

**UFRRJ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

TESE

**ASPECTOS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E TECNOLÓGICOS DO
DESENVOLVIMENTO DE SUCO MISTO TROPICAL PRESSURIZADO**

INAYARA BEATRIZ ARAUJO MARTINS

2020



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS**

**ASPECTOS SENSORIAIS, NUTRICIONAIS E TECNOLÓGICOS DO
DESENVOLVIMENTO DE SUCO MISTO TROPICAL PRESSURIZADO**

INAYARA BEATRIZ ARAUJO MARTINS

Sob orientação da Professora
Rosires Deliza

e Coorientação dos Professores
Amauri Rosenthal e Gastón Ares

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração Ciência de Alimentos.

Seropédica/RJ
2020

M386a Martins, Inayara Beatriz Araujo, 1990-
Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos do desenvolvimento de suco misto tropical pressurizado / Inayara Beatriz Araujo Martins. - Seropédica, 2020. 187 f.: il.

Orientadora: Rosires Deliza.
Coorientadora: Amauri Rosenthal.
Coorientadora: Gastón Ares.

Tese(Doutorado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Pós-graduação de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2020.

1. Estudo com consumidor. 2. Frutas tropicais. 3. Compostos bioativos. 4. Aromas naturais. 5. Bioacessibilidade. I. Deliza, Rosires, 1958-, orient. II. Rosenthal, Amauri, 1960-, coorient. III. Ares, Gastón, 1980-, coorient. IV Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós-graduação de Ciência e Tecnologia de Alimentos. V. Título.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS



ATA DE DEFESA DE TESE Nº 35 / 2020 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

Nº do Protocolo: 23083.038985/2020-21

Seropédica-RJ, 18 de agosto de 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

INAYARA BEATRIZ ARAUJO MARTINS

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de doutora, no Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Tese APROVADA EM 30/06/2020.

ROSIREZ DELIZA (Dr^a) EMBRAPA (orientador)

ELISA HELENA DA ROCHA FERREIRA (Dr^a) UFRRJ

KARINA MARIA OLBRICH DOS SANTOS (Dr^a) EMBRAPA

DANIELA DE GRANDI CASTRO FREITAS DE SÁ (Dr^a) EMBRAPA

JULIANA CÔRTEZ NUNES DA FONSECA (Dr^a) UNIRIO

Conforme deliberação número 001/2020 da PROPPG, de 30/06/2020.

(Assinado digitalmente em 19/08/2020 09:03)

ELISA HELENA DA ROCHA FERREIRA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DTA (12.28.01.00.00.00.46)
Matrícula: 1806986

(Assinado digitalmente em 20/08/2020 09:32)

KARINA MARIA OLBRICH DOS SANTOS
ASSINANTE EXTERNO

(Assinado digitalmente em 18/08/2020 17:58)

JULIANA CÔRTEZ NUNES DA FONSECA
ASSINANTE EXTERNO

(Assinado digitalmente em 18/08/2020 16:34)

DANIELA DE GRANDI CASTRO FREITAS DE SÁ
ASSINANTE EXTERNO

(Assinado digitalmente em 18/08/2020 16:31)

ROSIREZ DELIZA
ASSINANTE EXTERNO

Para verificar a autenticidade deste documento entre em
<https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **35**, ano:
2020, tipo: **ATA DE DEFESA DE TESE**, data de emissão: **18/08/2020** e o código de verificação:
b3aa11d5d7

Dedico minha tese aos meus pais Geraldo e Rosa por me darem a vida, apoio, amor incondicional e sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTO

A Deus, por estar sempre presente em minha vida, em cada pequeno detalhe, derramando seu amor e misericórdia e dando a força necessária para seguir em frente.

Aos meus pais, Geraldo e Rosa pela confiança, por sempre me apoiarem nos momentos de estresse, por acreditarem e viver os meus sonhos como se fossem os seus. Agradeço, por toda ajuda durante a realização da Tese. Por todos os conselhos e ensinamentos da vida. Agradeço, sobretudo pelo amor nos momentos de tristeza e por se alegrarem comigo nos momentos de vitória.

Ao meu irmão Bruno pelo incentivo, amizade e amor.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação, assim como desde projeto.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos pela oportunidade de realização do projeto em suas instalações.

À minha orientadora Rosires Deliza e co-orientadores Gastón Ares e Amauri Rosenthal pela orientação, pelos inúmeros ensinamentos, incentivo, paciência, cuidado, respeito, mas principalmente por toda confiança que depositaram em mim, acreditando no meu potencial.

A todos do Laboratório de Análise Sensorial. Agradeço o companheirismo, força e todo carinho. Agradeço a todos, por toda ajuda durante a realização da Tese.

À Mariah pela parceria, ajuda, pelo apoio nos momentos difíceis e por dividir essa jornada comigo. Sem você não seria possível!

À Érika por toda ajuda nas análises, mas principalmente pelo apoio, palavras de carinho e amizade.

Aos técnicos e analistas da Embrapa William, Manuela, Henriqueta, José Carlos e Filé por sempre estarem dispostos a ajudar.

Aos estagiários Larissa, Isadora, Lucas e Carla. Vocês foram essenciais!! Sem vocês eu não teria conseguido!

Às minhas amigas Marcela e Mayara que sempre me apoiaram, incentivaram e me ajudaram a perceber e acreditar em minha capacidade! Vocês farão muita falta para minha vida! Com vocês meus dias foram mais felizes!! Sentirei saudades!

Às minhas amigas Cristiany e Fabíola pelo companheirismo durante a realização do curso, pela amizade durante todos esses anos de convivência. Amo vocês meninas! Sinto saudades!!!!

Ao Lorrann por todo apoio na reta final, sempre me incentivando, me animando e dando forças para continuar! Agradeço por sua amizade, cuidado e carinho!

A todos os amigos e familiares que acreditaram em mim, aceitaram minha ausência e contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste projeto.

Tenho certeza que sozinha jamais teria chegado até aqui.

A todos o meu muitíssimo obrigado!!!

*Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que
a fez tão importante.*

(Antoine de Saint-Exupéry)

RESUMO

MARTINS, Inayara Beatriz Araujo. **Aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos do desenvolvimento de suco misto tropical pressurizado**. 2020. 187p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2020.

A mudança no estilo de vida decorrente do maior interesse do consumidor por alimentos mais saudáveis tem direcionado a indústria e a academia a buscar alternativas em relação ao processo tecnológico e ao desenvolvimento de sucos mistos visando obter bebidas com melhores características funcionais. O objetivo da tese foi desenvolver suco misto tropical pressurizado à base de caju com baixo teor de açúcar adicionado utilizando os aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos como norteadores do desenvolvimento. Para tal, cinco estudos foram realizados. O primeiro avaliou a percepção do consumidor em relação a sucos de frutas processados por diferentes tecnologias e o efeito da neofobia à tecnologia de alimentos (FTN) na percepção do produto pelo consumidor. O segundo avaliou a percepção do consumidor sobre suco de caju, identificou as outras frutas tropicais para compor o suco misto e avaliou a expectativa em relação ao gostar, assim como a aceitação sensorial das misturas sugeridas visando identificar a formulação do suco misto tropical mais apreciada pelo consumidor. O terceiro estudo formulou o suco misto tropical de caju, acerola e melão com baixo teor de açúcar por meio de delineamento de mistura usando respostas sensoriais e nutricionais e investigou a adição de aromas como estratégia para o aumento da percepção de doçura e o efeito nas características sensoriais do suco. O quarto estudo investigou o efeito de diferentes processos tecnológicos: controle (não processado), pasteurização (90 °C/1 min) e da alta pressão hidrostática (APH: 300-500MPa por 5 e 10 min) nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de suco misto tropical de caju, acerola e melão durante armazenamento à 4± 2 °C. Além disso, também avaliou o efeito dos processos na bioacessibilidade de vitamina C por meio de digestão *in vitro*. O último estudo investigou o efeito da informação sobre a tecnologia empregada e de parâmetros relacionados à formulação do suco na escolha do consumidor, bem como explorou o efeito moderador da FTN nas referidas escolhas. Os resultados do 1º estudo revelaram que a percepção dos consumidores brasileiros em relação aos produtos que fizeram referência à tecnologia de processamento foi associada a produtos processados e não-saudáveis, incluindo a APH. A FTN afetou a percepção dos consumidores e os sucos processados por tecnologias convencionais e inovadoras foram percebidos mais negativamente dentre os participantes com alta FTN do que entre os indivíduos com níveis baixos ou médios de neofobia. O 2º. estudo revelou que o suco de caju foi percebido como “gostoso” e “refrescante”; portanto, com potencial para ser utilizado no desenvolvimento de suco misto com baixo teor de açúcar. Por outro lado, representou um desafio visto que também foi associado a um produto “doce” e “adstringente”. As frutas tropicais mais sugeridas para compor o suco misto com caju foram abacaxi, acerola, maracujá e melão. Os resultados da avaliação da expectativa em relação ao gostar e da aceitação sensorial identificou a mistura “caju, melão e acerola” com potencial para ser bem-sucedida no mercado. Durante o desenvolvimento da formulação (3º estudo) os resultados mostraram que a adição de açúcar e as concentrações de frutas influenciaram a aceitação e as características sensoriais das formulações. Amostras sem adição de açúcar e com maior concentração de melão foram significativamente menos aceitas pelos consumidores. A adição de aromas ao suco misto tropical afetou significativamente as características sensoriais e não aumentou a doçura percebida. A APH (300-500MPa/5 e 10 min) e a pasteurização afetaram a qualidade do suco misto ao longo do armazenamento e as melhores respostas em relação às características funcionais (vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante) foram alcançadas

por sucos pasteurizados; no entanto, apresentaram maiores alterações nas características sensoriais. Com relação ao processamento por APH, menores alterações nas características funcionais e qualidade foram verificadas para os sucos processados a 500MPa/ 5 e 10 min, ao longo do armazenamento. Todos os processos avaliados melhoraram significativamente a bioacessibilidade da vitamina C em comparação ao suco controle. O último estudo permitiu concluir que no momento da compra, as informações "Sem adição de açúcar", "Sem conservantes" e "Prensagem a frio" e Suco pressurizado" tiveram efeito positivo na escolha dos consumidores, enquanto "Não pressurizado" teve efeito negativo. Como no 1º. estudo, a FTN afetou a escolha dos participantes. A principal diferença entre grupos de consumidores com diferentes níveis de neofobia foi relacionada ao efeito da informação sobre o processamento do suco. Em especial, a APH teve efeito positivo na escolha dos sucos apenas para os consumidores com baixo FTN. Além disso, os resultados indicaram que fatores que associam o produto como mais natural e saudável podem ter papel importante na preferência e escolha do consumidor, enquanto a influência das informações sobre a tecnologia de processamento dependeu fortemente da FTN.

Palavras-chave: Estudo com consumidor, Frutas tropicais. Compostos bioativos. Aromas naturais, Bioacessibilidade

ABSTRACT

MARTINS, Inayara Beatriz Araujo. **Sensory, nutritional and technological aspects of the development of pressurized tropical mixed juice.** 2020. 187p. Thesis (PhD in Food Science and Technology). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica/RJ, 2020.

The change in lifestyle due to consumer's increase interest by healthier foods has led industry and academia to seek alternatives through of the technological process and the development of mixed juices in order to obtain drinks with better functional characteristics. The aim of the thesis was to develop pressurized tropical mixed juice based on cashew apple with low added sugar using sensory, nutritional and technological aspects as guiding development. To this end, five studies were carried out. The first evaluated the consumer's perception of fruit juices processed by different technologies and the effect of Food Technology neophobia (FTN) on the consumer's perception of the product. The second evaluated the consumer's perception of cashew apple juice, identified the other tropical fruits to compose the mixed juice and evaluated the to liking expectation, as well as the sensorial acceptance of the suggested mixtures in order to identify the most consumer 'appreciated tropical mixed juice. The third study formulated the mixed tropical juice of cashew apple, acerola and melon with low sugar content through a mixture design using sensory and nutritional aspects and investigated the addition of aromas as a strategy for increasing the perception of sweetness and the effect on sensory characteristics. The fourth study investigated the effect of different technological processes: control (unprocessed), pasteurization (90 °C / 1 min) and high hydrostatic pressure (HPP: 300-500MPa for 5 and 10 min) on microbiological, physical-chemical characteristics and sensory characteristics of tropical mixed juice of cashew apple, acerola and melon during storage at 4 ± 2 °C. In addition, also evaluated the effect of processes on bioaccessibility of vitamin C through in vitro digestion. The last study investigated the effect of information on the processing technology and formulation of juice on consumer's choice, as well as exploring the moderating effect of FTN in those choices. The results of the 1st. a study showed that the Brazilian consumers' perception regarding to manufactured products by processing technologies were associated with processed and unhealthy products, including APH. FTN affected consumers' perceptions and the juices processed by conventional and innovative technologies were perceived more negatively among participants with high FTN than those with low or medium levels of neophobia. The 2nd. a study revealed that cashew juice was perceived as "tasty" and "refreshing"; therefore, with potential to be used in the development of mixed juice with low sugar content. On the other hand, it represented a challenge since it was also associated with a "Sweet" and "Astringent" product. The fruits most suggested for composing the mixed juice with cashew were pineapple, Brazilian cherry (acerola), passion fruit and melon. The results of the evaluation of liking expectations and sensory acceptance identified the mixture "cashew apple, melon and acerola" with the potential to be successful in the market. In the the development of the formulation (3rd study) the results showed that the addition of sugar and fruit concentrations influenced the acceptance and sensory characteristics of the formulations. Samples with no added sugar and with a higher melon concentration were significantly less accepted by consumers. The addition of aromas to the mixed tropical juice significantly affected the sensory characteristics and did not increase the perceived sweetness. The pasteurization and HPP (300-500MPa / 5 and 10 min) affected the quality of the tropical mixed juice during storage and the best responses in relation to the functional characteristics (vitamin C, total phenolic compounds and antioxidant capacity) were achieved by pasteurized juices; however, they showed greater changes in sensory characteristics. For HPP juices, minor changes in functional characteristics were verified for juices processed at 500MPa / 5 and 10 min, during storage. All evaluated processes significantly improved the bioaccessibility of

vitamin C compared to the control juice. The latest study to conclude that at the time of purchase, the information "no added sugar", "no preservatives" and "Cold pressed" and "Pressurized juice" had a positive effect on consumer' choices, whereas the "not pressurized" had a negative effect. As in the 1st. study, FTN affected the choice of participants. The main difference between groups of consumers with different level of neophobia was related to the effect of information about juice processing. In particular, HPP had a positive effect on the choice of juices only for consumers with low FTN. In addition, the results indicated that factors that associate the product as healthier and more natural have an important role in consumer preference and choice, whereas the influence of information on processing technology depended heavily on FTN.

Keywords: Consumer study, Tropical fruits, Bioactive compounds. Natural aromas, Bioaccessibility.

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Capítulo	Tema	Periódico	Situação
I	Percepção do consumidor brasileiro sobre tecnologias de processamento de alimentos: um estudo de caso com suco de frutas <i>Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice</i>	<i>Food Research International</i>	Publicado
II	Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju	<i>Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento</i> EMBRAPA	Publicado
III	Desenvolvimento de suco misto tropical com baixo teor de açúcar: aspectos sensoriais e nutricionais		Submetido
IV	Efeito do processamento nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de suco misto tropical durante o armazenamento refrigerado e na digestibilidade <i>in vitro</i> de vitamina C.	-	Não publicado
V	Como a tecnologia de processamento e a formulação influenciam a escolha de suco de frutas pelos consumidores? <i>How does processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice?</i>	<i>International Journal of Food Science & Technology</i>	Publicado

Durante o desenvolvimento da tese os seguintes resumos foram apresentados em congressos nacionais e internacionais:

MARTINS, I. B. A.; ROSENTHAL, A.; ARES, G.; DELIZA, R. Influence of non-sensory factors and food technology neophobia on consumer choice of fruit juice. In: 13th Pangborn Sensory Science Symposium, Edimburgo, 2019.

MARTINS, I. B. A.; OLIVEIRA, D. C. R.; ROSENTHAL, A.; ARES, G.; DELIZA, R. Consumers perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. In: 13th Pangborn Sensory Science Symposium, Edimburgo, 2019.

LIMA, M. A.; MARTINS, I. B. A.; BARBOSA, I. C. C.; ARES, G.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Effect of thermal and high pressure processing on antioxidant capacity, total phenolic and vitamic contents of a mixed tropical juice. In: 13º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2019, Campinas. Anais do 13º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2019. v. 4.

MARTINS, I. B. A.; LIMA, M. A.; GOUVEA, L.; RIBEIRO, A. P.; ARES, G.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. Effect of processing on the content and bioaccessibility of vitamin C of mixed tropical juice. In: 13º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2019, Campinas. Anais do 13º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, 2019. v. 4.

BARBOSA, I.C.C. MARTINS, I. B. A.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. Efeito da adição de aroma natural em suco misto tropical na percepção do gosto doce. In: VII Reunião Anual de Iniciação Científica (VII RAIC). Seropédica, 2019.

MARTINS, I. B. A.; LIMA, M. F.; ARES, G.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. Consumer segmentation based on the mismatch between blind and expected liking: Insights for development of a new mixed fruit juice. In: Sensometrics 2018 - Going Further, 2018, Montevideo. Sensometrics 2018 - Going Further Book of Abstracts, 2018. v. 1. p. 1-60.

MARTINS, I. B. A.; LIMA, M. F.; OLIVEIRA, D. C. R.; ARES, G.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. Consumidor como norteador no desenvolvimento de suco misto tropical. In: 12 SLACA - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos: A Ciência de Alimentos e seu Impacto no Mundo em Transformação, 2017, Campinas. Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos, 2017.

ESTRUTURA DA TESE

A tese foi desenvolvida para dar resposta a dois projetos da Embrapa Agroindústria de Alimentos. O primeiro trata da aplicação de processos não-térmicos em frutas tropicais para obtenção de produtos de alta qualidade e caracterização de compostos bioativos e do aroma nos produtos desenvolvidos. O segundo projeto refere-se ao desenvolvimento de estratégias para redução de açúcar em produtos industrializados. A ideia de trabalhar com o caju se deu por ser uma fruta nativa e patrimônio genético do Brasil, com grande importância econômica para região nordeste, principalmente para pequenos produtores. Além disso, contém alta concentração de composto bioativos; no entanto, o pseudofruto tem baixo valor agregado e constantemente é descartado, uma vez que a castanha é o foco da produção do caju. Considerando as características sensoriais da fruta e a tendência de produzir formulações de sucos de frutas e ou vegetais misturados, propôs-se desenvolver suco misto tropical à base de caju com baixo teor de açúcar adicionado utilizando a alta pressão hidrostática (APH) como método de conservação. Ressalta-se também informações e mensagens mencionando “*High Pressure Processing (HPP) Free*”, “*No HPP*” nos rótulos dos produtos que têm sido veiculadas em sites de empresas de sucos frescos e/ou sucos prensado a frio, que não utilizam a APH como método de conservação. Tais mensagens podem confundir o consumidor em relação às tecnologias sendo usadas como estratégia de marketing para denegrir a imagem da APH. Diante disso, faz-se necessário investigar como os consumidores perceberiam tais informações, as quais poderiam afetar o sucesso da tecnologia ainda não estabelecida no mercado brasileiro. Destaca-se ainda, que traços de personalidade do consumidor também podem influenciar a percepção e a escolha de produtos processados por novas tecnologias. Dentre elas, podemos citar a neofobia à tecnologia de alimentos, a qual é definida como à tendência de um indivíduo a rejeitar produtos processados por novas tecnologias.

A tese inicia com a introdução geral, seguida da revisão bibliográfica que incluiu o panorama sobre frutas tropicais e de sucos e bebidas de frutas no Brasil, seguindo com a importância de inserir o consumidor no desenvolvimento de produtos, abordando aspectos relacionado à avaliação da expectativa e da percepção dos consumidores, bem como as metodologias utilizadas no estudo e terminando com o uso da APH como um método de conservação alternativo às tecnologias convencionais que utilizam altas temperaturas, bem como os efeitos nas características microbiológicas, físico-químicas, sensoriais e na bioacessibilidade de compostos bioativos de sucos de frutas.

A parte experimental da tese foi desenvolvida em três partes principais, sendo elas: avaliação da expectativa e da percepção do consumidor em relação às tecnologias utilizadas para produção de sucos de frutas no Brasil (Capítulos 1 e 5) e em relação ao suco de caju e de alguns *blends* de frutas tropicais (Capítulo 2); o desenvolvimento de formulação de suco misto tropical com baixo teor de açúcar adicionado (Capítulo 3) e o efeito do processamento térmico (pasteurização) e da APH (em diferentes níveis de pressão e tempo) nas características microbiológicas, físico-químicas (incluindo características funcionais), sensoriais e na bioacessibilidade de vitamina C do suco misto tropical desenvolvido.

O Capítulo 1 apresenta o estudo intitulado como “Percepção do consumidor brasileiro sobre tecnologias de processamento de alimentos: um estudo de caso com suco de frutas” cujo objetivo foi explorar as associações espontâneas dos consumidores geradas a partir de sucos de frutas processados por diferentes tecnologias disponíveis no mercado brasileiro e estudar a influência da neofobia à tecnologia de alimentos nessas associações. Foi possível identificar como os consumidores brasileiros percebem sucos processados por tecnologias convencionais e inovadoras e informações referente ao “não uso” da APH. Além disso, verificou-se que a percepção do consumidor é fortemente afetada pela neofobia à tecnologia de alimentos.

O Capítulo 2 intitulado “Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju” teve a finalidade identificar um novo sabor de suco misto tropical com base em pesquisas com o consumidor. Para isso, primeiramente

avaliou-se a percepção do consumidor brasileiro sobre suco de caju, a fim de identificar motivações e barreiras para o consumo do suco; além disso, foram identificadas outras frutas tropicais para compor um suco misto, juntamente com o caju. Em seguida, avaliou-se a expectativa em relação ao gostar e a aceitação sensorial das misturas sugeridas visando identificar a formulação de suco misto tropical mais apreciada pelo consumidor. O estudo mostrou que o suco de caju tem potencial; no entanto, há também desafios a serem vencidos para inclusão no desenvolvimento de um suco misto com baixa adição de açúcar. Também forneceu informações que podem ser usadas como estratégias de marketing para aumentar o consumo de produtos à base de caju. Além disso, foi possível identificar uma formulação com potencial para lançamento no mercado a qual foi mais bem explorada nos estudos subsequentes.

A partir daí, o Capítulo 3 denominado “Desenvolvimento de suco misto tropical com baixo teor de açúcar: aspectos sensoriais e nutricionais” teve como foco desenvolver um suco misto tropical de caju, acerola e melão com baixo teor de açúcar adicionado baseado em respostas sensoriais e nutricionais. Além disso, investigou-se a influência da adição de aromas idênticos ao natural na percepção de doçura e nas características sensoriais do suco. O estudo mostrou que tanto a adição de açúcar como a variação nas concentrações das frutas influenciaram a aceitação e as características sensoriais das formulações. A adição de aroma não apresentou efeito significativo no aumento da intensidade do gosto doce, no entanto, a adição de aroma de maçã em sucos de frutas demonstrou potencial para ser mais explorado. Além disso, foi desenvolvida a formulação com 60% de polpa (composta por 60% de caju, 30% de acerola e 10% de melão), 37% de água, adicionado de 3% de açúcar, o qual foi utilizada na etapa seguinte.

