raramente () Ocasionalmente () Quinzenalmente () Semanalmente () Diariamente
8. Você provaria um uma fruta ou um produto de uma fruta que você não conhece?	() Sim () Não () Talvez
9. Você consome produtos com base nos benefícios a saúde que ele pode lhe proporcionar?	() Não () Sim, ocasionalmente () Sim, frequentemente
10. Enumere de acordo com sua preferência de compra:	() Suco integral ou misto (sem adição de outros ingredientes) () Néctar de frutas () Suco concentrado para diluição () Refresco líquido () Refresco em pó para reconstituição
11. Acredita que o congelamento é melhor do que outros processos de conservação?	() Não acredito () Não sei () Sim, acredito

ANEXO 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

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 a 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 sucos de tamarillo com e sem adição de maçã, 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,

Nome: _____

Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Assinatura do pesquisador: _____