O Capítulo 4 intitulado “Efeito do processamento nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de suco misto tropical durante o armazenamento refrigerado e na bioacessibilidade *in vitro* de vitamina C” teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes processamentos: APH (300-500MPa/5 e 10 min), da pasteurização (90 °C/1 min) e do suco não processado (controle) em relação à qualidade microbiológica, propriedades físico-química, compostos bioativos, capacidade antioxidante e nas características sensoriais de suco misto tropical durante o armazenamento refrigerado a 4°C. Além disso, avaliou o efeito dos processos na bioacessibilidade de vitamina C. O estudo revelou a influência do processamento térmico e não-térmico na qualidade de suco misto tropical ao longo do armazenamento e na bioacessibilidade de vitamina C e também possibilitou identificar as melhores condições de tempo e pressão do processo APH para a produção do suco misto tropical desenvolvido na tese. Foi verificado que embora o processamento térmico tenha alcançado melhores respostas quanto aos aspectos funcionais, ele apresentou as maiores alterações nas características sensoriais do suco, enquanto o produto pressurizado foi descrito com características mais próximas ao suco fresco durante todo o armazenamento.

Por fim, o Capítulo 5 intitulado “Como a tecnologia de processamento e a formulação influenciam a escolha de suco de frutas pelos consumidores?” teve como objetivo avaliar a influência de quatro variáveis relacionadas à tecnologia de processamento e de parâmetros da formulação na intenção de compra de suco misto tropical de caju, acerola e melão pelo consumidor, bem como, explorar o efeito moderador da neofobia à tecnologia de alimentos em sua escolha. Em geral, o estudo mostrou que as variáveis que relacionaram o suco misto tropical como mais saudável e mais natural tiveram papel importante no direcionamento da preferência e na escolha do consumidor, enquanto as informações sobre a tecnologia de processamento dependeram do nível de neofobia do consumidor.

No final da tese é apresentada a discussão e conclusão geral, bem como algumas recomendações finais.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1 FRUTAS TROPICAIS	5
1.1 Vitamina C.....	6
1.2 Compostos fenólicos	7
1.3 Caju.....	7
1.4 Acerola	9
1.5 Melão	9
2 SUCO E BEBIDAS DE FRUTAS	10
2.1 Uso da Interação <i>Cross-modal</i> como Estratégia de Redução de Açúcar em Sucos de Frutas	12
3 O PAPEL DO CONSUMIDOR NO DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS	14
3.1 Caracterização Sensorial de Produtos pelo Consumidor	15
3.2 Expectativas e Percepção do Consumidor.....	15
3.2.1 Associação de palavras	16
3.2.2 O consumidor e a tecnologia	18
3.3 O Consumidor e a Neofobia à Tecnologia de Alimentos	19
4 ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA	20
4.1 Bioacessibilidade vs. APH	24
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
CAPÍTULO I Percepção do consumidor brasileiro sobre tecnologias de processamento de alimentos: um estudo de caso com suco de frutas	39
CAPÍTULO II Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju	41
CAPÍTULO III Desenvolvimento de suco misto tropical com baixo teor de açúcar: aspectos sensoriais e nutricionais	43
CAPÍTULO IV Efeito do processamento nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de suco misto tropical durante o armazenamento refrigerado e na digestibilidade in vitro de vitamina C.....	74
CAPÍTULO V Como a tecnologia de processamento e a formulação influenciam a escolha de suco de frutas pelos consumidores?	115
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS	117
APÊNDICE I	120

APÊNDICE II.....	143
APÊNDICE III.....	156
APÊNDICE IV	172

INTRODUÇÃO GERAL

As frutas são frequentemente associadas aos benefícios à saúde e ao bem-estar. Nessa perspectiva, observa-se um aumento no consumo de frutas tropicais e também dos sucos delas processados, os quais, além de fornecerem vitaminas e compostos funcionais benéficos à saúde, também agregam valor ao produto, pois fornecem ao produtor um uso alternativo para a fruta evitando perdas do produto fresco. Dentre as frutas tropicais disponíveis no Brasil, o caju tem sido muito estudado principalmente por ser fonte importante de compostos bioativos, tais como, a vitamina C e compostos fenólicos. Apesar do excelente valor nutricional, grande parte da produção do pedúnculo do caju é descartada, tanto porque apresenta baixo valor agregado, uma vez que o principal negócio da produção é a comercialização da castanha, quanto por ser altamente perecível. Além disso, embora possua adequado potencial para a industrialização devido às características como polpa carnuda, alto teor de açúcar e sabor exótico; apresenta elevada adstringência o que pode ser responsável por diminuir a aceitação de alguns consumidores.

A mudança no estilo de vida, bem como a valorização e o maior interesse dos consumidores por alimentos com características mais saudáveis, refletem na busca por produtos inovadores que atendam às expectativas e anseios dos consumidores. Nesse sentido, a formulação de sucos ou néctares com frutas e ou vegetais é uma tendência que vem sendo utilizada para o desenvolvimento de bebidas únicas, com novos sabores, cor e consistência melhoradas, podendo também possibilitar a melhoria das características nutricionais do suco. Além disso, pode ser utilizada como alternativa para utilização de ingredientes com boas características funcionais, mas que isolados não são valorizados. Nesse sentido, o desenvolvimento de sucos misto utilizando o caju como base, pode ser uma estratégia para reduzir o desperdício, além de aumentar o valor agregado da fruta.

O destaque da produção de sucos mistos se dá principalmente na categoria classificada como Suco *Premium*, a qual transmite ao consumidor mensagens como sendo naturais, frescos, sem adição de açúcares e sem conservantes sendo, geralmente, extraídos por prensagem a frio. Embora os sucos *Premium* sejam vistos pela maioria dos consumidores brasileiros como um produto de qualidade, a tecnologia empregada não possibilita a conservação, o que torna os produtos com vida útil curta, além de aumentar o risco de surtos de doenças transmitidas por alimentos.

O processamento térmico convencional é o mais utilizado para o processamento de sucos de frutas, pois além de eficaz para a produção de alimentos seguros e com vida útil prolongada, apresenta custo relativamente baixo. Apesar de resultados controversos em relação às mudanças nas características nutricionais dos sucos processados termicamente, as alterações nas características sensoriais, como alterações na cor e no sabor são indiscutíveis. Nesse sentido, empresas de sucos que buscam atingir consumidores que valorizam produtos com características próximas aos naturais, frescos e com forte apelo nutricional e funcional, geralmente optam pela associação da extração por prensagem a frio com tecnologias não-térmicas. Dentre elas, APH é a mais utilizada para o processamento de sucos de frutas, o qual tem como objetivo obter produtos seguros, por meio da inativação de microrganismos, mas mantendo as características nutricionais e sensoriais.

A maior parte das pesquisas voltadas para o desenvolvimento de bebidas funcionais, se concentram na quantificação dos compostos nutricionais e bioativos. No entanto, em termos de nutrição e funcionalidade, além de determinar o conteúdo total desses compostos é necessário saber a quantidade de composto liberado da matriz durante a digestão gastrointestinal que fica disponível para absorção no intestino. Além disso, compreender como as novas tecnologias de processamento afetam a bioacessibilidade de vitaminas e outros compostos do alimento é um aspecto importante na avaliação do método de processamento.

Embora, o consumo de sucos de frutas seja considerado positivo por ser fonte de inúmeros compostos associados aos benefícios à saúde; os sucos industrializados estão entre os

produtos que mais fornecem açúcares livres à mesa do consumidor. Evidências ligando a ingestão excessiva de açúcar com vários problemas de saúde, tais como obesidade e diabetes, bem como propostas para o aumento de impostos sobre bebidas açucaradas, tem feito com que a indústria e instituições de pesquisas busquem estratégias para formular alimentos com baixo conteúdo de açúcar adicionado.

Além disso, compreender como os consumidores percebem alimentos e processos inovadores, quais são as expectativas e como as informações afetam a intenção de compra e a aceitação do produto podem aumentar a chance de sucesso de inovações tecnológicas e de novos produtos no mercado. Embora inserir o consumidor no processo de inovação e desenvolvimento de alimentos seja complexo, a chance de sucesso de um novo produto pode ser aumentada quando os consumidores são parte do processo de inovação e desenvolvimento.

Diante do exposto, a presente tese teve como objetivo geral desenvolver suco misto tropical pressurizado com baixo teor de açúcar adicionado utilizando os aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos como norteadores do desenvolvimento. Os objetivos específicos foram:

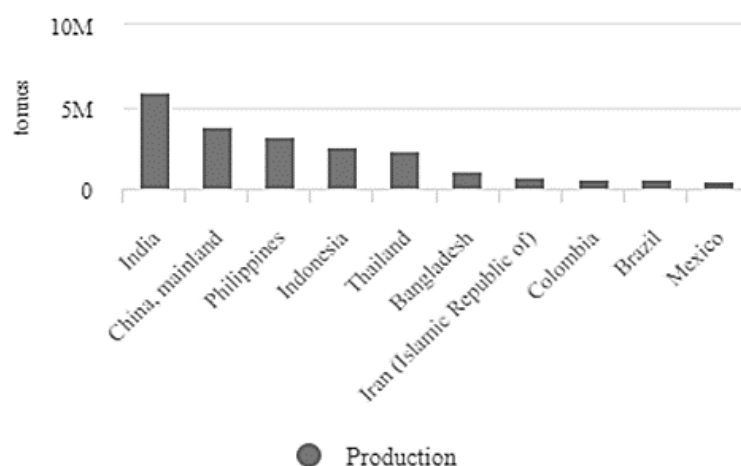
- Avaliar a percepção do consumidor brasileiro em relação sucos de frutas processados por diferentes tecnologias e estudar a influência da neofobia à tecnologia de alimentos nessa percepção;
- Avaliar a percepção do consumidor em relação ao suco de caju e identificar outras frutas tropicais para compor a formulação do suco misto juntamente com o caju;
- Avaliar as expectativas e as características sensoriais de formulações de suco misto a fim de identificar a melhor formulação;
- Desenvolver suco misto tropical com baixo teor de açúcar adicionado com base nas características sensoriais e nutricionais;
- Avaliar o efeito da adição de aroma na percepção de doçura pelo consumidor como estratégia para produção de um suco com baixo teor de açúcar;
- Avaliar o efeito da APH e da pasteurização nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais durante o armazenamento a 4 °C;
- Avaliar o efeito da APH e da pasteurização na bioacessibilidade da vitamina C;
- Investigar a influência de variáveis relacionadas à tecnologia de processamento e da informação sobre a formulação na escolha de suco de fruta tropical pelo consumidor considerando o efeito da neofobia à tecnologia de alimentos nessas escolhas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 FRUTAS TROPICAIS

As frutas apresentam alto conteúdo de nutrientes, tais como carboidratos, proteínas, fibras e em alguns casos gorduras. Além dos macros nutrientes, a maioria possui quantidade considerável de micronutrientes, como minerais, vitaminas, bem como outros compostos biologicamente ativos (SILVA *et al.*, 2014).

O Brasil possui condições climáticas e geográficas adequadas para a produção de grande número de frutas, o que o coloca como o terceiro maior produtor de frutas no mundo e com excelente potencial agroindustrial, representando assim, um cenário interessante para a economia (PAZ *et al.*, 2015). Dentre as inúmeras variedades de frutas existentes no país, as tropicais vêm ganhando destaque pelo aumento do consumo tanto no mercado interno, quanto nos mercados internacionais, o qual se deve ao apreciado sabor e ao crescente reconhecimento dos benefícios à saúde (RUFINO *et al.*, 2010). As frutas tropicais são definidas como as produzidas em regiões quentes e úmidas, localizadas entre o trópico de Câncer e o trópico de Capricórnio, com temperatura média em torno de 27 °C (VILLACÍS-CHIRIBOGA *et al.*, 2020). Segundo a FAO (2020A) o Brasil ocupa o 9º lugar como produtor de frutas tropicais do mundo, com produção em 2018 superior a 600 mil toneladas de frutas tropicais (Figura 1).



Fonte: FAOSTAT (2020).

Figura 1. Produção mundial de frutas tropicais.

De acordo com informações da FAO (2020B), 99% da produção de frutas tropicais se origina em países em desenvolvimento, cultivadas principalmente por pequenos agricultores, gerando renda e contribuindo para segurança alimentar, bem como, para ganhos significativos dos países produtores, decorrente da exportação. Embora em termos de volume desempenham papel comparativamente pequeno no comércio, representando apenas 3% das exportações mundiais de produtos agrícolas, o alto valor agregado as coloca como o terceiro mais valioso grupo de frutas em todo o mundo.

O interesse pelas frutas tropicais se deve particularmente pelo grande conteúdo de compostos antioxidantes e bioativos, o que vem incentivando pesquisadores de alimentos a investigar os efeitos *in vitro* e *in vivo* dessas frutas (PEREIRA *et al.*, 2014). O consumo regular de frutas ricas em compostos bioativos e antioxidantes tem sido associado à redução do risco de doenças crônicas, menor incidência de doenças degenerativas, incluindo câncer, doenças cardíacas, inflamações, artrite, declínio do sistema imunológico, disfunção cerebral e catarata (RUFINO *et al.*, 2010; WOOTTON-BEARD e RYAN, 2011).

Compostos bioativos são substâncias que possuem atividade biológica, relacionada à capacidade de modular um ou mais processos metabólicos, resultando na promoção de melhores condições de saúde (ANGIOLILLO, DEL NOBILE e CONTE, 2015). Geralmente estão em pequenas quantidades nos alimentos, sendo encontrados em frutas, vegetais, grãos, ervas e etc. (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). Embora os compostos bioativos não sejam essenciais para o funcionamento adequado do corpo, apresentam várias funções do ponto de vista biológico, como capacidade antioxidante, estimulação do sistema imune, redução da agregação plaquetária, modulação do metabolismo hormonal, redução da pressão sanguínea, atividade antibacteriana e antiviral (CARRATÙ e SAMZINI, 2005).

Dentre os componentes das frutas com propriedades funcionais benéficas à saúde temos o ácido ascórbico (vitamina C) e os compostos fenólicos, os quais estão associados principalmente à capacidade antioxidante, o qual atua na redução do estresse oxidativo, ou seja, na prevenção do desencadeamento das reações oxidativas, pois podem agir retardando ou prevenindo a oxidação do substrato, impedindo a formação de radicais livres, os quais são associados com processos fisiopatológicos (BROINIZI *et al.*, 2007; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

1.1 Vitamina C

O ácido ascórbico (L-ácido ascórbico - AA), ou como é popularmente conhecido, vitamina C, é um composto essencial à dieta do homem, desempenhando papel importante na síntese de colágeno, reparação de tecidos e na integridade das paredes dos vasos sanguíneos, além de prevenir o escorbuto e participar na defesa organismo contra infecções (MANELA-AZULAY *et al.*, 2003). Para o funcionamento normal do organismo, a ingestão diária recomendada para adultos saudáveis é de 45 mg da vitamina (BRASIL, 2005).

É uma vitamina altamente solúvel em água, com propriedades redutoras e ácidas. Encontra-se na natureza sob forma reduzida (L-AA) ou oxidada (ácido deidroascórbico - DHAA); ambas são igualmente ativas, e exercem a mesma atividade de vitamina. A transformação do L-AA em DHAA ocorre normalmente no interior do organismo, e algumas vezes no alimento, sendo reversível, ou seja, permite que uma das substâncias possa sempre ser transformada na outra. Essa capacidade de transformação funciona como um sistema oxido-redutor capaz de transportar hidrogênio nos processos de respiração, no nível celular (MANELA-AZULAY *et al.*, 2003; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

Essa característica a torna um antioxidante natural, uma vez que, apresenta a capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio e eletrófilos (QUEIROZ *et al.*, 2010; CAO *et al.*, 2012; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017). A vitamina atua na eliminação de radicais livres, tais como o radical hidroxil, ânion superóxido e peróxil aquoso, como também em espécies não-radicais, como hipo-ácido clorídrico, ozônio, oxigênio *singlete*, neutralizando o oxigênio reativo no espaço extracelular e contribuindo com um elétron para reduzir os radicais livres antes de sua reação com moléculas biológicas (CARR e FREI, 1999; WAŚIK e ANTKIEWICZ-MICHALUK, 2017). Além disso, a vitamina C atua como um cofator em várias reações enzimáticas, como síntese de colesterol, carnitina, catecolaminas, aminoácidos e hormônios peptídicos (CHATTERJEE *et al.*, 1975).

Por sua ação antioxidante, estudos sugerem que à suplementação com doses acima da recomendada podem proporcionar benefícios à saúde, atuando assim, como um composto bioativo. Wootton-Beard e Ryan (2011) reportaram evidências que a ingestão de vitamina C reduz o risco de doenças cardiovasculares (DCV), arteriosclerose, diabetes e alguns tipos de câncer.

Além dos efeitos benéficos à saúde devido à propriedade antioxidante, a vitamina C também é usada como aditivo em alimentos, principalmente na indústria de sucos de frutas.

Como aditivo, a vitamina C atua inibindo o escurecimento enzimático de enzimas oxidativas, tais como a peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO). Essa vitamina pode inibir a reação de PPO por meio da redução de o-quinonas a difenóis ou a o-quinonas quimicamente conjugadas, impedindo a formação de melanoidina (pigmento escuro); ou por meio da liberação do cobre do sítio ativo da enzima. Já em relação a POD, há uma competição da vitamina C com outros substratos (a ex. o guaiacol). Ela atua na reação enzimática por meio da doação de elétrons, no entanto, nessa reação não ocorre o escurecimento, há apenas a oxidação da vitamina C à ácido deidroascórbico (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

1.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos dos alimentos incluem diversos compostos com inúmeras atividades funcionais que também atuam no sabor e na cor dos produtos vegetais (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). Em relação à estrutura molecular, possuem pelo menos um anel aromático, ao qual está unido a uma ou mais hidroxilas (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Segundo Angelo e Jorge (2007), Ribéreau-Gayon dividiu os compostos fenólicos em três grupos, a saber: pouco distribuídos na natureza (fenóis simples, hidroquinona, pirocatecol, resorcinol), polímeros (taninos e ligninas) e largamente distribuídos na natureza (ácidos fenólicos, flavonoides e cimarinas).

São considerados antioxidantes primários, ou seja, são capazes de doar elétrons ou hidrogênios aos radicais livres estabilizando a reação (QUEIROZ *et al.*, 2010; CAO *et al.*, 2012; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017). Por essa razão, o consumo de frutas e vegetais ricos em compostos fenólicos é muito associado à prevenção e a redução de inúmeras doenças, como doenças neurodegenerativas, diabetes tipo 2 e alguns tipos de câncer (WOOTTON-BEARD e RYAN, 2011). No entanto, a maioria dos compostos fenólicos são substratos para o escurecimento enzimático, causado por enzimas oxidativas, além de contribuírem para o escurecimento pela formação de complexos com íons metálicos como Fe e Cu (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010) o que contribui para a degradação e a redução do conteúdo desses compostos em produtos de frutas e vegetais.

Dentre as frutas tropicais produzidas no Brasil, contendo importantes compostos bioativos, o caju (*Anacardium occidentale*, L.), a acerola (*Malpighia emarginata*) e o melão (*Cucumis melo* L.) proporcionam reconhecidos benefícios à saúde e características sensoriais ímpares, tornando-as potenciais alternativas para produção de sucos e néctares.

1.3 Caju

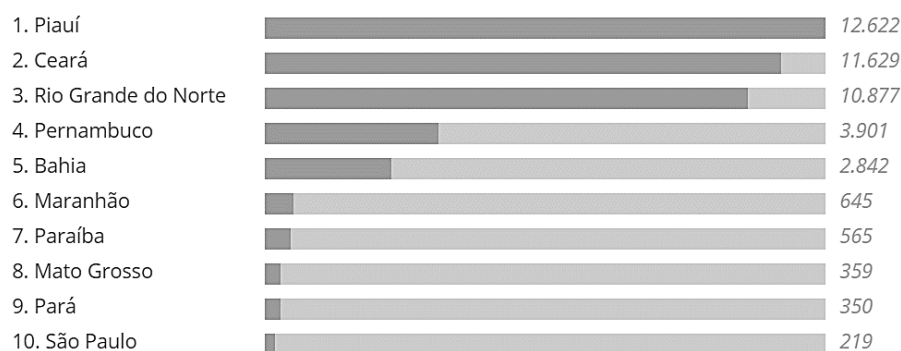
O cajueiro é uma planta nativa do Brasil localizada principalmente nas regiões norte e nordeste do país. Devido à capacidade adaptativa considerável aos solos de baixa fertilidade, temperaturas elevadas, estresse hídrico e por produzir frutos em pleno período seco, na entressafra das culturas anuais, o cajueiro se tornou uma importante fonte de renda para regiões semiáridas, com grande importância para a geração de emprego tanto no campo, quanto na indústria (LEITE, AUGUSTO e CRISTIANINI, 2014; SERRANO e PESSOA, 2016).

Inicialmente, o interesse no cajueiro se deu durante a Segunda Guerra Mundial, principalmente pelo líquido da casca da castanha-de-caju, que era utilizado pela indústria química e de lubrificantes. Já com o fim da guerra, o interesse econômico passou a ser na amêndoa da castanha-de-caju, fato que promoveu um grande crescimento e incentivo do governo ao plantio organizado do cajueiro, principalmente no Ceará. Juntamente com as grandes plantações e incentivadas pelos órgãos públicos estaduais, iniciaram os plantios organizados nas pequenas e médias propriedades, o que ocorre até os dias atuais nos principais estados produtores. Todas essas plantações comerciais tinham o objetivo de abastecer as

indústrias processadoras de castanha (extração das amêndoas) e as novas indústrias de suco (SERRANO e PESSOA, 2016).

A castanha, o verdadeiro fruto do caju, representa apenas 10% do peso total do produto colhido. A grande quantidade da parte polposa (pedúnculo), chamada de maçã do caju, é deixada nos campos após a remoção da castanha (DE ABREU *et al.*, 2013) havendo baixo aproveitamento comercial do pedúnculo em relação à castanha. O alto desperdício do pseudofruto pode ser justificado por ser não-climatérico, com a necessidade de colhe-lo maduro, fato que requer logística mais ajustada entre a colheita e o processamento. Além disso, a colheita geralmente é manual, pois não há disponibilidade comercial de equipamento para a operação e a prática de colheita do caju ao chão afeta negativamente a qualidade da castanha obtida (FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL, 2010).

O Brasil produziu em 2018 mais de 140 mil toneladas (FAO, 2020A) de castanha-de-caju alcançando o nono lugar no ranking mundial. No entanto, se diferencia dos demais países produtores de caju por apresentar maior aproveitamento industrial do pseudofruto (RUFINO, 2008), tendo alcançado a primeira posição em 2018 (FAO, 2020A) com produção estimada de cerca de 45 mil toneladas de caju em 2017 (IBGE, 2020) (Figura 2). O Brasil é o único país do mundo que possui experiência, tecnologia e hábito de consumo do caju em suas diferentes formas, o que é uma oportunidade para o agronegócio e para a expansão da comercialização de seus subprodutos ao nível mundial. A maior parte da produção do pedúnculo é utilizada para produção de suco concentrado, integral, néctares, suco tropical, cajuína e polpa congelada (RUFINO, 2008; QUEIROZ *et al.*, 2010; SERRANO e PESSOA, 2016).



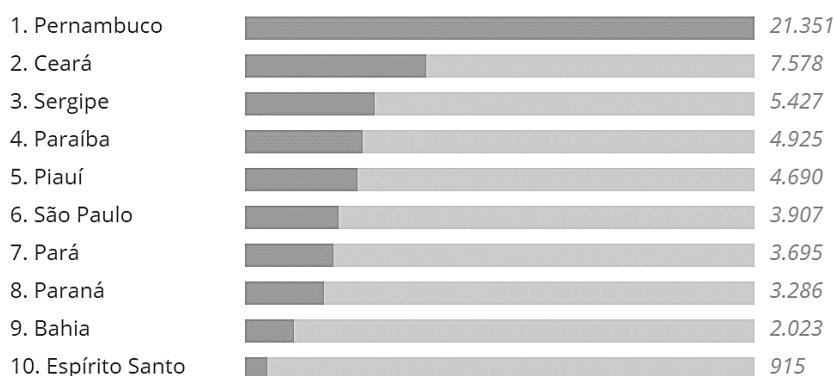
Fonte: Censo Agro 2017 (IBGE, 2020).

Figura 2. Produção de caju (ton.) dos principais estados produtores do Brasil em 2017.

O pedúnculo do caju contém grande variedade de açúcares, ácidos e vitaminas. Apresenta concentrações variando de 126 a 372 mg/100 mL de vitamina C (QUEIROZ *et al.*, 2010; TALASILA e SHAIK, 2015). Talasila e Shaik (2015) apresentaram uma revisão sobre valores nutricionais e medicinais do suco de caju. O caju é fonte de minerais (Ca, P, Fe, Mg e etc), aminoácidos (alamina, fenilalanina, Serina, Leucina e etc), carotenóides (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina), compostos fenólicos (flavonóides, fenóis e taninos), compostos voláteis e ácido anacárdico (DE BRITO *et al.*, 2007; QUEIROZ *et al.*, 2011; TALASILA e SHAIK, 2015) o que o torna um excelente produto, oferecendo muitos benefícios para a saúde do consumidor. Diferenças na concentração de tais nutrientes pode ser atribuída ao tipo de solo, clima, ambiente, estágio de maturação e ao tipo de fruta (TALASILA e SHAIK, 2015).

1.4 Acerola

A acerola (*Malpighia emarginata*), provavelmente nativa das ilhas do Caribe e Antilhas, teve um grande aumento do cultivo no Brasil nos últimos 30 anos, em decorrência de uma forte demanda, sobretudo, do mercado internacional, se consolidando como um importante produto para a economia do Nordeste (RUFINO, 2008; SOUZA *et al.*, 2017). Segundo o IBGE 2020, o Brasil produziu cerca de 61 mil toneladas de acerola em 2017, sendo Pernambuco, Ceará, Sergipe e Paraíba os principais estados produtores (Figura 3). O Brasil tem dominado a comercialização e exportação de produtos processados de acerola, como frutas congeladas, suco, polpas e licor (PRAKASH e BASKARAN, 2018)



Fonte: Censo Agro 2017 (IBGE, 2020).

Figura 3. Produção de acerola (ton.) dos principais estados produtores do Brasil em 2017.

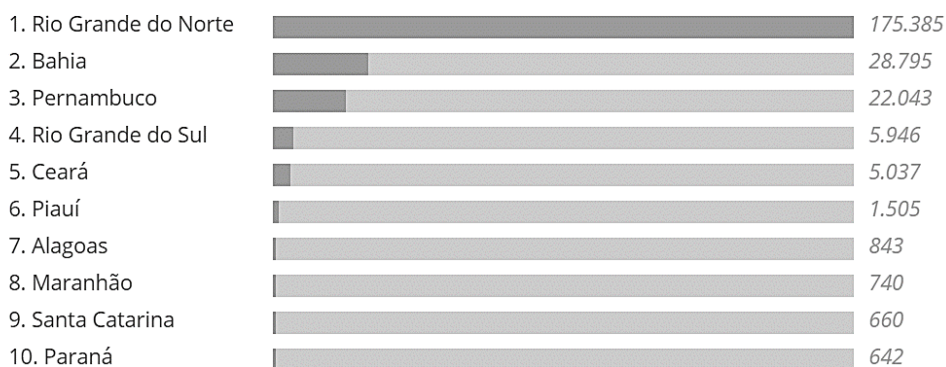
O grande interesse na fruta surgiu por importantes descobertas relacionado às características nutricionais, as quais se devem principalmente aos altos teores de vitamina C que podem variar de 862,86 a 1465,22 mg/100 g de polpa, sendo esta a principal responsável pelo potencial antioxidante da fruta (RUFINO *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2018). Além disso, os compostos fenólicos são abundantes e, como a vitamina C, são importantes antioxidantes, os quais se destacam os flavonoides (antocianinas, procianidinas, flavonóis e catequinas) e os ácidos fenólicos (SOUZA *et al.*, 2014; BELWAL *et al.*, 2018). Outros constituintes benéficos à saúde encontrados na acerola são as vitaminas tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) e provitamina A e minerais (Ca, Fe, K, Mg e P) (MOURA *et al.*, 2018).

Apesar de ser considerada um alimento funcional, a acerola ainda é subutilizada (PRAKASH e BASKARAN, 2018). Atualmente há pouco interesse dos cientistas pela fruta com poucos resultados de pesquisas e publicações técnico-científicas nas últimas duas décadas (SOUZA *et al.*, 2017). A maioria dos trabalhos publicados enfocam na utilização da acerola para ser adicionada para conferir características desejáveis aos novos produtos, melhorando aspectos sensoriais e nutricionais (DE SOUSA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2017; CAPPATO *et al.*, 2018).

1.5 Melão

O Melão (*Cucumis melo L.*) é um fruto tropical pertencente à família *Cucurbitaceae* sendo uma das espécies mais diversas do gênero *Cucumis* devido à extensa variação genotípica e fenotípica (FARCUH *et al.*, 2020). Sua origem não é bem definida, no entanto, hoje é cultivado em países com clima temperado na Europa, Ásia e África e também é encontrado em

áreas áridas, como no Nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2020), sendo uma das frutas tropicais de maior importância econômica em todo o mundo. Segundo dados da FAO (2020A) a produção mundial foi de cerca de 27 milhões de toneladas em 2018, das quais 580 mil toneladas foram produzidas no Brasil. A região Nordeste, em especial o estado do Rio Grande do Norte, se destaca como a principal produtora de melão, sendo responsável por mais de 90% da produção nacional (Figura 4) (IBGE, 2020).



Fonte: Censo Agro 2017 (IBGE, 2020).

Figura 4. Produção de melão (ton.) dos principais estados produtores do Brasil em 2017.

O alto cultivo da fruta nessa região se deve, tanto às condições climáticas favoráveis para a produção de frutos com melhor sabor e maior teor de açúcares, quanto à atuação de grandes empresas, que visam a exportação da produção (SEBRAE, 2016). Nos últimos anos, o Brasil passou a ofertar as principais variedades conhecidas e aceitas de melão, representada pelos grupos botânicos *Inodorus*, *Reticulatus* e *Cantalupensis* (CAVALCANTI, 2018). O melão amarelo, utilizado no presente estudo, pertence à variedade *Inodorus*, o qual é caracterizado por casca lisa ou levemente enrugada, coloração amarela, branca ou verde escura, sendo maiores que os melões das variedades *Reticulatus* e *Cantalupensis*. A polpa é caracterizada por elevado teor de açúcares, coloração variando de branco a verde claro (BRITO, 2017).

Embora a composição dependa do cultivar, no geral, a fruta é fonte de β -caroteno, compostos fenólicos (particularmente os flavonoides) e outros antioxidantes que fornecem potenciais benefícios à saúde (CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2019). Devido às propriedades sensoriais, como sabor agradável, doce e elevado teor de água é amplamente utilizado como matéria-prima na indústria de sucos de frutas (SROY *et al.*, 2019).

Diante aos benefícios à saúde mencionados, as frutas tropicais têm sido cada vez mais utilizadas como oportunidade de inovação para o setor de sucos, visando atender um consumidor que busca cada vez mais produtos diferenciados, com apelos saudáveis, práticos e inovadores (MAIA *et al.*, 2019).

2 SUCO E BEBIDAS DE FRUTAS

O consumo de diferentes sucos fornece acesso a grande número de compostos bioativos e antioxidantes (WOOTTON-BEARD e RYAN, 2011). A denominação de bebidas à base de fruta no Brasil varia de acordo com a adição de água e açúcar, o que muitas vezes geram dúvidas para os consumidores no momento da escolha e compra. A legislação brasileira classifica as

bebidas não alcoólicas à base de fruta em “Sucos”, “Suco tropical”, “Néctar” e “Refresco” (BRASIL, 2009) sendo denominadas da seguinte forma:

Suco é a bebida não fermentada, não concentrada, ressalvados os casos específicos, 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 apresentação e conservação até o momento do consumo. Ressalta-se que é permitido a adição de açúcares na quantidade máxima fixada para cada tipo de suco, observado o percentual máximo de 10% em peso, tendo sua denominação acrescida pela designação adoçado.

Suco tropical é a bebida não fermentada obtida pela dissolução, em água potável ou em suco clarificado de fruta tropical, da polpa de fruta polposa de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, devendo ter cor, aroma e sabor característicos da fruta, submetido a tratamento que assegure a apresentação e conservação até o momento do consumo. Assim como para Suco, à adição de açúcar é permitida. Destaca-se que os teores de polpas de frutas utilizados na elaboração do suco tropical devem ser superiores aos estabelecidos para o néctar das respectivas frutas.

Néctar é a bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto. O néctar cuja quantidade mínima da polpa de fruta ou do suco de fruta ou de vegetal não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico e o néctar misto devem conter, no mínimo, 30% (m/m) da respectiva parte comestível do vegetal ressalvado o caso de vegetal com acidez muito elevada ou sabor muito forte e, neste caso, o conteúdo da polpa de fruta ou do suco de fruta ou de vegetal não deve ser inferior a 20% (m/m).

Refresco ou bebida de fruta ou de vegetal é a bebida não fermentada, obtida pela diluição, em água potável, do suco de fruta, polpa ou extrato vegetal de sua origem, com ou sem adição de açúcares. Esta bebida não apresenta uma porcentagem mínima estabelecida pela legislação brasileira da respectiva parte comestível do vegetal, fruta ou extrato vegetal, podendo, portanto, apresentar concentrações inferiores as exigidas para os néctares.

Além de fornecerem vitaminas e compostos funcionais benéficos à saúde, os sucos ou bebidas à base de suco de frutas, também agregam valor ao produto, pois proporcionam uso alternativo para a fruta evitando desperdícios e minimizando as perdas do produto fresco (CURI *et al.*, 2017). Hoje, o Brasil é o maior exportador de suco de laranja e ocupa oitava posição em relação aos sucos tropicais no ranking mundial (MAIA *et al.*, 2019; FAO, 2020A). A crescente demanda na Europa por produtos naturais, nutritivos e saudáveis, bem como, o interesse por diferentes sabores de frutas, oferecem perspectivas interessantes para a inserção de novos sucos de frutas no mercado (SABBE, DAMME e VERBEKE, 2013).

Alinhado à demanda do mercado interno e externo, os fabricantes de sucos procuram inovar, fazendo com que os produtos se tornem atraentes e ganhem popularidade. Para tal, tem usado misturas de frutas e/ou vegetais (STEFFEN, 2018), os chamados Sucos Verdes e Detox. Essa nova categoria de sucos é classificada como Suco *Premium*, a qual leva ao consumidor mensagens como sucos naturais, frescos, sem adição de açúcares e sem conservantes (KOUTCHMA *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2020). Além de mais saudável em virtude dos compostos funcionais dos ingredientes, há também a vantagem de serem produzidas bebidas únicas e diferenciadas, com novos sabores, aromas e cores (SOBHANA *et al.*, 2015; CURI *et al.*, 2017).

Estudos com o desenvolvimento de sucos e néctares mistos usando frutas tropicais vêm sendo realizados com o foco principal na produção de sucos funcionais (INYANG e ABAH, 1997; DE SOUSA *et al.*, 2010; FARAONI *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2012; SOUSA *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2014; MOREIRA *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017). Embora resultados promissores tenham sido encontrados com relação ao aumento da capacidade antioxidante e de

outros compostos bioativos, a alta concentração de açúcar dos sucos vai contra aos benefícios nutricionais e funcionais esperados dessas bebidas.

Como já mencionado, a legislação brasileira permite a adição de açúcar em sucos de frutas prontos para beber na quantidade máxima de 10% (g açúcar/100 g de suco) e, neste caso, deve ser indicado na embalagem que se trata de um suco adoçado (BRASIL, 2009). No entanto, as frutas naturalmente apresentam em sua composição açúcares, como a glicose e em maior concentração a frutose (40 a 55%) os quais as conferem sabor e doçura (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). Embora certas misturas, com frutas muito ácidas ou adstringente (por ex. caju e a acerola) necessitem de certa doçura para melhorar o sabor e aumentar a aceitação dos consumidores, que em sua maioria preferem produtos com maior intensidade de doçura (SCHWARTZ, ISSANCHOU e NICKLAUS, 2009), muitas vezes o conteúdo de açúcar adicionado é excessivo (IDEC, 2010). Por essa razão, recentemente os sucos industrializados e as bebidas açucaradas vêm sofrendo severas críticas devido ao recente debate sobre o excesso de consumo de açúcar associado aos malefícios à saúde, como o aumento do risco de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e a obesidade (LUSTIG, SCHMIDT e BRINDIS, 2012; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015), causando queda no consumo e venda dessas bebidas nos últimos anos (BRASIL, 2016; STEFFEN, 2018).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) vem estimulando desde 2002 a redução do consumo de produtos industrializados ricos em açúcar, gordura e sódio (WHO, 2003) e, alguns anos atrás publicou recomendações sobre a ingestão de açúcares livres para reduzir o risco de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) em adultos e crianças, com foco particular na prevenção e controle de ganho de peso e cáries (WHO, 2015). O aumento de evidências ligando a ingestão excessiva de açúcar com vários problemas de saúde, bem como a possibilidade de elevar os impostos sobre bebidas açucaradas (LUSTIG, SCHMIDT e BRINDIS, 2012) tem instigado a indústria de alimentos a reformular seus produtos visando reduzir o conteúdo de açúcar adicionado e o desenvolvimento de novos produtos com baixo teor de açúcar.

A reformulação do produto por substituição parcial ou total do açúcar é a estratégia mais estudada na maior parte das categorias de alimentos. No entanto, o uso de adoçantes pode afetar as características sensoriais e seu consumo tem sido associado aos efeitos maléficos à saúde (CARDOSO e BOLINI, 2008; DUBOIS e PRAKASH, 2012; DI MONACO *et al.*, 2018). Outra abordagem é a redução gradual do teor de açúcar (OLIVEIRA *et al.*, 2016; LIMA, ARES e DELIZA, 2019) a qual é feita sem que o consumidor perceba; no entanto, a desvantagem é o tempo necessário para obter benefícios para a saúde pública (ALCAIRE *et al.*, 2017). Estratégias para aumentar a percepção da doçura pelo consumidor pode ser uma alternativa.

Recentemente tem sido estudado uma estratégia inovadora para reduzir o teor de açúcar nos alimentos por meio do uso dos princípios de integração multissensorial (ALCAIRE *et al.*, 2017; DI MONACO *et al.*, 2018).

2.1 Uso da Interação *Cross-modal* como Estratégia de Redução de Açúcar em Sucos de Frutas

Os alimentos são percebidos por meio de entradas olfativas, gustativas, texturais, reológicas, térmicas, os quais são sentidas na boca e, até mesmo por entradas auditivas (por ex. a trituração) (LAWRENCE *et al.*, 2011). Em particular, a percepção do sabor é o resultado da integração funcional das informações transmitidas pelas entradas olfativas (orais e nasais) e gustativas (THOMAS-DANGUIN *et al.*, 2016). Por sua vez, determinados odores podem modular a intensidade de alguns gostos, aumentando ou diminuindo a percepção. Essa interação aroma-gosto pode ocorrer quando os compostos de sabor e aroma estão dentro do limiar (limite de concentração em que o avaliador percebe alguma diferença em determinado estímulo), supra-limiar (acima do limite de concentração percebido), mas também sub-limiar (abaixo do

limite de concentração percebido) (VALENTIN, CHREA e NGUYEN, 2006; THOMAS-DANGUIN *et al.*, 2016).

Labbe *et al.* (2007) mostraram que concentrações sub-limiáres de um aroma associado ao gosto doce aumentaram a doçura percebida de uma solução de sacarose. No entanto, essa mudança no paladar foi específica para o tipo de aroma usado. Embora os dois aromas usados no estudo fossem relacionados à dimensão doce, o aumento na percepção de doçura só foi observado para o aroma butirato de etila (aroma frutado), e não para o maltol (aroma de caramelo). Sabe-se que alterações induzidas pelo odor na percepção do sabor são específicas quanto ao sabor, ou seja, só são possíveis quando o aroma e o sabor são congruentes (POINOT *et al.*, 2013). Portanto, a combinação (aroma e sabor) deve ser apropriada para cada produto.

Segundo Valentin, Chrea e Nguyen (2006) a interação aroma–sabor provavelmente não ocorre no nível dos receptores olfativos e gustativos, mas sim, a nível de processamento central. Os autores apresentam dois mecanismos cognitivos diferentes que poderiam estar envolvidos nas interações odor-sabor. Na primeira, o efeito do odor na percepção do sabor poderia ser explicado em termos de sinestesia aprendida, ou seja, através de uma exposição combinada de duas sensações já conhecidas. Sinestesia é a associação sistemática entre duas sensações correspondentes a duas modalidades sensoriais diferentes (STEVENSON e TOMICZEK, 2007). Um odor específico pode levar o sistema cognitivo a esperar um tipo específico de gosto com base em experiências anteriores, os quais seriam dependentes da mistura e da cultura (VALENTIN, CHREA e NGUYEN, 2006). As experiências anteriores levariam à formação de associações específicas na memória que podem ser lembradas em momentos posteriores (PRESCOTT, 2015). Portanto, o aumento na percepção da doçura por determinados aromas, se daria por meio de combinações familiares, mas não por combinações desconhecidas (SMALL *et al.*, 2004). Essa familiarização ou aprendizado pode ocorrer ao longo do tempo, durante a degustação de alimentos por exemplo (THOMAS-DANGUIN *et al.*, 2016). Na segunda teoria, a integração entre odor e sabor ocorreria em uma região do cérebro chamada córtex orbital frontal. Isso seria possível, pois essa estrutura cerebral recebe projeções do córtex olfativo e do córtex gustativo. Alguns neurônios bimodais presentes nessa região respondem tanto a entradas olfativas quanto gustativas. No entanto, a seletividade da resposta dos neurônios bimodais é ajustada a estímulos complexos específicos, provavelmente induzidos pela exposição repetitiva aos estímulos concomitantes, ou seja, estímulos que estão presentes juntos em um determinado produto (VALENTIN, CHREA e NGUYEN, 2006; THOMAS-DANGUIN *et al.*, 2016). Embora as teorias sejam distintas, ambas destacam que a integração só é possível por meio da combinação de estímulos congruentes e já conhecidos.

Embora estudos que abordem a interação *cross-modal* sejam antigos, este fenômeno está sendo aplicado agora para resolver o importante problema de saúde que se refere à ingestão excessiva de sal, gordura e açúcar (PRESCOTT, 2015; DI MONACO *et al.*, 2018; VELÁZQUEZ *et al.*, 2020). Oliveira *et al.* (2015) ao utilizarem baunilha artificial em leites achocolatados verificaram que a adição do aroma em concentrações supra-limiar aumentou a percepção da doçura em amostras com redução de 40 e 60% de açúcar. O mesmo foi verificado por Alcaire *et al.* (2017) em sobremesa láctea com redução de 40% de açúcar. Velázquez *et al.* (2020) verificaram que o aumento combinado da concentração de baunilha e amido minimizou as alterações sensoriais causadas pela redução de açúcar, provavelmente devido ao aumento da percepção de doçura. A amostra com redução de açúcar e adicionada de amido e baunilha foi a única para a qual o atributo doce foi significativamente dominante no teste de dominância temporal das sensações (TDS). Os autores sugerem que possivelmente tenha ocorrido uma interação perceptiva, onde o aumento da cremosidade e do sabor da baunilha poderia ter desencadeado uma experiência sensorial geral mais próxima de um produto comum. Outros estudos reportaram que a adição de aroma com notas frutadas aumentaram a doçura percebida

de sobremesa láctea (TOURNIER *et al.*, 2009) e de soluções contendo glicose e aroma de pêssego (CLIFF e NOBLE, 1990).

Embora alguns estudos demonstrem o potencial dessa estratégia, as interações *cross-modal* são fortemente dependentes das características da matriz alimentar (POINOT *et al.*, 2013); portanto, é necessário avaliar a eficácia para a redução do conteúdo de açúcar adicionado em diferentes categorias de produtos (ALCAIRE *et al.*, 2017). Até o momento não foi encontrado na literatura estudos com consumidores que utilizaram aromas como estratégia para aumentar a percepção de doçura em sucos mistos de fruta; ratificando a necessidade de avaliar tal potencial, bem como, o efeito nas características sensoriais dos sucos. Desse modo, o protagonismo do consumidor ocupa lugar de destaque no processo de alteração e desenvolvimento de produto.

3 O PAPEL DO CONSUMIDOR NO DESENVOLVIMENTO DE ALIMENTOS

Toda indústria, quer seja de alimentos ou não, busca produtos competitivos e que obtenham sucesso no mercado. No entanto, grande parte dos novos produtos tem alta taxa de insucesso que está relacionada tanto com o baixo investimento em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), como a falta de incorporar a “voz do consumidor” no processo de desenvolvimento (KEMP, 2013; ASIOLI *et al.*, 2017), resultando em custos substanciais e oportunidades perdidas (GRUNERT *et al.*, 2010; DIJKSTERHUIS, 2016). Os desenvolvedores de novos alimentos e bebidas devem, portanto, projetar produtos para atender aos desejos dos consumidores. Diante disso, identificar e entender as necessidades e preferências dos consumidores em relação aos alimentos é muito importante e vem sendo cada vez mais considerado.

Muitos fatores interagem na percepção e nas preferências dos consumidores (ASIOLI *et al.*, 2017), dentre eles as características sensoriais. No entanto, muitas pesquisas evidenciam que no dia a dia, o gostar e a escolha dos produtos pelos consumidores vão além dos atributos sensoriais, e incluem também atributos não sensoriais (ARES, GIMÉNEZ e DELIZA, 2010). O efeito de tais atributos na avaliação do produto depende tanto do consumidor, cujas escolhas podem ser influenciadas pela cultura, religião, idade, sexo, preocupação com a saúde, fatores psicológicos, sociais e experiências passadas; bem como pela conveniência, praticidade e informações relacionadas ao produto, como rótulo, preço, marca e características nutricionais do alimento (VARELA *et al.*, 2010; CERJAK, KAROLYI e KOVAČIĆ, 2011; MINIM, 2013).

Dessa forma, nas últimas décadas, muitos estudos têm sido realizados com diferentes metodologias que utilizam o consumidor não apenas nas avaliações afetivas, mas também para verificar a disposição à pagar (BOTELHO *et al.*, 2017), avaliar a associação dos alimentos com a emoção (PIQUERAS-FISZMAN e JAEGER, 2016; ARES e JAEGER, 2017; JAEGER *et al.*, 2017), o bem-estar (ARES *et al.*, 2015b; APAOLAZA *et al.*, 2018), rotulagem (TALATI *et al.*, 2016) e a caracterização sensorial dos produtos (DELARUE, 2015).

Informações sobre as características sensoriais tem sido tradicionalmente obtidas usando metodologia descritiva com avaliadores treinados, por exemplo a análise descritiva quantitativa (ADQ); no entanto, o interesse em abordagens baseadas no consumidor aumentou na última década (ARES e JAEGER, 2013; JAEGER *et al.*, 2013; ARES e JAEGER, 2015). Dessa forma, avaliar as características sensoriais utilizando o consumidor tornou-se ferramenta útil e valorizada no desenvolvimento de novos produtos, na otimização dos processos, implementação de programas de garantia de qualidade sensorial e também para a estimativa da vida útil (LAWLESS e HEYMANN, 2010; MINIM, 2013; ARES e VARELA, 2018).

3.1 Caracterização Sensorial de Produtos pelo Consumidor

A aplicação de testes analíticos com consumidores exige o uso de métodos apropriados que levem em consideração a falta de treinamento (Ares & Varela, 2017a). Nesse sentido, as questões *Check-all-that-apply* (CATA) se tornaram um dos mais populares métodos para caracterização sensorial com base nas respostas dos consumidores (JAEGER *et al.*, 2020). Apesar de ser uma metodologia recente na ciência sensorial, fornece uma caracterização válida e confiável em curto espaço de tempo, comparáveis àquelas geradas pelo painel treinado o que pode ser uma grande vantagem nas primeiras etapas de desenvolvimento do produto. (ARES *et al.*, 2014a; ARES *et al.*, 2015a; ARES e VARELA, 2017b; A; JAEGER *et al.*, 2020). Os consumidores são apresentados a uma lista de termos e solicitados a selecionar todos aqueles que consideram apropriados para descrever o produto (ARES e JAEGER, 2015).

As questões CATA são frequentemente correlacionados com os dados hedônicos para identificar as características que afetam a aceitação (ARES e VARELA, 2017a). Em amostras muito diferentes, um número entre 60 a 80 consumidores é considerado razoável para obter configurações estáveis de amostra e atributos sensoriais (ARES *et al.*, 2014c). Ares e Varela (2017b) mostraram que os consumidores são capazes de avaliar as características sensoriais dos produtos, mesmo que tenham opinião subjetiva do ponto de vista afetivo.

Apesar da grande eficiência do método para caracterização de diferentes produtos, a resposta binária das questões CATA não permite uma medida direta da intensidade dos termos sensoriais avaliados, o que pode dificultar a discriminação entre produtos com propriedades sensoriais semelhantes (ARES *et al.*, 2014b; MEYNER, JAEGER e ARES, 2016; JAEGER *et al.*, 2020). Nesse sentido, o método *Rate-all-that-apply* (RATA) surgiu como uma variação e extensão das questões CATA, permitindo melhor discriminação entre produtos com características sensoriais semelhantes, mas que diferem na intensidade (MEYNER, JAEGER e ARES, 2016). Neste método, os consumidores são solicitados a marcar os termos que se aplicam para descrever determinado produto e, quando marcam, devem avaliar a intensidade (ARES *et al.*, 2014b; VIDAL *et al.*, 2018).

Assim como o CATA, as questões RATA tem se mostrado eficaz para a caracterização sensorial, mesmo para produtos complexos, resultando em configurações gerais semelhantes à ADQ (OPPERMANN *et al.*, 2017). Até o momento, a caracterização de sucos processados por APH, bem como a comparação com os tratados termicamente, tem sido realizada por meio de ADQ com painel treinado (LABOISSIÈRE *et al.*, 2007; XU *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2019), não sendo encontrados nenhum estudo usando a metodologia CATA e RATA para caracterização desses produtos utilizando consumidores.

Embora a caracterização sensorial possa ser correlacionada com avaliações hedônicas e, dessa forma, identificar as características que afetam e direcionem a aceitação do produto; de maneira mais ampla, pensando no produto como um todo e, não somente, nos aspectos sensoriais; entender como os consumidores percebem um novo conceito, quais as suas expectativas em relação ao novo produto é extremamente importante a fim de encontrar direcionadores que resultem no aumento da satisfação e aceitação dos consumidores para aquele produto (MINIM, 2013; PIQUERAS-FISZMAN e SPENCE, 2015; NGUYEN *et al.*, 2017; DELIZA, 2018).

3.2 Expectativas e Percepção do Consumidor

Um ponto importante a ser avaliado é a expectativa dos consumidores em relação aos novos produtos. A inserção de um produto alimentício inexistente no mercado; ou a inovação em determinada categoria de produto (por ex. novos sabores de sucos e a informação do uso de uma nova tecnologia), deve ser avaliado com cuidado pela indústria, a fim de evitar riscos de

rejeição pelos consumidores. Compreender como os consumidores percebem o produto, quais são suas expectativas, quais embalagens consideram mais atraentes e como as informações afetam a decisão de compra e a aceitação é extremamente útil e pode ser uma maneira de evitar insucessos (ELDESOUKY, PULIDO e MESIAS, 2015).

O cérebro humano interpreta e integra informações previamente experimentadas sob qualquer aspecto recém-apresentado sobre o produto. Dessa forma, a expectativa exerce papel importante em relação ao consumo de alimentos, pois pode beneficiar ou prejudicar a percepção do produto pelo consumidor, mesmo antes que este o experimente. A expectativa gerada pelas características não sensoriais pode levar o consumidor a comprar o produto, já as características sensoriais irão confirmar ou não a expectativa, promovendo a aceitação do produto e consequentemente a recompra (DELIZA e MACFIE, 1996; NORONHA, DELIZA e SILVA, 2005; DELIZA, 2018).

De acordo com Deliza (2018) podem ocorrer dois tipos de expectativas quando um novo produto alimentício é apresentado ao consumidor, as quais podem ser geradas a partir de todas as características do produto, como nome, declarações, marca, informações sobre aspectos nutricionais, outros produtos similares, composição e ingredientes, métodos de processamento etc., sendo elas:

Expectativas baseadas em características sensoriais: o consumidor acredita que o produto terá certas características sensoriais, ou seja, a intensidade esperada de um determinado atributo (doçura, acidez e etc.).

Expectativas baseadas em aspectos hedônicos: o consumidor acredita que um produto será apreciado ou odiado até certo ponto.

As expectativas geradas por informações prévias sobre o produto, ou mesmo por embalagens e rótulos demonstraram influenciar amplamente a percepção do consumidor. Pequenos desvios da expectativa ao qual consumidor se adaptou ou está acostumado para aquela categoria de produto (por ex. um novo sabor de suco) podem ser vistos como interessante e inovador e, portanto, tornam o consumidor curioso, podendo facilitar a compra. No entanto, desvios maiores, por outro lado (por ex. a informação do uso de nova tecnologia), podem resultar em repulsa ou neofobia (PIQUERAS-FISZMAN, 2015).

A compreensão das expectativas e de como os consumidores percebem determinados produtos alimentícios representa um desafio para os pesquisadores devido à complexidade da escolha dos alimentos (DONOGHUE, 2000). Para auxiliar essa compreensão, técnicas qualitativas são ferramentas úteis para atingir esse objetivo e determinar os principais fatores que determinam a escolha do consumidor para uma categoria de produto específica (DELIZA, 2018). Nesse sentido, técnicas projetivas vêm sendo utilizadas, pois fornecem respostas a um estímulo ambíguo e uma condição de livre interpretação, buscando entender as motivações, sentimentos, crenças, atitudes e os motivos mais profundos que influenciam. As pessoas muitas vezes são relutantes para expressar sua opinião a respeito de determinadas assuntos, principalmente se elas forem identificadas com essa opinião. No entanto, por meio da aplicação dessas técnicas é formado um “local mais seguro” para que as pessoas consigam expressar suas opiniões (GAMBARO, 2018).

Em especial, a associação de palavras é uma ferramenta eficaz para investigar a expectativa e percepção do consumidor sobre determinado produto ou tecnologia com aplicação no desenvolvimento e estratégias de marketing (SILVA *et al.*, 2013) e sobre a qual detalhes são fornecidos a seguir.

3.2.1 Associação de palavras

Hoje, o método de associação de palavras é a principal técnica projetiva utilizada para conhecer a percepção dos consumidores em relação aos alimentos (GAMBARO, 2018). A

metodologia surgiu nos campos da sociologia e psicologia, sendo utilizada para avaliação de estruturas conceituais e também para estudos de crenças ou atitudes relacionadas ao comportamento humano (DOISE, CLEMENCE e LORENZI-CIOLDI, 1993; SCHMITT, 1998; HIRSH e TREE, 2001; ROSS, 2003; HOVARDAS e KORFIATIS, 2006).

A técnica tem como base o pressuposto de que, ao fornecer um estímulo, por meio conceitos, expressões ou imagens; e solicitar ao entrevistado que associe livremente ideias que surgem em sua mente, proporciona acesso relativamente irrestrito às representações mentais do estímulo (ARES, GIMÉNEZ e GÁMBARO, 2008). Segundo Wagner, Valencia e Elejabarrieta (1996) ideias expressas dentro de um procedimento de associação de palavras são produções espontâneas sujeitas a menos restrições quando comparado as entrevistas ou questionários fechados. Além disso, com relação aos produtos alimentícios, as primeiras associações que vêm à mente dos entrevistados podem ser as mais relevantes para a escolha do consumidor e para as decisões relacionadas à compra do produto (GAMBARO, 2018). Além disso, a tarefa pode ser entregue aos participantes pela Internet, o que permite a coleta de dados rapidamente, com a participação de grande número de indivíduos com diferentes perfis sócio demográfico (VIDAL, ARES e GIMÉNEZ, 2013). No entanto, apresenta como desvantagem a complexidade da análise dos dados, principalmente no agrupamento das palavras, devido à subjetividade dos termos utilizados pelos consumidores (DONOGHUE, 2000).

A técnica consiste em apresentar os estímulos de maneira monádica e aleatória aos entrevistados, com a seguinte instrução: “Por favor, escreva as quatro primeiras palavras, imagens, associações, pensamentos ou sentimentos que vêm à sua mente quando você pensa...”. Dentre os estímulos que podem ser utilizados estão imagens do produto, palavras, conceitos ou mesmo descrições (SILVA *et al.*, 2013).

Os resultados das associações são avaliados de forma qualitativa por três pesquisadores com experiência na área de estudos com consumidor. Inicialmente, os termos recorrentes são identificados e agrupados em categorias, que por sua vez, podem ser agrupadas em dimensões. A análise é realizada individualmente por cada um dos membros da equipe. O procedimento é baseado na interpretação pessoal de cada pesquisador, dos significados e na sinonímia das palavras. Posteriormente, os resultados gerados são discutidos em detalhes entre a equipe de pesquisa, a fim de verificar a concordância entre as avaliações e definir as categorias pelo consenso de todos. Geralmente, somente categorias mencionadas por mais de 10% dos participantes são consideradas, no entanto, um corte menos restritivo (5%) pode ser considerado, dependendo da dificuldade do estudo e dos estímulos utilizados. A frequência de menção para cada categoria é determinada pela contagem do número de consumidores que usaram palavras semelhantes para descrever os estímulos (ARES, GIMÉNEZ e GÁMBARO, 2008; GUERRERO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2013; GAMBARO, 2018).

Os dados de frequência são organizados em tabelas de contingência considerando as categorias como variáveis e os estímulos como amostras. A existência de diferenças estatísticas na frequência de menção das categorias para cada estímulo é avaliado por meio de teste qui-quadrado (χ^2) (SILVA *et al.*, 2013).

Diversos estudos avaliaram a percepção do consumidor usando a associação de palavras para investigar iogurtes (ARES, GIMÉNEZ e GÁMBARO, 2008), alimentos tradicionais (GUERRERO *et al.*, 2010), chocolates (GÁMBARO e ELLIS, 2012) saladas prontas para o consumo (VIDAL, ARES e GIMÉNEZ, 2013), bife de hambúrguer (VIANA, DOS SANTOS SILVA e TRINDADE, 2014), carnes de cordeiro (DE ANDRADE *et al.*, 2016), pizzas (PONTUAL *et al.*, 2017), queijo coalho (SOARES *et al.*, 2017), leites fermentados (ESMERINO *et al.*, 2017) azeite (ROASCIO-ALBISTUR, GÁMBARO e IVANKOVICH, 2019), sorgo e bebidas de cereais (BERNARDO *et al.*, 2019) e fórmulas para alimentação infantil (ARES *et al.*, 2020), demonstrando a versatilidade da técnica.

Embora a percepção do consumidor em relação às frutas e/ou sucos de frutas não tenha sido avaliada por meio da técnica de associação de palavras, estudos utilizando outras metodologias, principalmente grupos focais, demonstraram que o consumo de frutas e vegetais são frequentemente associados aos fatores sensoriais (sabor como o principal determinante do consumo), benefícios à saúde, redução do risco de doenças, satisfação e bem-estar, hábitos de consumo, custo entre outros (BRUG *et al.*, 1995; POLLARD, KIRK e CADE, 2002; ÜNÜSAN, 2004; HARTMAN *et al.*, 2013). Apesar disso, o processamento, bem como a tecnologia utilizada na produção de alimento podem modificar a percepção, a escolha, decisão de compra ou aceitação dos consumidores em relação aos produtos (FREWER *et al.*, 2011; VIDIGAL *et al.*, 2014; VIDIGAL *et al.*, 2015) sendo recomendado, portanto, investigar o efeito da APH na percepção do produto pelo consumidor.

3.2.2 O consumidor e a tecnologia

A pasteurização é o método de conservação tradicionalmente utilizado para o processamento de sucos de frutas. No entanto, métodos alternativos como a APH estão sendo estudados e utilizados pela indústria para produção de sucos de frutas (ROMANO, ROSENTHAL e DELIZA, 2015). Embora a divulgação da tecnologia utilizada no processamento do produto não seja obrigatória, a possibilidade de acesso à informação pelos consumidores (por ex. via internet) sugere que a indústria avalie a aceitação de novas tecnologias ao invés de arriscar uma reação negativa ao ficar ciente da informação (VIDIGAL *et al.*, 2014). Nesse sentido, entender a percepção dos consumidores em relação aos sucos de frutas processados por nova tecnologia, bem como compará-los com os produtos já disponíveis no mercado é crucial para alcançar o sucesso, pois pode contribuir para a identificação de barreiras potenciais à aceitação do consumidor e para traçar estratégias para encorajar sua adoção (RONTELTAP *et al.*, 2007).

Embora alguns estudos já tenham avaliado a percepção do consumidor em relação a novas tecnologias como a APH (BUTZ *et al.*, 2003; DELIZA *et al.*, 2005; CARDELLO, SCHUTZ e LESHER, 2007; MIREAUX *et al.*, 2007; NIELSEN *et al.*, 2009; SONNE *et al.*, 2012); Frewer *et al.* (2011) reportaram que os resultados das pesquisas podem não ter expressado os reais sentimentos dos participantes, uma vez que não estavam familiarizados com a tecnologia antes de participarem dos estudos; no entanto, foram informados das potenciais (des) vantagens no início da pesquisa, o que pode ter tendenciado a percepção desses consumidores. Por ex. Lee *et al.* (2015) ao avaliarem a percepção de consumidores chineses em relação a APH sem apresentar informações sobre a nova tecnologia, verificaram que 90% dos entrevistados a desconheciam. Além disso, demonstraram preocupações com a forma, sabor e o conteúdo nutricional dos alimentos processados por APH. No mesmo estudo, os autores avaliaram o efeito da informação na percepção dos entrevistados. Após informados das vantagens da APH, percepções como produto saudável, segurança e alto custo foram observadas. Entretanto, Nielsen *et al.* (2009) verificaram que mesmo informados dos benefícios da tecnologia APH, alguns participantes apresentaram certo ceticismo em relação ao processo e às informações fornecidas pelo estudo.

Embora os benefícios de novas tecnologias, como a APH, sejam reconhecidos pela comunidade científica, geralmente os consumidores são cautelosos com novos produtos e novas tecnologias por não perceber os benefícios e ainda acreditarem que existam possíveis riscos (CARDELLO, SCHUTZ e LESHER, 2007; FREWER *et al.*, 2011; COPPOLA e VERNEAU, 2018). O ceticismo dos consumidores em relação às tecnologias tem incentivado o uso de mensagens como "HPP free", "No HPP", "Nós não usamos meios artificiais para prolongar a vida útil de um produto", "APH é um truque da indústria", "APH não preserva ou retém os nutrientes" nos rótulos dos produtos e nos sites de empresas de sucos frescos e/ou sucos

prensados a frio que não utilizam da APH como método de conservação (COOBEET, 2014; JUICE-GENERATION, 2018; ZESTJUICECO, 2018; ZULA, 2018). Considerando que as informações sobre os benefícios das novas tecnologias demonstraram ter uma influência positiva na percepção e na escolha do consumidor (ABADIO *et al.*, 2010; DELIZA *et al.*, 2005; ROMANO *et al.*, 2015), mensagens negativas também podem afetar as percepções dos consumidores e impedir à sua adoção (DE STEUR, ODONGO e GELLYNCK, 2016). Além disso, traços de personalidade dos consumidores também afetam a percepção das tecnologias (DELIZA e ARES, 2018). Em particular, a neofobia à tecnologia de alimentos tem relevante papel na percepção do consumidor sobre os produtos produzidos usando novas tecnologias (COX e EVANS, 2008).

3.3 O Consumidor e a Neofobia à Tecnologia de Alimentos

A neofobia alimentar é definida como a relutância ou rejeição que algumas pessoas têm em relação a novos alimentos ou a alimentos desconhecidos (PLINER e HOB DEN, 1992). Isso pode ser explicado em termos evolutivos como uma resposta adaptativa que impede a todas as pessoas e animais de consumirem substâncias potencialmente venenosas (ROZIN, 1976), ou seja, alimentos que causariam algum risco ou dano à vida. No entanto, ao longo da vida essa resposta adaptativa passa a apresentar diferenças individuais no que diz respeito à extensão da neofobia. Assim, considerando a neofobia como um traço de personalidade, as pessoas podem ser caracterizadas em termos da propensão quanto a abordar ou evitar novos alimentos (PLINER e HOB DEN, 1992). Nesse sentido, Pliner e Hobden (1992) desenvolveram uma escala para medir a neofobia alimentar em relação aos alimentos novos, étnicos ou não familiares; no entanto, essa escala não se mostrava adequada para determinar a receptividade a alimentos produzidos por diferentes tecnologias (VIDIGAL *et al.*, 2014).

Assim, Cox e Evans (2008) desenvolveram o conceito de neofobia à tecnologia de alimentos, que mede especificamente a tendência de um indivíduo a rejeitar novas tecnologias. A *Food Technology Neophobia Scale* (FTNS) tem sido usada para identificar segmentos de consumidores que diferem na aceitação/rejeição do uso de tecnologia em produtos alimentícios, possibilitando traçar estratégias de acordo com a personalidade específica de cada segmento de consumidor (VIDIGAL *et al.*, 2014; VIDIGAL *et al.*, 2015).

A escala FTNS é composta por 13 afirmações, das quais seis estão relacionadas à descrição “novas tecnologias são desnecessárias”; quatro itens à “percepção de risco”, dois referente às “escolhas saudáveis” e um item sobre a “informação fornecida pela mídia” (COX EVANS, 2008). A tradução e validação para língua portuguesa foi realizada por Vidigal *et al.* (2014). Essa escala foi considerada uma medida válida e confiável (DE STEUR, ODONGO e GELLYNCK, 2016) e foi aplicada para avaliar a reação do consumidor em relação a diferentes tecnologias (por ex.: modificação genética, nanotecnologia, alta pressão) (EVANS *et al.*, 2010; VIDIGAL *et al.*, 2015; DE STEUR, ODONGO e GELLYNCK, 2016), alimentos processados (por ex.: alimentos com baixo teor de gordura, iogurte e bebidas enriquecidas e alimentos funcionais) (COPPOLA, VERNEAU e CARACCILO, 2014; VERNEAU *et al.*, 2014) e embalagens de alimentos (por exemplo, embalagens a vácuo e nanotecnologia) (MATIN *et al.*, 2012; CHEN, ANDERS e AN, 2013).

No Brasil, ela foi aplicada pela primeira vez para avaliar o comportamento de consumidores em relação a iogurtes rotulados com a informação de diferentes tecnologias de alimentos (VIDIGAL *et al.*, 2015). O estudo mostrou que 70,4% dos participantes pertenciam à categoria neutra, 15,2% foram classificados como neofílicos e apenas 14,4% foram identificados como neofóbicos. Além disso, o estudo também verificou que a vontade de experimentar o iogurte rotulado como “enriquecido com proteínas bioativas”, “orgânico”, “transgênico” e com “nanocompostos” variou significativamente entre os segmentos de

consumidores com os diferentes níveis de neofobia à tecnologia de alimentos. Os grupos formados pelos consumidores neutros e neofóbicos diferiram significativamente do grupo neofílico, estando menos dispostos a experimentar as novas tecnologias ou não-convencionais. Destaca-se, que embora os estudo de Vidigal *et al.*(2015) tenha verificado a existência de consumidores brasileiros com diferentes níveis de neofobia a tecnologia de alimentos, e que este traço de personalidade tenha exercido grande influência na disposição dos consumidores em experimentar produtos processados por novas tecnologias, até o momento, não há estudos que tenham avaliado a influência da FTN na percepção e nas escolhas dos consumidores brasileiros em relação a produtos processados por APH. A APH pode ser aplicada para inúmeras matrizes alimentícias, dentre elas, os sucos de frutas. Detalhes sobre a aplicação da APH para o processamento de alimentos, em especial para a produção de sucos de frutas são fornecidos a seguir.

4 ALTA PRESSÃO HIDROSTÁTICA

O processamento térmico convencional é o mais utilizado para produção de sucos de frutas, pois além de eficaz para a produção de alimentos seguros e com vida útil prolongada (KOUTCHMA *et al.*, 2016), apresenta um custo relativamente baixo. Apesar de resultados controversos em relação às mudanças nas características nutricionais dos sucos processados termicamente, as alterações nas características sensoriais, como alterações na cor e no sabor são indiscutíveis (FERRARI, MARESCA e CICCARONE, 2010; TADAPANENI *et al.*, 2014; KOUTCHMA *et al.*, 2016; MOREIRA *et al.*, 2017).

Diante de tais mudanças e considerando o aumento da busca por alimentos seguros, com características próximas aos naturais, frescos e com apelo nutricional e funcional, vê-se um aumento da procura e de estudos, tanto pela indústria de alimentos, quanto por instituições de pesquisas, que visem a utilização de novas técnicas de processamento, tais como campo elétrico pulsado, aquecimento ôhmico, ultrassom, alta pressão hidrostática (APH), entre outras, que produzam alimentos com um mínimo de mudanças possíveis (JIMÉNEZ-SÁNCHEZ *et al.*, 2017). Dentre elas, a APH é a mais utilizada pela indústria de alimentos, e em especial, para o processamento de sucos de frutas (ROMANO, ROSENTHAL e DELIZA, 2015; HUANG, HSU e WANG, 2020).

A APH é uma alternativa para processamentos que utilizam altas temperaturas para esterilizar e pasteurizar diferentes matrizes alimentares (MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011). A pressão aplicada pode variar entre 100 e 900 MPa; no entanto, os sucos são geralmente submetidos na faixa de 400 a 600 MPa, com baixo tempo de retenção e temperaturas mais baixas em comparação com tratamentos térmicos (ZABETAKIS, LECLERC e KAJDA, 2000; KOUTCHMA *et al.*, 2016).

O processamento APH segue os princípios de Pascal e Le Chatelier. O princípio de Pascal ou isostático é aquele que a pressão é transmitida uniformemente e quase que instantaneamente por todo o alimento, independentemente de sua massa, tamanho ou composição. Já o princípio de Le Chatelier é aquele no qual qualquer fenômeno, transição de fase, mudança de conformação molecular ou reação química, acompanhado por uma redução de volume, é favorecido pelo aumento de pressão e vice-versa (NASCIMENTO *et al.*, 2013; MORAIS, FERREIRA e ROSENTHAL, 2014; BALASUBRAMANIAM, MARTINEZ-MONTEAGUDO e GUPTA, 2015). A condição adiabática do processo (onde não há transferência de calor entre o meio e o sistema) faz com que, independentemente do tamanho e do formato do alimento, exista pouca variação de temperatura com o aumento da pressão, o que previne que o produto sofra grandes alterações pelo aquecimento. Em geral, dependendo da constituição do alimento, há um aumento na temperatura de aproximadamente 3°C a cada

aumento de 100 MPa (MORAIS, FERREIRA e ROSENTHAL, 2014; HUANG, HSU e WANG, 2020).

A APH tem como objetivo obter produtos seguros, por meio da inativação de microrganismos, mas mantendo as características nutricionais e sensoriais (GUERRERO-BELTRÁN, BARBOSA-CÁNOVAS e SWANSON, 2005). As ligações covalentes são pouco afetadas pelo processamento APH com pressões abaixo de 2000MPa, resultando em mínimos efeitos aos compostos associados à qualidade nutricional e sensorial, como vitaminas e compostos relacionado ao sabor. Já as ligações não covalentes (hidrogênio, interações iônicas e hidrofóbicas) são afetadas, alterando a estrutura macromolecular, como as de enzimas responsáveis pelo metabolismo dos microrganismos (MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; KOUTCHMA *et al.*, 2016; JACOBO-VELÁZQUEZ *et al.*, 2017). A principal limitação do processo é o alto custo para o investimento e a manutenção, além disso, o fato de a maioria dos equipamentos disponíveis serem para processos em batelada, limita a produtividade em relação aos processos convencionais, fazendo com que o preço unitário médio dos produtos APH seja maior do que dos produtos não-APH (WANG e BOHN, 2012; KOUTCHMA *et al.*, 2016; HUANG, HSU e WANG, 2020).

No Brasil até o ano de 2019 não havia legislação que determinasse padrões de qualidade para sucos processados por APH. No entanto, recentemente a Instrução Normativa nº 60 de 23 de dezembro de 2019 foi publicada para estabelecer os novos padrões microbiológicos para alimentos e sua aplicação (BRASIL, 2019). A nova IN estabelece que sucos e outras bebidas submetidas aos processos tecnológicos que visem a redução microbiana e que necessitem de refrigeração devam apresentar ausência de *Salmonella*, contagens inferiores a 10^2 UFC/mL para Enterobacteriaceae e contagens inferiores a 10^2 UFC/mL para bolores e leveduras (BRASIL, 2019). A *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA estipula para sucos de frutas que o processo alcance redução de 5 log do patógeno de preocupação pertinente (FDA, 2004). Já a *Health Canada* determina que sucos de frutas e vegetais sejam pressurizados a 600 MPa, com um tempo de exposição entre 2 e 9 min para prolongar a vida útil (CANADA, 2015). No Brasil ainda não há legislação que determine padrões de processos para sucos processados por APH.

Os principais parâmetros que influenciam a eficácia antimicrobiana da APH são pressão, temperatura, tempo de retenção, características do produto, tipo de embalagem, baroresistência do microrganismo em questão, temperatura de crescimento e fase do crescimento microbiano (KOUTCHMA *et al.*, 2016). A resistência à pressão de certos patógenos geralmente segue esses padrões: microrganismos procarióticos > microrganismos eucarióticos; bactérias Gram-positivas > bactérias Gram-negativas; cocos > bacilos (HUANG, HSU e WANG, 2020).

Alguns estudos relatam que processos APH com pressões acima de 400MPa são capazes de atingir uma redução de *Salmonella* de até 5 log UFC/g em frutas e vegetais (TEO, RAVISHANKAR e SIZER, 2001; BULL *et al.*, 2005; WHITNEY *et al.*, 2007; OGIHARA *et al.*, 2009; MUKHOPADHYAY *et al.*, 2016). Dependendo do nível de pressão (300–500MPa/5 minutos a 8 e 15 °C) foi observado diferentes níveis de inativação de *Salmonella* em purê de melão, sendo que acima de 400 MPa/ 5 min foi reduzido o número do patógeno para menos de 1 log durante 10 dias de armazenamento refrigerado (MUKHOPADHYAY *et al.*, 2016). Por sua vez, *Escherichia coli* parece apresentar maior resistência à pressão quando comparado à *Salmonella*. A maioria dos estudos se concentram na cepa *E. coli* O157:H7 por ser um microrganismo com alto nível de toxicidade e responsável por vários surtos alimentares oriundos de produtos vegetais. Além de ser o patógeno mais resistente ao calor e à acidez em sucos de frutas, apresenta considerável baroresistência (SHAHBAZ *et al.*, 2018). Alguns estudos demonstraram que pressões entre 400-600MPa em diferentes tempos de retenção foram capazes de reduzir este microrganismo em 5 log (LAVINAS *et al.*, 2008; ESPINA *et al.*, 2013; HUANG, YE e CHEN, 2013; MOODY *et al.*, 2014; SHAHBAZ *et al.*, 2016). Lavinas *et al.*

(2008) avaliaram o efeito de diferentes níveis de pressão e tempo (250, 350 e 400 MPa por 3 ou 7 min) na inativação de microrganismos naturalmente presente e de *E. coli* inoculada em suco de caju, e verificaram que o tratamento de 400 MPa/ 3 min foi eficaz para inativar tanto da micropopulação natural, quanto da *E. coli* inoculada, obtendo estabilidade microbiológica de oito semanas de armazenamento a 4°C. No entanto, como a eficácia da APH também depende da composição da matriz alimentar, altas concentrações de açúcares e sais podem exercer um efeito baroprotetor contra a inativação microbiana (SHAHBAZ *et al.*, 2018).

No geral, maiores níveis de pressão são mais eficientes para inativação e manutenção das contagens de bolores e leveduras abaixo do limite de detecção durante o armazenamento refrigerado (CHEN *et al.*, 2013; VEGA-GÁLVEZ *et al.*, 2014). Vega-Gálvez *et al.* (2014) observaram que a inativação de bolores e leveduras alcançada por diferentes tratamentos de pressurização em polpa de groselha dependeu principalmente da intensidade da pressão utilizada, não sendo detectadas contagens desses microrganismos acima de 400 MPa/3 min durante 60 dias de armazenamento refrigerado. Bull *et al.* (2004) e Aaby *et al.* (2018) reportaram resultados semelhantes após o processamento de produtos de frutas a 600 MPa/1 min e 400MPa por 1,5 ou 3 min, respectivamente. No entanto, altos níveis desses microrganismos foram observados no final do período de armazenamento refrigerado. Recentemente, Buerman, Worobo e Padilla-zakour (2020) verificaram que algumas espécies de bolores, inicialmente inativadas por APH (450-600 MPa por 1,5 min) cresceram ao longo do armazenamento, sugerindo que células lesadas foram capazes de se recuperar após o processamento, dependendo da matriz do alimento (pH e aw), espécie de fungo e do tipo de armazenamento. Bactérias aeróbias mesófilas são reconhecidas por serem mais resistentes à pressão que bolores e leveduras (LAVINAS *et al.*, 2008; CHEN *et al.*, 2013; MUKHOPADHYAY *et al.*, 2017). Apesar disso, Mukhopadhyay *et al.* (2017) verificaram que pressões de 500MPa /5 min reduziram as contagens desse grupo de microrganismos a níveis não detectáveis em polpas de melão armazenadas por 10 dias sob refrigeração.

Embora a APH proporcione segurança pela inativação de diferentes microrganismos, um dos maiores desafios é a inativação de enzimas que desempenham papel importante na alteração da cor e na oxidação de compostos bioativos de produtos à base de frutas e vegetais (WOLBANG, FITOS e TREEBY, 2008; MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; KOUTCHMA *et al.*, 2016). De acordo com o que é relatado na literatura, pressões relativamente baixas (100–200 MPa) podem ativar algumas enzimas, enquanto altas pressões (400–1.000 MPa) induzem a inativação. Apesar disso, a inativação dependerá do tipo de suco (composição química), bem como das condições de processamento (nível de pressão, tempo e temperatura), uma vez que, algumas enzimas são mais resistentes à pressão do que outras (MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; KOUTCHMA *et al.*, 2016). Por exemplo, Cao *et al.* (2011) ao avaliarem o efeito da APH 400MPa, 500MPa e 600MPa por 5, 10, 15, 20 e 25 minutos em polpas de morango observaram que quanto maior a pressão e o tempo, maior foi a redução da atividade de PPO. Já em relação à atividade da enzima POD, pressões de 400MPa e 500 MPa no maior tempo possibilitaram as maiores reduções. Por outro lado, 600MPa promoveu um aumento na atividade desta enzima. No entanto, para ambas as enzimas, nenhum dos tratamentos avaliados promoveu a completa inativação enzimática. Resultados semelhantes também foram relatados por (HUANG *et al.*, 2013). Atividades residuais relativamente altas de PPO e POD em amostras tratadas por APH podem induzir o escurecimento enzimático e a formação de compostos de cor ao longo do armazenamento, bem como a degradação de compostos nutricionais e funcionais (OEY *et al.*, 2008). Assim, ressalta-se que as mudanças verificadas na cor ou em características nutricionais ao longo do armazenamento não se devem diretamente ao processo APH, mas sim, às reações enzimáticas que acontecem durante o armazenamento (OEY *et al.*, 2008; MOREIRA *et al.*, 2017) pois, estudos reportam que tratamentos APH não induzem qualquer alteração nas características físico-químicas de pH, acidez, sólidos solúveis, cor e nas características

funcionais de sucos de frutas logo após o processamento (JIMENEZ *et al.*, 2015; KOUTCHMA *et al.*, 2016).

Segundo Oey *et al.* (2008) a APH preserva a cor por apresentar efeito mínimo sobre as ligações covalentes de compostos de baixa peso molecular (pigmentos responsáveis pela cor). Além disso, não provoca redução no conteúdo de compostos fenólicos e de vitamina C em produtos à base de frutas, sendo semelhante aos encontrados nas amostras não tratadas, ou muitas vezes, até maior devido à maior ruptura das células vegetais causada pelas pressões, que provoca o rompimento celular, levando a maior extração desses compostos (HUANG *et al.*, 2013; KOUTCHMA *et al.*, 2016; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017; SALAZAR *et al.*, 2020).

Queiroz *et al.* (2010) avaliaram o impacto do processamento da APH (250 e 400 MPa por 3, 5 e 7 min) sobre o teor de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante do suco de caju. Os resultados demonstraram que houve redução mínima no teor de vitamina C e na capacidade antioxidante na máxima condição de pressão e tempo estudados (400 MPa/ 7 min). Já os tratamentos a pressões de 250 e 400 MPa por 3 e 5 min apresentaram conteúdos significativamente maiores para compostos fenólicos (17-28%), sugerindo maior extração desses compostos a essas pressões.

Por outro lado, Moreira *et al.* (2017) ao avaliarem suco misto tropical de juçara e manga ubá observaram que os sucos tratados termicamente apresentaram maior capacidade antioxidante em relação ao suco fresco e pressurizado (600 MPa/ 5 min), o qual foi relacionado à inativação de enzimas oxidativas e consequente manutenção dos componentes responsáveis por tal funcionalidade. Embora diferenças significativas tenham sido encontradas em relação aos compostos estudados, o processamento de APH manteve, durante a estocagem, alto conteúdo desses compostos. Além disso, foi eficiente quanto à segurança do suco misto, bem como alcançou boa aceitação sensorial.

Ferrari, Maresca e Ciccarone (2010) avaliaram o efeito de diferentes APH (400 a 600 MPa), tempos (5 e 10 min) e temperaturas (25, 45 e 50 °C) sobre o conteúdo de antocianina no suco de romã. Os resultados demonstraram que em temperatura ambiente (25°C), a concentração de antocianinas diminuiu com o aumento da pressão e tempo de processamento. No entanto, à 50 °C / 10 min as concentrações de antocianinas foram significativamente maiores que os demais tratamentos e o suco fresco. Os resultados refletem uma possível redução da atividade enzimática quando temperaturas mais elevadas foram utilizadas.

Koutchma *et al.* (2016) revisaram o efeito da APH sobre o conteúdo e atividade de compostos bioativos, tais como vitaminas, polifenóis e antioxidantes, em diferentes sucos de frutas e vegetais. Os autores relataram que a pressão média aplicada em 47 estudos foi de 525 ± 167 MPa, sendo 600 MPa a mais comum, com tempo variando de 1 a 60 min. Já a temperatura média utilizada nos estudos foi de 25 ± 12 °C. Em relação ao parâmetro nutricional, os autores observaram que a vitamina C foi o composto mais avaliado após o tratamento de APH, verificando que a maioria dos estudos mostraram uma excelente retenção do conteúdo da vitamina C, em média $92,1\% \pm 9,6$. Além disso, a alta pressão provocou um aumento no conteúdo de carotenoides nos sucos estudados. Em relação a capacidade antioxidante e conteúdo de compostos fenólicos, os autores identificaram 15 estudos que avaliaram esses parâmetros, os quais utilizaram pressões entre 250 a 600 MPa, temperaturas de 20 a 35 °C e tempos de exposição de 3 a 60 min. Semelhante à vitamina C, o efeito da pressurização nesses compostos foi mínimo e bastante consistente entre os estudos avaliados. Esses resultados, porém, enfocaram o efeito da APH logo após os sucos serem processados, não refletindo, portanto, o conteúdo ao longo do armazenamento.

A maioria das pesquisas se concentram na quantificação dos compostos nutricionais e funcionais presentes em diferentes tipos de sucos de fruta, tanto em suco fresco, tratado termicamente, bem como por meio do uso da tecnologia APH. No entanto, em termos de nutrição e funcionalidade, não é suficiente apenas determinar o conteúdo total de nutrientes

e/ou compostos bioativos. Faz-se necessário saber a quantidade de composto liberado da matriz durante a digestão gastrointestinal que fica disponível para absorção no intestino (DE LIMA *et al.*, 2014). Além disso, compreender como as novas tecnologias de processamento afetam a bioacessibilidade de vitaminas e outros componentes do alimento é aspecto importante na avaliação do método de processamento (GUPTA *et al.*, 2011). Dessa forma, o efeito da APH na bioacessibilidade deve ser investigado.

4.1 Bioacessibilidade vs. APH

A bioacessibilidade pode ser definida como a quantidade de nutriente/compostos bioativos que é liberado após a digestão do alimento no trato gastrointestinal e está disponível para absorção (CARBONELL-CAPELLA *et al.*, 2014; CILLA *et al.*, 2018). Estudos *in vivo* fornecem informações mais específicas sobre a biodisponibilidade (fração do nutriente/composto bioativo ingerido que atinge a circulação sistêmica para ser utilizado pelo organismo) de nutrientes ou compostos bioativos; no entanto, modelos de digestão *in vitro* são considerados metodologias úteis para estimar a pré-absorção de nutrientes e compostos bioativos dos alimentos (ALMINGER *et al.*, 2014).

Como visto, a influência da APH logo após o processamento sobre a retenção e manutenção de compostos bioativos presente em sucos de frutas e vegetais vem sendo investigada (FERRARI, MARESCA e CICCARONE, 2010; QUEIROZ *et al.*, 2010; KOUTCHMA *et al.*, 2016; BŁASZCZAK, AMAROWICZ e GÓRECKI, 2017; MOREIRA *et al.*, 2017). No entanto, estudos sobre o impacto da tecnologia na bioacessibilidade dos nutrientes de bebidas à base de frutas está se iniciando (GUPTA *et al.*, 2011; CILLA *et al.*, 2012; RODRÍGUEZ-ROQUE *et al.*, 2015; RODRIGUEZ-ROQUE *et al.*, 2016). Porém, até o momento, nenhum estudo foi encontrado na literatura em relação ao suco misto tropical.

CILLA *et al.* (2012) avaliaram o efeito da APH (400 MPa/5 min a 40 °C) sobre a bioacessibilidade de compostos nutricionais de bebidas de frutas com leite integral, leite desnatado ou leite de soja. Os resultados demonstraram que a pressurização provocou redução significativa na bioacessibilidade de carotenoides e vitamina C nas três bebidas. No entanto, manteve a bioacessibilidade de tocoferóis nas bebidas com leite integral e desnatado. RODRÍGUEZ-ROQUE *et al.* (2015) verificaram que a APH e o campo elétrico pulsado melhoraram ou não alteraram a bioacessibilidade da vitamina C e de certos compostos fenólicos, em comparação com as bebidas controle (não processadas). Por outro lado, o estudo demonstrou redução na bioacessibilidade da maioria desses compostos para bebidas tratadas termicamente. Os mesmos autores estudaram o efeito de da APH, campo elétrico pulsado e tratamento térmico no conteúdo de carotenoides em três bebidas à base de uma mistura de frutas (laranja, Kiwi, abacaxi e manga) formuladas com água, leite ou leite de soja e reportaram redução da bioacessibilidade de carotenoides após as três tecnologias (RODRIGUEZ-ROQUE *et al.*, 2016). Por outro lado, Aschoff *et al.* (2015) verificaram que a pasteurização (90°C/ 1min) melhorou significativamente a estabilidade da vitamina C de suco de laranja durante a digestão *in vitro* quando comparado ao suco não processado e ao homogeneizado a alta pressão. As diferenças entre as matrizes, processos e também métodos de avaliar a digestão *in vitro* refletem divergências entre os poucos estudos que avaliaram o efeito do processamento na bioacessibilidade de compostos funcionais em bebidas à base de frutas justificando a necessidade de mais pesquisas na área.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AABY, K. *et al.* Effect of high pressure and thermal processing on shelf life and quality of strawberry purée and juice. **Food Chemistry**, v. 260, p. 115-123, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618305338> >.
- ABADIO, F. D. B. *et al.* The effect of extrinsic product attributes of pineapple juice on consumer intention to purchase. **Journal of International Food & Agribusiness Marketing**, 22, p. 125-142, 2010. Disponível em: <10.1080/08974430903372963>.
- ALCAIRE, F. *et al.* Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45-50, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917300819> >.
- ALMINGER, M. *et al.* In vitro models for studying secondary plant metabolite digestion and bioaccessibility. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 4, p. 413-436, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12081> >.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 66, p. 01-09, 2007. Disponível em: < http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S007398552007000100001&rm=iso >.
- ANGIOLILLO, L.; DEL NOBILE, M. A.; CONTE, A. The extraction of bioactive compounds from food residues using microwaves. **Current Opinion in Food Science**, v. 5, p. 93-98, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799315001265> >.
- APAOLAZA, V. *et al.* Eat organic – Feel good? The relationship between organic food consumption, health concern and subjective wellbeing. **Food Quality and Preference**, v. 63, p. 51-62, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329317301702> >.
- ARES, G.; JAEGER, S. R.. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome. In: DELARUE; LAWLOR, *et al.* (Ed.). **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods**. Sawston, Cambridge: Elsevier Ltd., v.1, 2015. cap. 11, p.584.
- ARES, G. *et al.* Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. **Food Quality and Preference**, v. 45, p. 75-86, 2015a. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315001275> >.
- ARES, G. *et al.* Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014a. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314000573> >.
- ARES, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87-95, 2014b. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314000536> >.
- ARES, G. *et al.* Consumers' associations with wellbeing in a food-related context: A cross-cultural study. **Food Quality and Preference**, v. 40, n. Part B, p. 304-315, 2015b. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314001207> >.
- ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; DELIZA, R. Influence of three non-sensory factors on consumer choice of functional yogurts over regular ones. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 4, p. 361-367, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329309001487> >.
- ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 7, p. 636-643, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329308000748> >.
- ARES, G. *et al.* Social representations of breastfeeding and infant formula: An exploratory study with mothers and health professionals to inform policy making. **Appetite**, v. 151, p. 104683, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019566632030177X> >.

- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141-153, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312001838> >.
- _____. A comparison of five methodological variants of emoji questionnaires for measuring product elicited emotional associations: An application with seafood among Chinese consumers. **Food Research International**, v. 99, n. Part 1, p. 216-228, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917301898> >.
- ARES, G. *et al.* Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, v. 31, p. 135-141, 2014c. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329313001444> >.
- ARES, G.; VARELA, P. Authors' reply to commentaries on Ares and Varela. **Food Quality and Preference**, v. 61, p. 100-102, 2017a. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329317300630> >.
- _____. Trained vs. consumer panels for analytical testing: Fueling a long lasting debate in the field. **Food Quality and Preference**, v. 61, n. Supplement C, p. 79-86, 2017b. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316302117> >.
- _____. Consumer-based methodologies for sensory characterization. In: ARES, G. e VARELA, P. (Ed.). **Methods in Consumer Research, Volume 1**: Woodhead Publishing, 2018. p.187-209.
- ASCHOFF, J. K. *et al.* In Vitro Bioaccessibility of Carotenoids, Flavonoids, and Vitamin C from Differently Processed Oranges and Orange Juices [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 2, p. 578-587, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf505297t> >.
- ASIOLI, D. *et al.* A discussion of recent methodologies for combining sensory and extrinsic product properties in consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 266-273, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316300672> >.
- BALASUBRAMANIAM, V. M.; MARTINEZ-MONTEAGUDO, S.; GUPTA, R. Principles and application of high pressure based technologies in the food industry. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 6, 2015.
- BELWAL, T. *et al.* Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia spp.*) and its potential as functional food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 74, p. 99-106, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417306805> >.
- BERNARDO, C. O. *et al.* Impact of extruded sorghum genotypes on the rehydration and sensory properties of soluble beverages and the Brazilian consumers' perception of sorghum and cereal beverage using word association. **Journal of Cereal Science**, v. 89, p. 102793, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521019302152> >.
- BŁASZCZAK, W.; AMAROWICZ, R.; GÓRECKI, A. R. Antioxidant capacity, phenolic composition and microbial stability of aronia juice subjected to high hydrostatic pressure processing. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 39, p. 141-147, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856416307810> >.
- BOTELHO, A. *et al.* The effect of sequential information on consumers' willingness to pay for credence food attributes. **Appetite**, v. 118, n. Supplement C, p. 17-25, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666317310814> >.
- BRASIL. **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasil: ANVISA: 6 p. 2005.
- _____. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil: MAPA 2009.
- _____. **Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão**. Ministério da Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não-transmissíveis e Promoção da Saúde. Brasil. 1: 44 p. 2016.
- _____. **RDCNº 331, de 23 de dezembro de 2019**. Ministério da Saúde. Agência nacional de vigilância Sanitária. Brasil. ANVISA: 36 p. 2019.

- BRITO, E. D. S. **Avaliação da capacidade antioxidante de variedades de melão (*Cucumis melo L.*) comercializadas no Brasil e determinação do teor de glutathione reduzida (GSH)**. . 2017. 130 (Doutorado em Ciência de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, , Universidade Estadual de Campinas, Campinas.2017.
- BROINIZI, P. R. B. *et al.* Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 902-908, 2007.
- BRUG, J. *et al.* Psychosocial determinants of fruit and vegetable consumption among adults: Results of focus group interviews. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 2, p. 99-107, 1995. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/095032939598554V> >.
- BUERMAN, E. C.; WOROBO, R. W.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. High pressure processing of spoilage fungi as affected by water activity in a diluted apple juice concentrate. **Food Control**, v. 107, p. 106779, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713519303688> >.
- BULL, M. K. *et al.* Toward validation of process criteria for high-pressure processing of orange juice with predictive models. **Journal of Food Protection**, v. 68, n. 5, p. 949-954, 2005. Disponível em: < <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.5.949> >. Acesso em: 4/20/2020.
- BULL, M. K. *et al.* The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 5, n. 2, p. 135-149, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856404000050> >.
- BUTZ, P. *et al.* Consumer attitudes to high pressure food processing. **Food, Agriculture & Environment**, v. 1, n. 1, p. 30-34, 2003.
- CAMIRO-CABRERA, M. *et al.* High hydrostatic pressure and temperature applied to preserve the antioxidant compounds of mango pulp (*Mangifera indica L.*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 4, p. 639-649, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-016-1844-5> >.
- CANADA, Health. **Novel food information: High pressure processing (hpp)-treated raw fruit juices**. Ottawa, Ontário: Health Canada 2015.
- CAO, X. *et al.* Changes of quality of high hydrostatic pressure processed cloudy and clear strawberry juices during storage. **Innovative food science & emerging technologies**, v. 16, p. 181-190, 2012. Disponível em: < <http://europemc.org/abstract/AGR/IND500603351> > .
- CAO, X. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure on enzymes, phenolic compounds, anthocyanins, polymeric color and color of strawberry pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 5, p. 877-885, 2011. Disponível em: < <https://online.library.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.4260> >.
- CAPPATO, L. P. *et al.* Whey acerola-flavoured drink submitted ohmic heating: bioactive compounds, antioxidant capacity, thermal behavior, water mobility, fatty acid profile and volatile compounds. **Food Chemistry**, v. 263, p. 81-88, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618307556> >.
- CARBONELL-CAPELLA, J. M. *et al.* Analytical methods for determining bioavailability and bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, n. 2, p. 155-171, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12049> >.
- CARDELLO, A. V.; SCHUTZ, H. G.; LESHNER, L. L. Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 1, p. 73-83, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856406000580> >.
- CARDOSO, J. M. P.; BOLINI, H. M. A. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, n. 6, p. 804-816, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.2008.00187.x> >.
- CARR, A.; FREI, B. Does vitamin C act as a pro-oxidant under physiological conditions? **The FASEB Journal**, v. 13, n. 9, p. 1007-1024, 1999. Disponível em: < <http://www.fasebj.org/content/13/9/1007.abstract> >.

- CARRATÙ, B.; SAMZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. **Ann Ist Super Sanità** v. 41, n. 1, p. 7-16, 2005.
- CAVALCANTI, A. K. D. O. Nanoencapsulação de carotenoides de melão Cantaloupe (*Cucumis Melo L. reticulatus Naud.*): caracterização de partículas, avaliação da solubilidade em água e estabilidade de cor em iogurte. 2018. 88 (Dissertação (Mestrado em Nutrição)). Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.2018.
- CERJAK, M.; KAROLYI, D.; KOVAČIĆ, D. Effect of information about pig breed on consumers' acceptability of dry sausage. **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 2, p. 128-134, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00329.x> >.
- CHATTERJEE, I. B. *et al.* Synthesis and some major functions of vitamin c in animals*. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 258, n. 1, p. 24-47, 1975. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1749-6632.1975.tb29266.x> >.
- CHEN, D. *et al.* Comparative study of quality of cloudy pomegranate juice treated by high hydrostatic pressure and high temperature short time. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 19, p. 85-94, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146685641300043X> >.
- CHEN, Q.; ANDERS, S.; AN, H. Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 2, p. 419-428, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312002029> >.
- CHIKH-ROUHO, H. *et al.* Fruit quality assessment and characterization of melon genotypes. **International Journal of Vegetable Science**, p. 1-17, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/19315260.2019.1692268> >.
- CILLA, A. *et al.* Bioaccessibility of tocopherols, carotenoids, and ascorbic acid from milk- and soy-based fruit beverages: influence of food matrix and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 29, p. 7282-7290, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf301165r> >.
- CILLA, A. *et al.* Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds – A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 68, p. 3-15, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157517300261> >.
- CLIFF, M.; NOBLE, A. C. Time-intensity evaluation of sweetness and fruitiness and their interaction in a model solution. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 2, p. 450-454, 1990. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1990.tb06784.x> >.
- COOBEET. What is hpp? Why don't you hpp at the cocobeet juice bar? 2014. Disponível em:<<http://cocobeet.com/truly-fresh-juices-hpp-cocobeet-juice-bar/>>.
- COPPOLA, A.; VERNEAU, F. **Food neophobia in consumers**. 2018. In: Reference Module in Food Science. Disponível em:< DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21442-X>.
- COPPOLA, A.; VERNEAU, F.; CARACCILO, F. Neophobia in food consumption: an empirical application of the FTNS scale in southern Italy. **Italian Journal of Food Science**, v. 26, n. 1, p. 81-90, 2014.
- COX, D. N.; EVANS, G. Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 8, p. 704-710, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329308000621> >.
- CURI, P. N. *et al.* Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 37, p. 308-314, 2017.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900.
- DE ABREU, F. P. *et al.* Cashew apple (*Anacardium occidentale L.*) extract from by-product of juice processing: A focus on carotenoids. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 25-31, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612015403> >.
- DE ANDRADE, J. C. *et al.* Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. **Meat Science**, v. 117, p. 68-74, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016300560> >.

- DE BRITO, E. S. *et al.* Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1112-1118, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607001896> >.
- DE LIMA, A. C. S. *et al.* In vitro bioaccessibility of copper, iron, zinc and antioxidant compounds of whole cashew apple juice and cashew apple fibre (*Anacardium occidentale* L.) following simulated gastro-intestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 161, p. 142-147, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614005263> >.
- DE SOUSA, P. H. M. *et al.* Storage stability of a tropical fruit (cashew apple, acerola, papaya, guava and passion fruit) mixed nectar added caffeine. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 10, p. 2162-2166, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02383.x> >.
- DE STEUR, H.; ODONGO, W.; GELLYNCK, X. Applying the food technology neophobia scale in a developing country context. A case-study on processed matooke (cooking banana) flour in Central Uganda. **Appetite**, v. 96, p. 391-398, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019566631530060X> >.
- DELARUE, J. The use of rapid sensory methods in R&D and research: an introduction. In: (Ed.). **Rapid Sensory Profiling Techniques**: Woodhead Publishing, 2015. p.3-25.
- DELIZA, R. Expectations: blind/informed testing. In: ARES, G. e VARELA, P. (Ed.). **Methods in Consumer Research, Volume 1**: Woodhead Publishing, 2018. p.451-483.
- DELIZA, R.; ARES, G. Consumer perception of novel technologies. In: SPRINGER (Ed.). **Fruit Preservation - Novel and Conventional Technologies**. New York: Springer, v.1, 2018. p.1-20.
- DELIZA, R.; MacFIE, H. J. H. The generation of sensory expectation by external cues and its effect on sensory perception and hedonic ratings: A review. **Journal of Sensory Studies**, v. 11, n. 2, p. 103-128, 1996. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.1996.tb00036.x> >.
- DELIZA, R. *et al.* Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 1, p. 241-246, 2005. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877404003425> >.
- DIMONACO, R. *et al.* Strategies to reduce sugars in food. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 92-97, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799317301017> >.
- DIJKSTERHUIS, G. New product failure: Five potential sources discussed. **Trends in Food Science & Technology**, v. 50, n. Supplement C, p. 243-248, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416000194> >.
- DOISE, W.; CLEMENCE, A.; LORENZI-CIOLDI, F. **The quantitative analysis of social representations** London: Harvester Wheatsheaf, 1993.
- DONOGHUE, S. Projective techniques in Consumer Research. **J. Fam. Ecol. Consum. Sci.**, v. 28, 2000.
- DUBOIS, G. E.; PRAKASH, I. Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, n. 1, p. 353-380, 2012. Disponível em: < <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-food-022811-101236> >.
- ELDESOUKY, A.; PULIDO, A. F.; MESIAS, F. J. The role of packaging and presentation format in consumers' preferences for food: an application of projective techniques. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 5, p. 360-369, 2015. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/joss.12162> >.
- ESMERINO, E. A. *et al.* Consumers' perceptions toward 3 different fermented dairy products: Insights from focus groups, word association, and projective mapping. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8849-8860, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217308159> >.
- ESPINA, L. *et al.* Synergistic combinations of high hydrostatic pressure and essential oils or their constituents and their use in preservation of fruit juices. **International Journal of Food Microbiology**, v. 161, n. 1, p. 23-30, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016816051200606X> >.

- EVANS, G. *et al.* Reliability and predictive validity of the food technology neophobia scale. **Appetite**, v. 54, n. 2, p. 390-393, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666309006758> >.
- FAO. Faostat – Statistics Database., 2020a. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. _____ **Major tropical fruits: Preliminary market results 2019**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations: 24 p. 2020b.
- FARAONI, A. S. *et al.* Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v. 42, p. 911-917, 2012. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000500025&nrm=iso >.
- FARCUH, M. *et al.* Texture diversity in melon (*Cucumis melo L.*): Sensory and physical assessments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 159, p. 111024, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925521419306325> >.
- FDA, U.S.A. **Guidance for industry: Juice HACCP hazards and controls Guidance**. NUTRITION, EUA: Food and Drug Administration 2004.
- FERRARI, G.; MARESCA, P.; CICCARONE, R. The application of high hydrostatic pressure for the stabilization of functional foods: Pomegranate juice. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 245-253, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877410001871> >.
- FREWER, L. J. *et al.* Consumer response to novel agri-food technologies: Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 8, p. 442-456, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092422441100094X> >.
- FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Desenvolvimento Regional Sustentável: Fruticultura - Caju**. Brasília: Banco do Brasil, 2010. Disponível em: < <http://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol4FruticCaju.pdf>>.
- GÁMBARO, A. Projective techniques to study consumer perception of food. **Current Opinion in Food Science**, v. 21, p. 46-50, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799317302308> >.
- GÁMBARO, A.; ELLIS, A. C. Exploring consumer perception about the different types of chocolate. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 307-316, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232012000400006&nrm=iso >.
- GRUNERT, K. G. *et al.* Consumer-oriented innovation in the food and personal care products sectors: understanding consumers and using their insights in the innovation process1. In: (Ed.). **Consumer-Driven Innovation in Food and Personal Care Products**: Woodhead Publishing, 2010. p.3-24.
- GUERRERO-BELTRÁN, J. A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; SWANSON, B. G. High hydrostatic pressure processing of fruit and vegetable products. **Food Reviews International**, v. 21, n. 4, p. 411-425, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/87559120500224827> >.
- GUERRERO, L. *et al.* Perception of traditional food products in six European regions using free word association. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 2, p. 225-233, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329309000858> >.
- GUPTA, R. *et al.* Combined pressure–temperature effects on carotenoid retention and bioaccessibility in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 14, p. 7808-7817, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf200575t> >.
- HARTMAN, H. *et al.* Psychosocial determinants of fruit and vegetable consumption among students in a New Zealand university. Results of focus group interviews. **Appetite**, v. 65, p. 35-42, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666313000585> >.
- HIRSH, K. W.; TREE, J. J. Word association norms for two cohorts of British adults. **Journal of Neurolinguistics**, v. 14, n. 1, p. 1-44, 2001. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0911604400000026> >.

- HOVARDAS, T.; KORFIATIS, K. J. Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. **Learning and Instruction**, v. 16, n. 5, p. 416-432, 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475206000727> >.
- HUANG, H.-W.; HSU, C.-P.; WANG, C.-Y. Healthy expectations of high hydrostatic pressure treatment in food processing industry. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 28, n. 1, p. 1-13, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949819300973> >.
- HUANG, W. *et al.* Comparative study of enzymes, phenolics, carotenoids and color of apricot nectars treated by high hydrostatic pressure and high temperature short time. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 18, p. 74-82, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413000027> >.
- HUANG, Y.; YE, M.; CHEN, H. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella spp.* in strawberry puree by high hydrostatic pressure with/without subsequent frozen storage. **International Journal of Food Microbiology**, v. 160, n. 3, p. 337-343, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160512005831> >.
- IBGE. **Censo Agro 2017**. ESTATÍSTICA, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasil 2020. Disponível em < https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76263>.
- IDEC. **Menos saudáveis do que parecem**. IDEC. Rio de Janeiro 2010. Disponível em: < <https://idec.org.br/em-acao/revista/140/materia/menos-saudaveis-do-que-parecem>>.
- INYANG, U. E.; ABAH, U. J. Chemical composition and organoleptic evaluation of juice from steamed cashew apple blended with orange juice. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 50, n. 4, p. 295-300, 1997. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/BF02436076> >.
- JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A. *et al.* Nonthermal processing technologies as elicitors to induce the biosynthesis and accumulation of nutraceuticals in plant foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 60, n. Supplement C, p. 80-87, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416301194> >.
- JAEGER, S. R. *et al.* What does it mean to check-all-that-apply? Four case studies with beverages. **Food Quality and Preference**, v. 80, p. 103794, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329319303817> >.
- JAEGER, S. R. *et al.* Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 56-67, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329313000578> >.
- JAEGER, S. R. *et al.* Can emoji be used as a direct method to measure emotional associations to food names? Preliminary investigations with consumers in USA and China. **Food Quality and Preference**, v. 56, n. Part A, p. 38-48, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316301781> >.
- JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, C. *et al.* Alternatives to conventional thermal treatments in fruit-juice processing. Part 1: Techniques and applications. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 3, p. 501-523, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2013.867828> >.
- JIMENEZ, C. *et al.* Alternatives to conventional thermal treatments in fruit-juice processing. part 2: effect on composition, phytochemical content, and physicochemical, rheological, and organoleptic properties of fruit juices. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, 2015.
- KEMP, S. E. Consumers as part of food and beverage industry innovation In: (Ed.). **Innovation in the Food and Beverage Industry**: Woodhead Publishing, 2013. p.109-138.
- KOUTCHMA, T. *et al.* Effects of ultraviolet light and high-pressure processing on quality and health-related constituents of fresh juice products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 5, p. 844-867, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12214> >.
- LABBE, D. *et al.* Subthreshold olfactory stimulation can enhance sweetness. **Chemical Senses**, v. 32, n. 3, p. 205-214, 2007. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/chemse/bjl040> >. Acesso em: 4/13/2020.

- LABOISSIÈRE, L. H. E. S. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 4, p. 469-477, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407000549> >.
- LAVINAS, F. C. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice preservation. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 6, p. M273-M277, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00791.x> >.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and practices 2**. New York: Springer-Verlag New York, 2010.
- LAWRENCE, G. *et al.* Using cross-modal interactions to counterbalance salt reduction in solid foods. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 2, p. 103-110, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694610001962> >.
- LEE, P. Y. *et al.* Effect of information on Chinese consumers' perceptions and purchase intention for beverages processed by High Pressure Processing, Pulsed-Electric Field and Heat Treatment. **Food Quality and Preference**, v. 40, p. 16-23, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314001748> >.
- LEITE, T.; AUGUSTO, P.; CRISTIANINI, M. **Using High Pressure Homogenization (HPH) to Change the Physical Properties of Cashew Apple Juice**. 2014.
- LIMA, M.; ARES, G.; DELIZA, R. Comparison of two sugar reduction strategies with children: Case study with grape nectars. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 163-167, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329318303227> >.
- LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. Public health: The toxic truth about sugar. **Nature**, v. 482, n. 7383, p. 27-29, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1038/482027a> >.
- MAIA, G. A. *et al.* Development of mixed beverages based on tropical fruits. In: GRUMEZESCU, A. M. e HOLBAN, A. M. (Ed.). **Non-Alcoholic Beverages**: Woodhead Publishing, 2019. p.129-162.
- MANELA-AZULAY, M. *et al.* Vitamina C. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 78, p. 265-272, 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962003000300002&nrm=iso >.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. **Food Research International**, v. 125, p. 108555, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919304338> >.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* How do processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice? **International Journal of Food Science & Technology**, v. n/a, n. n/a, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14519> >.
- MATIN, A. H. *et al.* Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? **International Journal of Consumer Studies**, v. 36, n. 2, p. 149-157, 2012. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1470-6431.2011.01090.x> >.
- MEYERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, v. 49, p. 1-10, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315300045> >.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com o consumidor**. Viçosa: UFV, 332p., 2013.
- MIREAUX, M. *et al.* An adaptation of repertory grid methodology to evaluate Australian consumers' perceptions of food products produced by novel technologies. **Food Quality and Preference**, v. 18, n. 6, p. 834-848, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329307000225> >.
- MOODY, A. *et al.* A comprehensive study on the inactivation of *Escherichia coli* under nonthermal technologies: High hydrostatic pressure, pulsed electric fields and ultrasound. **Food Control**, v. 37, p. 305-314, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713513004982> >.
- MORAIS, A. C. N. D.; FERREIRA, E. H. D. R.; ROSENTHAL, A. Aplicação de alta pressão isostática na produção de derivados lácteos: Uma revisão. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 5, p. 357-374, 2014.

- MOREIRA, R. M. *et al.* Development of a *juçara* and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, n. Supplement C, p. 259-268, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816307216> >.
- MOURA, C. F. H. *et al.* Acerola—*Malpighia emarginata*. In: RODRIGUES, S.; DE OLIVEIRA SILVA, E., *et al.* (Ed.). **Exotic Fruits**: Academic Press, 2018. p.7-14.
- MÚJICA-PAZ, H. *et al.* High-pressure processing technologies for the pasteurization and sterilization of foods. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 6, p. 969, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0543-5> >.
- MUKHOPADHYAY, S. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure processing on the background microbial loads and quality of cantaloupe puree. **Food Research International**, v. 91, p. 55-62, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916305877> >.
- MUKHOPADHYAY, S. *et al.* Inactivation of *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in cantaloupe puree by high hydrostatic pressure with/without added ascorbic acid. **International Journal of Food Microbiology**, v. 235, p. 77-84, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168160516303580> >.
- NASCIMENTO, K. *et al.* Alta pressão hidrostática: tecnologia empregada no processamento de alimentos. **Acta Tecnológica**, v. 8, p. 63-70, 2013.
- NGUYEN, Q. C. *et al.* Understanding the role of dynamic texture perception in consumers' expectations of satiety and satiation. A case study on barley bread. **Food Quality and Preference**, v. 62, n. Supplement C, p. 218-226, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329317301428> >.
- NIELSEN, H. B. *et al.* Consumer perception of the use of high-pressure processing and pulsed electric field technologies in food production. **Appetite**, v. 52, n. 1, p. 115-126, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666308005540> >.
- NORONHA, R. L. F. D.; DELIZA, R.; SILVA, M. A. A. P. D. A expectativa do consumidor e seus efeitos na avaliação sensorial e aceitação de produtos alimentícios **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 16, n. 3, p. 299-308, 2005.
- OEY, I. *et al.* Effect of high-pressure processing on colour, texture and flavour of fruit- and vegetable-based food products: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 6, p. 320-328, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224408001118> >.
- OGIHARA, H. *et al.* Synergistic effect of high hydrostatic pressure treatment and food additives on the inactivation of *Salmonella enteritidis*. **Food Control**, v. 20, n. 11, p. 963-966, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713508003150> >.
- OLIVEIRA, D. *et al.* Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. **Food Research International**, v. 75, n. Supplement C, p. 148-156, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915300387> >.
- OLIVEIRA, D. *et al.* Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. **Food Research International**, v. 89, n. Part 1, p. 448-453, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916303477> >.
- OLIVEIRA, L. S. *et al.* The influence of processing and long-term storage on the antioxidant metabolism of acerola (*Malpighia emarginata*) purée. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, p. 151-160, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202011000200007&nrm=iso >.
- OPPERMANN, A. K. L. *et al.* Comparison of Rate-All-That-Apply (RATA) and Descriptive sensory Analysis (DA) of model double emulsions with subtle perceptual differences. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 55-68, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316301987> >.
- PAZ, M. *et al.* Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462-468, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614014782> >.

- PEREIRA, A. C. D. S. *et al.* Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**, v. 157, p. 179-185, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614001228> >.
- PIQUERAS-FISZMAN, B. Open-ended questions in sensory testing practice. In: (Ed.). **Rapid Sensory Profiling Techniques**: Woodhead Publishing, 2015. p.247-267.
- PIQUERAS-FISZMAN, B.; JAEGER, S. R. The incidental influence of memories of past eating occasions on consumers' emotional responses to food and food-related behaviors. **Frontiers in Psychology**, v. 7, n. 943, 2016. Disponível em: < <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpsyg.2016.00943> >.
- PIQUERAS-FISZMAN, B.; SPENCE, C. Sensory expectations based on product-extrinsic food cues: An interdisciplinary review of the empirical evidence and theoretical accounts. **Food Quality and Preference**, v. 40, n. Part A, p. 165-179, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314001980> >.
- PLINER, P.; HOB DEN, K. Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. **Appetite**, v. 19, n. 2, p. 105-120, 1992. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/019566639290014W> >.
- POINOT, P. *et al.* How can aroma-related cross-modal interactions be analysed? A review of current methodologies. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 304-316, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312002017> >.
- POLLARD, J.; KIRK, S. F. L.; CADE, J. E. Factors affecting food choice in relation to fruit and vegetable intake: a review. **Nutrition Research Reviews**, v. 15, n. 2, p. 373-387, 2002. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/article/factors-affecting-food-choice-in-relation-to-fruit-and-vegetable-intake-a-review/10E9F71AC1F88DEAC917088E9D2C3290> >.
- PONTUAL, I. *et al.* Assessing consumer expectations about pizza: A study on celiac and non-celiac individuals using the word association technique. **Food Research International**, v. 94, p. 1-5, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917300285> >.
- PRAKASH, A.; BASKARAN, R. Acerola, an untapped functional superfruit: a review on latest frontiers. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 9, p. 3373-3384, 2018. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6098779/> >.
- PRESCOTT, J. Multisensory processes in flavour perception and their influence on food choice. **Current Opinion in Food Science**, v. 3, p. 47-52, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221479931500048X> >.
- QUEIROZ, C. *et al.* Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1459-1462, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911001785> >.
- QUEIROZ, C. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity in cashew apple juice. **High Pressure Research**, v. 30, n. 4, p. 507-513, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/08957959.2010.530598> >.
- ROASCIO-ALBISTUR, A.; GÁMBARO, A.; IVANKOVICH, C. Consumers' perception of olive oil-based dressings evaluated by complementary techniques: Focus group and word association. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 18, p. 100176, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878450X18300416> >.
- RODRÍGUEZ-ROQUE, M. J. *et al.* Impact of food matrix and processing on the in vitro bioaccessibility of vitamin C, phenolic compounds, and hydrophilic antioxidant activity from fruit juice-based beverages. **Journal of Functional Foods**, v. 14, n. Supplement C, p. 33-43, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464615000249> >.
- RODRIGUEZ-ROQUE, M. J. *et al.* Food based beverages matrix and processing influence on carotenoid bioaccessibility and lipophilic antioxidant activity of fruit juice-. **Food & Function**, v. 7, n. 1, p. 380-389, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1039/C5FO01060H> >.
- ROMANO, K. R.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. **Food Research International**, v. 74, n. Supplement C, p. 123-130, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915001969> >.

- RONTELTAP, A. *et al.* Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. **Appetite**, v. 49, n. 1, p. 1-17, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666307000189> >.
- ROSS, T. P. The reliability of cluster and switch scores for the Controlled Oral Word Association Test. **Archives of Clinical Neuropsychology**, v. 18, n. 2, p. 153-164, 2003. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0887617701001925> >.
- ROZIN, P. The Selection of Foods by Rats, Humans, and Other Animals. In: ROSENBLATT, J. S.; HINDE, R. A., *et al* (Ed.). **Advances in the Study of Behavior**: Academic Press, v.6, 1976. p.21-76.
- RUFINO, M. D. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237 (Doutorado). Fitotecnia Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró.2008.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610001172> >.
- SABBE, S.; DAMME, P. V.; VERBEKE, W. European Market Environment for Selected Latin American Tropical Fruit Species. In: HORTICULTURAE, A., 4th International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits.2013, Bogor. Acta Horticulturae.
- SALAZAR, F. A. *et al.* HHP Influence on food quality and bioactive compounds: A Review of the Last Decade. In: (Ed.). **Reference Module in Food Science**: Elsevier, 2020.
- SCHMITT, N. Quantifying word association responses: what is native-like? **System**, v. 26, n. 3, p. 389-401, 1998. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0346251X98000190> >.
- SCHWARTZ, C.; ISSANCHOU, S.; NICKLAUS, S. Developmental changes in the acceptance of the five basic tastes in the first year of life. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n. 9, p. 1375-1385, 2009. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/article/developmental-changes-in-the-acceptance-of-the-five-basic-tastes-in-the-first-year-of-life/D41BDA4FA18D7438619A674C1C133A61> >.
- SEBRAE. **O cultivo e o mercado do melão**. 2016. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-domelao,5a8837b644134410VgnVCM2000003c74010aRCRD>>.
- SERRANO, L. A. L.; PESSOA, P. F. A. D. P. **Sistema de Produção do Caju**. Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. 193.
- SHAHBAZ, H. M. *et al.* The inactivation of pathogens in fruit juice: *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella Typhimurium*, and *Listeria monocytogenes*. In: RAJAURIA, G. e TIWARI, B. K. (Ed.). **Fruit Juices**. San Diego: Academic Press, 2018. p.341-361.
- SHAHBAZ, H. M. *et al.* Combination of tio2-uv photocatalysis and high hydrostatic pressure to inactivate bacterial pathogens and yeast in commercial apple juice. **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 1, p. 182-190, 2016. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s11947-015-1614-9> >.
- SILVA, L. M. R. *et al.* Development of mixed nectar of cashew apple, mango and acerola. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 232-237 2017.
- SILVA, L. M. R. D. *et al.* Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814613010698> >.
- SILVA, L. M. R. D. *et al.* Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.). **Semina: Ciências Agrárias Londrina**, v. 33, n. 1, p. 237-248, 2012.
- SILVA, M. A. *et al.* Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? **Trends in Food Science & Technology**, v. 98, p. 181-189, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224418301869> >.
- SILVA, V. M. D. *et al.* Associação de Palavras. In: UVF (Ed.). **Análise Sensorial Estudos com consumidor**. Viçosa: Univesidade Federal de Viçosa, v.3, 2013. cap. 5, p.332.

- SMALL, D. M. *et al.* Experience-dependent neural integration of taste and smell in the human brain. **Journal of Neurophysiology**, v. 92, n. 3, p. 1892-1903, 2004. Disponível em: < <https://doi.org/10.1152/jn.00050.2004> >.
- SOARES, E. K. B. *et al.* What are the cultural effects on consumers' perceptions? A case study covering coalho cheese in the Brazilian northeast and southeast area using word association. **Food Research International**, v. 102, p. 553-558, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917305057> >.
- SOBHANA, A. *et al.* Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. 2015, 1080: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.369-375.
- SONNE, A. M. *et al.* Consumers' perceptions of HPP and PEF food products. **British Food Journal**, v. 114, n. 1, p. 85-107, 2012. Disponível em: < <https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/00070701211197383> >.
- SOUSA, P. H. M. *et al.* Comparison of acceptability of tropical fruit mixed nectars by mean test and multivariate statistical analysis. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2307-2316, 2013.
- SOUSA, P. H. M. D. *et al.* Use of mixture design to improve a tropical mixed fruit nectar. **2014**, v. 32, n. 2, 2014. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/39044/24455> >.
- SOUZA, F. D. F. *et al.* **Contribuições das pesquisas realizadas na embrapa semiárido para a cultura da aceroleira**. EMBRAPA. Petrolina: Embrapa Semiárido. 26 p. 2017.
- SOUZA, K. O. D. *et al.* Antioxidant compounds and total antioxidant activity in fruits of acerola from cv. Flor Branca, Florida Sweet and BRS 366. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 294-304, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-2945201400020004&nrm=iso >.
- SROY, S. *et al.* Impact of ozone processing on microbiological, physicochemical, and bioactive characteristics of refrigerated stored Cantaloupe melon juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 12, p. e14276, 2019. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14276> >.
- STEFFEN, A. Exploring the benefits of employing market insights and consumer trends in food product innovation: a case study from Germany. In: CAVICCHI, A. e SANTINI, C. (Ed.). **Case Studies in the Traditional Food Sector**: Woodhead Publishing, 2018. p.209-237.
- STEVENSON, R.; TOMICZEK, C. Olfactory-induced synesthesias: A review and model. **Psychological bulletin**, v. 133, p. 294-309, 2007.
- SUCUPIRA, N. R. *et al.* Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.
- TADAPANENI, R. K. *et al.* High-pressure processing of berry and other fruit products: implications for bioactive compounds and food safety. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 18, p. 3877-3885, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf404400q> >.
- TALASILA, U.; SHAIK, K. B. Quality, spoilage and preservation of cashew apple juice: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0931-0> >.
- TALATI, Z. *et al.* The combined effect of front-of-pack nutrition labels and health claims on consumers' evaluation of food products. **Food Quality and Preference**, v. 53, n. Supplement C, p. 57-65, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316301136> >.
- TEO, A. Y.-L.; RAVISHANKAR, S.; SIZER, C. E. Effect of low-temperature, high-pressure treatment on the survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* in unpasteurized fruit juices. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 8, p. 1122-1127, 2001. Disponível em: < <https://doi.org/10.4315/0362-028X-64.8.1122> >. Acesso em: 4/20/2020.
- THOMAS-DANGUIN, T. *et al.* Multimodal interactions. In: ETIÉVANT, P.; GUICHARD, E., *et al* (Ed.). **Flavor**: Woodhead Publishing, 2016. p.121-141.
- TOURNIER, C. *et al.* A study on texture–taste–aroma interactions: Physico-chemical and cognitive mechanisms. **International Dairy Journal**, v. 19, n. 8, p. 450-458, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095869460900017X> >.

- ÜNÜSAN, N. Fruit and vegetable consumption among turkish university students. **International journal for vitamin and nutrition research**, v. 74, p. 341-8, 2004.
- VALENTIN, D.; CHREA, C.; NGUYEN, D. H. Taste-odour interactions in sweet taste perception. In: (Ed.). **Optimising sweet taste in foods**: Woodhead Publishing. 2006. p.66-84.
- VARELA, P. *et al.* Influence of brand information on consumers' expectations and liking of powdered drinks in central location tests. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 7, p. 873-880, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329310000984> >.
- VEGA-GÁLVEZ, A. *et al.* High hydrostatic pressure effect on chemical composition, color, phenolic acids and antioxidant capacity of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, n. 2, p. 519-526, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814002035> >.
- VELÁZQUEZ, A. L. *et al.* Cross-modal interactions as a strategy for sugar reduction in products targeted at children: Case study with vanilla milk desserts. **Food Research International**, v. 130, p. 108920, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919308063> >.
- VERNEAU, F. *et al.* Consumer fears and familiarity of processed food. The value of information provided by the FTNS. **Appetite**, v. 73, p. 140-146, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666313004479> >.
- VIANA, M. M.; DOS SANTOS SILVA, V. L.; TRINDADE, M. A. Consumers' perception of beef burgers with different healthy attributes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, Part 2, p. 1227-1232, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814002783> >.
- VIDAL, L.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Projective techniques to uncover consumer perception: Application of three methodologies to ready-to-eat salads. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 1-7, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312001437> >.
- VIDAL, L. *et al.* Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 67, p. 49-58, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316302695> >.
- VIDIGAL, M. C. T. R. *et al.* Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: food technology neophobia scale. **Ciência Rural**, v. 44, p. 174-180, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782014000100028&nrm=iso >.
- VIDIGAL, M. C. T. R. *et al.* Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, Part 1, p. 832-840, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814006938> >.
- VILLACÍS-CHIRIBOGA, J. *et al.* Valorization of byproducts from tropical fruits: Extraction methodologies, applications, environmental, and economic assessment: A review (Part 1: General overview of the byproducts, traditional biorefinery practices, and possible applications). **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 2, p. 405-447, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12542> >.
- WAGNER, W.; VALENCIA, J.; ELEJABARRIETA, F. Relevance, discourse and the "hot" stable core of social representations: A structural analysis of word associations. **British Journal of Social Psychology**, v. 35, n. 3, p. 331-351, 1996.
- WANG, L.; BOHN, T. Health-promoting food ingredients and functional food processing. 2012. In: Nutrition, Well-Being and Health, Jaouad Bouayed and Torsten Bohn, IntechOpen, DOI: 10.5772/25862. Disponível em: < <https://www.intechopen.com/books/nutrition-well-being-and-health/health-promoting-food-ingredients-development-and-processing> >.
- WAŞIK, A.; ANTKIEWICZ-MICHALUK, L. The mechanism of neuroprotective action of natural compounds. **Pharmacological Reports**, v. 69, n. 5, p. 851-860, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1734114016304716> >.
- WHITNEY, B. M. *et al.* High-Pressure Resistance Variation of Escherichia coli O157:H7 Strains and Salmonella Serovars in Tryptic Soy Broth, Distilled Water, and Fruit Juice. **Journal of Food**

- Protection**, v. 70, n. 9, p. 2078-2083, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.9.2078>>. Acesso em: 4/20/2020.
- WOLBANG, C. M.; FITOS, J. L.; TREEBY, M. T. The effect of high pressure processing on nutritional value and quality attributes of Cucumis melo L. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 9, n. 2, p. 196-200, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407001269>>.
- WOOTTON-BEARD, P. C.; RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages. **Food Research International**, v. 44, n. 10, p. 3135-3148, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911005461>>.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO]. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint**. WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization 2003.
- _____. **Guideline: Sugars intake for adults and children**. WHO/FAO Expert Consultation. Geneva: World Health Organization 2015.
- XU, X. *et al.* Comparative study of high hydrostatic pressure and high temperature short time processing on quality of clear and cloudy Se-enriched kiwifruit juices. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 49, p. 1-12, 2018. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856417305593>>.
- ZABETAKIS, I.; LECLERC, D.; KAJDA, P. The effect of high hydrostatic pressure on the strawberry anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 7, p. 2749-2754, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1021/jf9911085>>.
- ZHANG, W. *et al.* Characterization of the major aroma-active compounds in Keitt mango juice: Comparison among fresh, pasteurization and high hydrostatic pressure processing juices. **Food Chemistry**, v. 289, p. 215-222, 2019. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619305412>>.
- ZEST JUICE CO. HPP free. 2018. Disponível em: <<https://www.zestjuiceco.com/what-is-hpp>>
- Zula. (2018). HPP. What It Is and Why You Should Care. Disponível em <<https://zulajuce.com/different/>>

CAPÍTULO I

Percepção do consumidor brasileiro sobre tecnologias de processamento de alimentos: um estudo de caso com suco de frutas¹

¹ Artigo publicado no periódico **Food Research International**, v. 125, 108555, 2019. (Apêndice I)

RESUMO

Novas tecnologias de processamento estão ganhando popularidade em todo o mundo devido às várias vantagens relacionadas à segurança de alimentos, extensão da vida útil, qualidade nutricional e sensorial. No entanto, os consumidores podem ser cautelosos com os alimentos produzidos usando essas tecnologias. Nesse contexto, os objetivos do estudo foram explorar as associações espontâneas dos consumidores com sucos de frutas processados por diferentes tecnologias e estudar a influência da neofobia à tecnologia de alimentos nessas associações. Um estudo com 423 consumidores brasileiros foi realizado para avaliar a percepção de cinco tipos de sucos (suco fresco, prensado a frio, pasteurizado, pressurizado e suco não pressurizado) usando associação de palavras. Os participantes também responderam à escala de neofobia à tecnologia de alimentos (FTNS) e a uma série de perguntas sócio demográficas. Os resultados mostraram que as atitudes dos consumidores em relação às tecnologias de processamento foram definidas principalmente por processos *top-down*. Sucos frescos, prensados a frio e não pressurizados foram associados principalmente a produtos naturais e saudáveis, enquanto aqueles incluindo referências às tecnologias de processamento, foram associados a produtos processados e não saudáveis. A neofobia à tecnologia de alimentos moderou a percepção dos consumidores em relação às tecnologias de processamento de suco. É interessante notar que os consumidores com alta neofobia à tecnologia de alimentos perceberam tanto os sucos processados por tecnologia convencional quanto por inovadora mais negativamente do que aqueles com níveis baixos ou médios de neofobia.

CAPÍTULO II

Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju²

² Publicado no Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa Agroindústria de Alimentos. 32: 1-19 p. 2019 (Apêndice II)

RESUMO

Grande parte dos novos produtos desenvolvidos pela indústria de alimentos têm alta taxa de insucesso, resultando em custos substanciais e oportunidades perdidas. Isso se deve, em grande parte, ao baixo investimento em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento que visem entender as necessidades, expectativas e preferência dos consumidores. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi identificar e desenvolver um novo sabor de suco misto tropical com base em pesquisas com o consumidor. Para isso, dois estudos sequenciais foram realizados. O primeiro objetivou avaliar a percepção do consumidor brasileiro sobre suco de caju e identificar outras frutas tropicais para compor um suco misto, juntamente com o caju. Para tal, foram utilizados a técnica de associação de palavras e um questionário on-line, os quais foram analisados utilizando análise de conteúdo, onde os termos com significado semelhante foram agrupados em categorias usando codificação indutiva por triangulação. Já o segundo estudo, teve como objetivo avaliar a expectativa e a aceitação sensorial das misturas sugeridas (*blends*) visando identificar a melhor formulação do suco misto tropical desenvolvido a partir da contribuição do consumidor. A avaliação da expectativa do gostar e a avaliação da aceitação das formulações foi realizada por 124 consumidores de suco em um hortifruti na cidade do Rio de Janeiro, utilizando escala hedônica de nove pontos. Os dados da aceitação foram analisados por meio de análise de variância e teste de Tukey. A análise Cluster foi aplicada a fim de identificar os segmentos de consumidores com diferentes padrões de preferência. Um total de 1516 pessoas participaram do estudo on-line, gerando um total de 5186 palavras associadas ao Suco de caju. As categorias mais relevantes quando os participantes pensavam em suco de caju foram “Gostoso”, “Refrescante”, “Doce” e “Adstringência” indicando apresentar bom potencial e certo desafio para inclusão no desenvolvimento de um suco misto com baixo teor de açúcar. As frutas tropicais mais sugeridas para compor o suco misto com caju foram abacaxi (41%), acerola (29%), maracujá (23%) e melão (19%), das quais 6 formulações foram desenvolvidas por meio de arranjo e combinação simples, considerando o caju como fixo em todas as combinações. A avaliação sensorial identificou diferenças ($p \leq 0,05$) na expectativa e na avaliação sensorial das formulações de suco misto. Embora a combinação de frutas com melão tenha revelado menor expectativa, a aceitação às cegas da formulação com “Caju, Melão e Acerola” alcançou as maiores médias de aceitação nos dois segmentos de consumidores identificados, sugerindo que pode ter um lançamento bem-sucedido no mercado. Além disso, os resultados forneceram uma visão sobre a percepção dos brasileiros em relação ao suco de caju, a qual pode ser utilizada para desenvolver estratégias de marketing para aumentar o consumo.

CAPÍTULO III

Desenvolvimento de suco misto tropical com baixo teor de açúcar: aspectos sensoriais e nutricionais

RESUMO

O objetivo do estudo foi desenvolver um suco misto tropical de caju, acerola e melão com baixo teor de açúcar adicionado baseado em respostas sensoriais e nutricionais. Além disso, foi investigado o efeito da interação *crossmodal* - Aroma/Gosto - na percepção do gosto doce e nas características sensoriais do suco. Cinco formulações foram desenvolvidas, por meio da variação da concentração de polpa, usando Delineamento de Mistura e avaliadas com e sem a adição açúcar. 172 consumidores de suco avaliaram a aceitação das formulações por meio de escala hedônica de 9 pontos e as caracterizaram utilizando a metodologia *Check-all-that-apply* (CATA) em duas condições: Com e Sem a informação sobre a composição do suco. Além disso, foram realizadas análises de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), vitamina C (Vit. C), compostos fenólicos totais (CFT) e capacidade antioxidante (CpA.). O efeito da adição de aroma na percepção de doçura foi investigado adicionando aromas de melão, maçã e abacaxi idênticos aos naturais à formulação mais aceita dentre as cinco obtidas no delineamento. As bebidas foram avaliadas por 53 consumidores por meio da metodologia *Rate-all-that-apply* (RATA). Os resultados mostraram que tanto a adição de açúcar como a variação nas concentrações das frutas influenciaram a aceitação das cinco formulações e as características sensoriais. Amostras sem adição de açúcar e com maior concentração de melão foram menos aceitas ($p < 0,05$) pelos consumidores. Dois segmentos de consumidores com padrão de preferência distinto foram identificados, sendo um deles menos críticos às amostras sem açúcar, as quais foram caracterizadas por *Pouco doce*, *Adstringente*, *Gosto amargo*, *Gosto ácido* e *Aguado*. A maior concentração de acerola afetou positivamente as características nutricionais, apresentando maiores níveis de Vit.C, CFT e Cap. Ant. A adição dos aromas não aumentou ($p > 0,05$) a intensidade do *Gosto doce* do suco. Além disso, a adição de aroma de melão contribuiu ($p < 0,05$) para a redução da intensidade média percebida de *Sabor de caju* e *Sabor de acerola* e para o aumento da percepção de *Sabor de melão* e *Sabor estranho*. Menores alterações foram percebidas pela adição do aroma de maçã. Conclui-se que a formulação com 50% de polpa de fruta (60% de caju, 30% de acerola e 10% de melão), 47% de água e 3% de açúcar apresentou os melhores resultados tanto para as características sensoriais, quanto nutricionais.

Palavras-chaves: Estudo com o consumidor; Interação aroma/gosto; *Check-all-that-apply* (CATA); *Rate-all-that-apply* (RATA), Delineamento de mistura; Capacidade antioxidante.

ABSTRACT

The aim of the study was to develop a mixed tropical fruit juice of cashew apple, acerola and melon with low sugar added based on sensory and nutritional responses. In addition, the influence of cross-modal interaction – Odor/Taste – was investigated on the consumers' perception of sweet taste, and on the sensory characteristics of the juice. Five formulations were developed varying the pulp concentration using Mixed Design and were evaluated with and without the addition of sugar. 172 juice consumers evaluated the acceptance of formulations using a 9-point hedonic scale and characterized them using the Check-all-that-apply (CATA) methodology. In addition, the pH, total titratable acidity (ATT), total soluble solids (TSS), vitamin C (Vit. C), total phenolic compounds (TPC) and antioxidant capacity were performed. The effect of adding aroma on the perception of sweetness was investigated by adding melon, apple and pineapple flavors identical to the natural ones to the most accepted formulation among the five obtained in the design. The effect of adding aroma on the perception of sweetness was investigated by adding identical to the natural aromas of melon, apple and pineapple to the most accepted formulation among the five obtained in the design. The beverages were evaluated by 53 consumers using the Rate-all-that-apply (RATA) methodology. The results showed that the addition of sugar and the fruit concentrations affected the acceptance and sensory characteristics of the formulations. Samples without added sugar and with higher melon concentration were less accepted by consumers ($p < 0.05$). Two consumer segments with different preference patterns were identified, one of them was less critical towards samples without sugar, which were characterized by *Little sweet*, *Astringent*, *Bitter taste*, *Acid taste* and *Watery*. The highest concentration of acerola had a positive effect on the nutritional characteristics, presenting high levels of Vit. C, TPC and antioxidant capacity. The addition of aromas did not increase ($p > 0.05$) the intensity of the *Sweet taste* of the juice. In addition, the addition of melon aroma contributed to the reduction of the average perceived intensity of *Cashew flavor* and *Acerola flavor* and to the increase of *Melon flavor* and *Odd flavor* ($p < 0.05$). Fewer changes were observed by the addition of the apple aroma. The formulation with 50% of fruit pulp (60% of cashew apple, 30% of acerola and 10% of melon), 47% of water, and with 3% of added sugar achieved the best results for sensory and nutritional characteristics.

Keywords: Consumer study; Cross-modal interactions; Check-all-that-apply (CATA); Rate-all-that-apply (RATA), Mixing design; Antioxidant capacity.

1. INTRODUÇÃO

O interesse dos consumidores por alimentos com características mais saudáveis tem aumentado consideravelmente nos últimos anos (MARTINS *et al.*, 2019). As frutas frequentemente são associadas positivamente aos benefícios à saúde e ao bem-estar. Nessa perspectiva, observa-se um aumento no consumo de frutas tropicais e também dos sucos processados a partir das mesmas, tanto no mercado interno quanto no externo (RUFINO *et al.*, 2010). Os sucos, além de fornecerem vitaminas e compostos funcionais benéficos à saúde, também agregam valor ao produto, pois fornecem ao produtor um uso alternativo para a fruta evitando desperdícios e minimizando as perdas do produto fresco (CURI *et al.*, 2017).

O Brasil é o oitavo maior exportador de sucos tropicais no ranking mundial (MAIA *et al.*, 2019), o qual se justifica pelo grande número de espécies de frutas tropicais nativas e exóticas (RUFINO *et al.*, 2010). Embora o consumo de sucos de frutas forneça inúmeros compostos benéficos à saúde, os sucos industrializados e as bebidas açucaradas vêm sofrendo severas críticas devido ao recente debate sobre o excesso de consumo de açúcar associado aos malefícios à saúde, como o aumento do risco de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e obesidade (LUSTIG, SCHMIDT e BRINDIS, 2012; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015), gerando uma queda no consumo e venda dessas bebidas (BRASIL, 2016; STEFFEN, 2018).

Para contornar tal problema, os fabricantes de sucos procuram inovar, fazendo com que os produtos se tornem atraentes e ganhem popularidade. Para tal, têm usado misturas de frutas e/ou vegetais (STEFFEN, 2018), os chamados Sucos Verdes e Detox. Essa nova categoria de sucos é classificada como Suco *Premium*, a qual leva ao consumidor mensagens como sucos naturais, frescos, sem adição de açúcares e sem conservantes (KOUTCHMA *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2020). Além de mais saudáveis em virtude dos compostos funcionais dos ingredientes, há também a vantagem de serem produzidas bebidas únicas e diferenciadas, com novos sabores, aromas e cores (SOBHANA *et al.*, 2015; CURI *et al.*, 2017).

No desenvolvimento de bebidas mistas é importante determinar a proporção correta de cada ingrediente com base nas características sensoriais e nutricionais do produto (CURI *et al.*, 2017). O desenho de mistura é uma ferramenta de otimização poderosa que vem sendo muito utilizada para o desenvolvimento de sucos mistos, uma vez que permite determinar quais combinações fornecem as melhores respostas. Estudos utilizando tal ferramenta foram desenvolvidos por Faraoni *et al.* (2012), Sousa *et al.* (2013), Sousa *et al.* (2014), Curi *et al.* (2017), Silva *et al.* (2017b), os quais fixaram as concentrações de água e açúcar, variando apenas a concentração de cada polpa. Além disso, para atenderem a legislação brasileira (BRASIL, 2003), adicionavam açúcar até atingir 12 °Brix, correspondente a cerca de 10% de açúcar. Embora certas misturas, com frutas muito ácidas ou adstringentes (por ex. caju e acerola), necessitem da adição de açúcar para melhorar o sabor e aumentar a aceitação do consumidor, que em sua maioria preferem o gosto doce (SCHWARTZ, ISSANCHOU e NICKLAUS, 2009); muitas vezes, o conteúdo de açúcar adicionado é excessivo (IDEC, 2010), o que vai contra os inúmeros benefícios nutricionais e funcionais oferecidos por essas bebidas.

Para atender as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015), as quais afirmam que o açúcar não deve alcançar mais de 10% da ingestão calórica diária, a indústria de alimentos vem buscado estratégias para a redução do conteúdo de açúcar adicionado. A reformulação do produto por substituição parcial ou total do açúcar é a estratégia mais estudada na maior parte das categorias de alimentos. No entanto, o uso de adoçantes pode afetar as características sensoriais e seu consumo tem sido associado a efeitos maléficos à saúde (CARDOSO e BOLINI, 2008; DUBOIS e PRAKASH, 2012; DI

MONACO *et al.*, 2018). Outra abordagem interessante é a redução gradual do teor de açúcar (OLIVEIRA *et al.*, 2016; LIMA, ARES e DELIZA, 2019). No entanto, recentemente tem sido estudado uma estratégia inovadora para reduzir o teor de açúcar nos alimentos por meio do uso dos princípios de integração multissensorial (DI MONACO *et al.*, 2018).

Alguns estudos relatam que a adição de aromas adequados ao produto pode aumentar a intensidade do gosto doce, devido às interações intermodalidades (*crossmodal*) (LAWRENCE *et al.*, 2011; ALCAIRE *et al.*, 2017; VELÁZQUEZ *et al.*, 2020). A interação sabor-aroma pode ocorrer quando os compostos de sabor e aroma estão supra ou sub-límitrofes. Além disso, para que a interação ocorra, os estímulos devem ser congruentes, ou seja, a combinação (aroma e sabor) deve ser apropriada para o produto (POINOT *et al.*, 2013). Embora alguns estudos demonstrem o potencial dessa estratégia, principalmente em produtos lácteos, as interações intermodais são fortemente dependentes das características da matriz alimentar; portanto, é necessário avaliar a eficácia desta estratégia para a redução do conteúdo de açúcar adicionado em diferentes categorias de produtos (POINOT *et al.*, 2013; ALCAIRE *et al.*, 2017).

Estudos relacionados à mistura de frutas para produção de bebidas, além da caracterização nutricional, devem incluir a análise sensorial dos potenciais produtos que serão desenvolvidos em escala industrial (MAIA *et al.*, 2019). A caracterização sensorial é um dos métodos mais amplamente utilizados na ciência sensorial e desempenha papel importante no desenvolvimento de novos produtos. Informações sobre as características sensoriais têm sido tradicionalmente obtidas usando metodologia descritiva com avaliadores treinados; no entanto, o interesse em abordagens baseadas no consumidor aumentou na última década (ARES e JAEGER, 2013; JAEGER *et al.*, 2013; ARES e JAEGER, 2015), motivado principalmente pela necessidade de inserir a “voz do consumidor” no processo de desenvolvimento de novos produtos (KEMP, 2013; ASIOLI *et al.*, 2017).

O presente estudo objetivou I) Desenvolver um suco misto tropical de caju, acerola e melão com baixo teor de açúcar adicionado sem o uso de adoçantes, baseado nas respostas sensoriais e nutricionais do produto e II) avaliar o efeito da adição de aromas naturais de melão, maçã e abacaxi no suco na percepção da doçura dos consumidores e nas características sensoriais da bebida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As frutas caju, acerola e melão foram identificadas no capítulo anterior para compor o suco misto tropical.

2.1 Matéria-prima

As polpas de caju, acerola e melão foram fornecidas pela empresa *De Marchi* (Jundiaí-SP, Brasil). Apenas a polpa de caju foi pasteurizada e congelada, sendo a de melão e acerola apenas congelada após o despolpamento dos frutos.

2.2 Formulação do Suco

As proporções das polpas de caju, acerola e melão foram definidas segundo delineamento de mistura com restrições inferiores e superiores (CORNELL, 2002) com auxílio do software RStudio, versão 1.0.136 (Tabela 3.1). A soma das três proporções de polpa correspondeu a 100%. A definição dos máximos e mínimos foi realizada considerando estudos preliminares e o conteúdo nutricional de cada fruta, sendo definidos as restrições: polpa de caju,

máximo de 70 % e mínimo de 30%; polpa de acerola, máximo de 30% e mínimo de 10% e polpa de melão, máximo de 50% e mínimo de 10%. Segundo Calado e Montgomery (2003) incluir em análises experimentais os vértices extremos e os centroides da região restrita é uma abordagem razoável. Portanto, para redução do número de amostras do estudo, apenas os vértices extremos (F3, F4, F5, F6) e ponto central (F13) foram considerados para as análises.

As diferentes formulações de suco misto tropical foram elaboradas com 50% de polpa, o mínimo exigido pela legislação brasileira para o produto ser considerado suco misto tropical (BRASIL, 2003). Os sucos foram formulados sem adição de açúcar e com 3% de açúcar adicionados (refinado União, Brasil) para atender ao objetivo de desenvolver um suco misto com baixa concentração de açúcar em comparação aos comerciais e sem o uso de edulcorantes. Segundo o modelo de perfil nutricional mais restritivo, proposto pela Gerência Geral de Alimentos (GGALI) da ANVISA, a adição $\leq 2,5\text{g}$ de açúcares (açúcar adicionado) em 100g alimentos líquidos é considerado baixo em açúcar, $> 2,5\text{g} < 5\text{g}$ é considerado médio e $\geq 5\text{g}$ alto em açúcar (ANVISA, 2018).

Tabela 3.1 Delineamento de mistura com restrições inferiores e superiores e formulações de suco misto tropical de caju, acerola e melão adicionados de 3% de açúcar.

Pontos	Delineamento de mistura			Formulação do suco misto tropical				
	Polpa (%)			Polpa (%)			Açúcar (%)	Água (%)
	Caju	Acerola	Melão	Caju	Acerola	Melão		
F1	70	20	10	35	10	5	3	47
F2	30	20	50	15	10	25	3	47
F3	70	10	20	35	5	10	3	47
F4	40	10	50	20	5	25	3	47
F5	60	30	10	30	15	5	3	47
F6	30	30	40	15	15	20	3	47
F7	30	25	45	15	12,5	22,5	3	47
F8	70	15	15	35	7,5	7,5	3	47
F9	65	25	10	32,5	12,5	5	3	47
F10	35	15	50	17,5	7,5	25	3	47
F11	55	10	35	27,5	5	17,5	3	47
F12	45	30	25	22,5	15	12,5	3	47
F13	50	20	30	25	10	15	3	47

As polpas foram pesadas, adicionadas de açúcar (quando necessário), diluídas em água e homogeneizadas. A Tabela 3.1 apresenta apenas as formulações de suco misto tropical adicionadas de 3% de açúcar. Os sucos sem adição de açúcar foram constituídos de 50% de polpa e 50% de água e seguiram o mesmo delineamento das bebidas com açúcar. Os sucos foram armazenados a 4°C até a realização das análises sensoriais, físico-químicas e nutricionais.

2.3. Avaliação Sensorial

2.3.1 Amostras

Os tratamentos F3, F4, F5, F6 e F13 foram avaliados sem a adição de açúcar e com a adição de 3% de açúcar, totalizando 10 amostras.

2.3.2 Consumidor

Cento e setenta e dois consumidores de suco de frutas com idade acima de 18 anos, sendo 58% do sexo feminino foram recrutados em um supermercado na cidade do Rio de Janeiro – RJ, com base no interesse em participar do estudo (Tabela 3.2). Com o objetivo de avaliar o efeito da informação sobre a composição do suco na aceitação do produto, os primeiros 86 participantes avaliaram os sucos apenas com a informação que receberiam amostras de um suco misto tropical. Os 86 subsequentes foram informados que as amostras eram de um suco misto de caju, acerola e melão.

Tabela 3.2. Características dos participantes.

Características		Participantes (%)		
		Amostra Total (n=172)	Segmento 1 (n=83)	Segmento 2 (n=89)
Gênero	Feminino	58	65	52
	Masculino	42	35	48
	χ^2 (p-valor)			2,63 (0,104)
Idade	18-25 anos	8	7	9
	26-35 anos	28	33	25
	36-45 anos	16	14	18
	46-55 anos	18	18	18
	55-65 anos	18	17	19
	>65 anos	11	11	11
	χ^2 (p-valor)			1,53 (0,909)
Escolaridade	Fundamental Incompleto	8	11	4
	Fundamental completo	10	12	9
	Médio completo	35	31	39
	Graduação completo	30	31	28
	Pós-Graduação	17	14	19
	χ^2 (p-valor)			4,15 (0,386)
Renda	R\$ 954,00 a 4,770,00	44	47	42
	>R\$ 4,770,00 a 9,540,00	28	30	27
	>R\$9,540,00 a 19,080,00	19	16	21
	>R\$ 19,080,00 a 28,620,00	5	5	6
	>R\$ 28,620,00	3	2	4
	χ^2 (p-valor)			1,76 (0,778)
Frequência de consumo de suco de fruta	Nunca	0	0	0
	Raramente	10	8	3
	Frequentemente	55	34	30
	1 a 2 vezes na semana	63	36	37
	Todos os dias	44	22	29
	χ^2 (p-valor)			3,00 (0,390)

2.3.3 Procedimento

O estudo iniciou pelo levantamento de atributos sensoriais, os quais foram identificados por meio de discussão em grupo no Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa

Agroindústria de Alimentos. Foram recrutados 10 consumidores de suco de frutas, os quais inicialmente receberam informações sobre o objetivo do convite recebido. O levantamento foi realizado com algumas amostras do suco misto tropical, previamente selecionadas pela equipe do estudo, as quais diferiram em relação às características sensoriais. As amostras foram apresentadas de forma monádica, na mesma ordem para todos os membros da equipe. Os participantes foram solicitados a preencher uma ficha com as características sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura e sabor residual) percebidas em cada amostra. Após a avaliação de todas as amostras por todos os participantes, realizou-se uma discussão, a fim de confirmar os atributos percebidos. Desse modo, foram identificados 17 termos para descrever as amostras, sendo eles: *Adstringente, Aguado, Aparência heterogênea, Aparência homogênea, Consistente, Cor amarela, Cor avermelhada, Cor laranja, Doce, Gosto ácido, Gosto amargo, Pouco doce, Presença de partículas, Refrescante, Sabor de acerola, Sabor de caju e Sabor de melão.*

Durante a avaliação sensorial, cerca de 25ml das 10 amostras citadas em 2.3.1 foram servidas de forma balanceada a 10 ± 2 °C em copos plásticos descartáveis (50 mL) codificados com números de três dígitos e avaliadas pelos 172 participantes. Água mineral foi oferecida aos participantes entre as amostras.

Os consumidores foram solicitados a avaliar a aceitação global das amostras utilizando escala hedônica horizontal de 9 pontos variando de “desgostei extremamente” (1) a “gostei extremamente” (9). Em seguida, foram solicitados a marcar todos os termos *Check-all-that-apply* (CATA) que consideravam apropriados para descrever as formulações de sucos misto tropical. A ordem de apresentação dos termos CATA também foi balanceada. Por fim, os consumidores foram solicitados a responder questões socioeconômicas.

2.4 Caracterização Físico-química e Nutricional das Formulações de Suco Misto Tropical

As polpas e as diferentes formulações foram caracterizadas quanto ao pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), vitamina C (Vit. C), compostos fenólicos totais (CFT) e capacidade antioxidante.

O pH e a acidez total titulável foram determinados por meio de titulador automático - FPC-E24, calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. A ATT foi determinada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando 2g de amostra. Os resultados encontrados foram expressos sob forma de porcentagem de ácido cítrico. O teor de sólidos solúveis totais foi determinado à temperatura ambiente por meio de refratômetro digital da marca Atago PR-101 e KEM (FPCE4 e E4,1). Os resultados foram expressos em °Brix. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com AOAC (2010).

A análise de vitamina C foi realizada por HPLC e padronização externa, segundo Rosa *et al.* (2007) com algumas modificações. Cerca de 2,5 g de amostra foi pesada em balança analítica em balão volumétrico de 25 mL e extraída com 10 mL de ácido sulfúrico suprapuro 0,05 M em ultrassom por 10 minutos, em seguida as amostras foram avolumadas com ácido sulfúrico suprapuro 0,05 M e filtradas em unidade filtrante descartável de Teflon hidrofílico e colocadas em frasco âmbar com tampa de rosca e septo de silicone. A solução de ácido sulfúrico suprapuro® 0,05 M utilizada como solução extratora foi também escolhida como fase móvel. A coluna BIORAD Aminex8 HPX87H foi escolhida como fase estacionária do sistema cromatográfico. A vazão da fase móvel foi de 0,8 mL/minuto, o volume de injeção de 20 uL e o comprimento de onda foi de 242,6 nm.

O conteúdo de compostos fenólicos foi estabelecido pelo método Folin-Ciocalteu (SINGLETON, ORTHOFER e LAMUELA-RAVENTÓS, 1999). Aproximadamente 1,5 g de

amostra foi diluída em acetona 70%, em um balão de 10 mL, que ficou em agitação magnética por 30 minutos. Logo após esse período o extrato foi filtrado e uma alíquota de 1 ml do filtrado foi diluída em água destilada em um balão de 10mL. Para a reação, uma alíquota de 500 µL do diluído foi usada. Em tubos de ensaio, foi adicionado 2,5 mL do reagente de *Folin-Ciocalteu* e 2 minutos depois foi adicionado 2 mL de Carbonato de Sódio 7,5 %, os tubos foram incubados a 50°C por 15 minutos. Logo após foram colocados em banho de gelo. Foi utilizada curva de calibração de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/100g de amostra (mg EAG/100g). As leituras foram realizadas a uma absorvância de 760 nm.

A capacidade antioxidante foi determinada usando os métodos ABTS+ e ORAC. A análise ABTS+ foi realizada segundo Re *et al.* (1999). Uma vez formado o radical ABTS·+, o mesmo foi diluído em etanol (95%) até obter-se uma medida de absorvância de 0,70 (± 0,02) em comprimento de onda de 754 nm. A absorvância foi medida em espectrofotômetro, após 6 minutos de reação. Para a reação foram utilizados 3 mL de ABTS·+ e 30µL de amostra. O etanol (95%) foi utilizado como branco da reação. A curva de padrão foi preparada com soluções-padrão de Trolox. Os resultados foram expressos em TEAC, atividade antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) em µmol TEAC/g de amostra. O ensaio ORAC foi realizado de acordo com o método descrito em Zuleta, Esteve e Frígola (2009). As soluções de fluoresceína, o padrão Trolox e a solução de AAPH (Dicloridrato de 2,2 Azobis (2-metilpropionamida) foram preparadas no dia da análise. Em uma microplaca de 96 poços foram adicionados 100 µL do padrão, da amostra diluída 25 vezes e do branco (tampão Fosfato 75 mM pH 7,4). Logo depois foi adicionado 100 µL da solução de fluoresceína, a placa então foi posta no leitor de microplaca, que injetou 50 µL da solução de AAPH a 37°C e a leitura da fluorescência foi realizada até que o valor de 5% da fluorescência inicial. Para os cálculos foram utilizadas as áreas sob as curvas (AUC) das amostras, os resultados foram expressos em µmol Trolox/g do extrato. A capacidade antioxidante das polpas de caju, acerola e melão foram determinadas apenas pelo método ABTS+. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.5 Adição de Aroma no Suco Misto Tropical e o Efeito na Percepção do Produto pelo Consumidor

2.5.1 Amostras

Utilizou-se a formulação F5 com 0% e 3% de açúcar, a qual foi identificada na etapa anterior, como a mais adequada quanto às características sensoriais, nutricionais e funcionais. Ao tratamento F5

2.5.2 Consumidores

Cinquenta e três consumidores de suco de fruta foram recrutados na Embrapa Agroindústria de Alimentos com base no interesse em participar do estudo.

2.5.3 Procedimento

Cerca de 25 mL de cada amostra (10 ±2 °C) foram oferecidas aos consumidores de forma monádica em copos plásticos descartáveis (50 mL), codificados com números de três dígitos. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada. Água mineral foi oferecida aos participantes entre as amostras. Os dados foram coletados em cabines do Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental da Embrapa Agroindústria de Alimentos sob iluminação artificial

(equivalente à luz do dia) e temperatura controlada (23 °C). Os consumidores foram solicitados a provar as amostras de suco e a marcar todos os termos do questionário *Rate-all-that-apply* (RATA) que consideravam apropriados para descrever as amostras, e depois classificarem a intensidade usando escala estruturada de três pontos ('baixa', 'média' e 'alta').

A ordem de apresentação dos termos foi balanceada, sendo eles: *Gosto doce*, *Adstringente*, *Gosto ácido*, *Gosto amargo*; *Sabor de fruta*, *Sabor de caju*, *Sabor de acerola*, *Sabor de melão* e *Sabor estranho*.

2.6 Análises Estatísticas

Os dados de aceitação foram analisados usando a análise de variância (ANOVA). Duas abordagens diferentes foram usadas. Na primeira análise, a amostra foi utilizada como fonte de variação e os consumidores como efeito aleatório. Na segunda análise, a ANOVA foi utilizada para avaliar a influência da concentração de açúcar e da composição dos frutos, bem como a interação entre os mesmos. Quando as diferenças foram significativas no nível de significância de 5%, o teste de *Fisher* foi utilizado para comparação Post-hoc de médias. A análise de *Cluster* foi aplicada a fim de identificar os segmentos de consumidores com diferentes padrões de preferência, considerando a distância Euclidiana e agregação de Ward.

A frequência de utilização de cada atributo CATA foi determinada por contagem do número de consumidores que utilizaram os termos para descrever cada amostra de suco misto. Teste Q de *Cochran* foi empregado para identificar diferenças significativas entre as amostras de suco misto para cada um dos termos incluídos na questão CATA. A análise de correspondência (AC) foi utilizada para obter uma representação das amostras e a relação entre as mesmas e os termos das questões CATA. A análise de *Cluster* também foi utilizada para agrupar as amostras de acordo com sua posição na primeira e na segunda dimensão da análise de correspondência. As distâncias Euclidianas e o critério de agregação de Ward foram considerados.

Os resultados das análises físico-químicas (pH, acidez e sólidos solúveis), e das características nutricionais e funcionais (vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante) foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de *Fisher* ao nível de 5% de significância.

Para avaliação do efeito da adição de aromas no aumento da percepção de doçura e nas características sensoriais de suco misto tropical, três abordagens foram adotadas para investigar os dados RATA. A primeira abordagem considerou a frequência de seleção de termos, a qual foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram o termo para descrever a amostra de suco misto. Esses dados foram tratados como dados CATA (binários). Novamente, foi utilizado o Teste Q de *Cochran* para identificar diferenças significativas entre as amostras e cada um dos termos incluídos na questão RATA.

Na segunda abordagem, foi calculada a frequência ponderada de seleção (pontuação RATA), onde aos pontos da escala foram atribuídos números em ordem crescente de intensidade, ou seja, baixo =1, médio= 2 e alto =3. Para estes dados, foi realizado a análise de variância (ANOVA) e teste de média *Fisher* ao nível de 5% de significância, considerando amostra e consumidor como efeitos fixos.

Por fim, configurações amostrais foram obtidas por meio de Análise de Componentes Principais (PCA) usando os valores médios aritméticos das pontuações RATA (MEYNER, JAEGER e ARES, 2016; VIDAL *et al.*, 2018; ARES *et al.* 2014b).

3. RESULTADOS

3.1 Identificação da Formulação de Suco Misto Tropical de Caju, Acerola e Melão Mais Adequada sob o Ponto de Vista do Consumidor

3.1.1 Avaliação sensorial das formulações de suco misto tropical

A Tabela 3.3 apresenta a média da aceitação das diferentes formulações pelos grupos de consumidores que avaliaram as amostras nas condições *Sem informação* (“Você está recebendo uma amostra de suco misto tropical”) e *Com informação* sobre as frutas do suco misto (“Você está recebendo uma amostra de suco misto tropical de caju, acerola e melão”). A informação sobre as frutas do suco misto não teve efeito ($p=0,394$) na avaliação da aceitação das formulações; pois, como pode ser observado na Tabela 4, as médias de aceitação sem e com informação não diferiram, sugerindo que o sabor do produto teve importante papel na avaliação. Considerando tal resultado, foi calculada a média global das bebidas considerando todos os participantes ($n=172$) (Tabela 3.3).

A composição da polpa ($p=0,001$) e a adição de açúcar ($p<0,001$) afetaram a aceitação das formulações de suco misto tropical. No entanto, a concentração de açúcar teve o maior efeito: as amostras com 3% de açúcar apresentaram escores de gosto geral mais elevados do que as formulações sem açúcar ($6,2 \pm 2,1$ vs. $4,2 \pm 2,3$, $p\leq 0,05$), sendo todas as amostras com 3% de açúcar mais aceitas ($p\leq 0,05$) do que as mesmas formulações sem a adição de açúcar.

Em relação à composição dos frutos, a formulação F4 ($4,73 \pm 2,37$, $p\leq 0,05$) apresentou uma pontuação geral mais baixa do que as outras quatro (F3 $5,29 \pm 2,38$; F13 $5,29 \pm 2,49$; F5 $5,20 \pm 2,49$ e F6 $5,34 \pm 2,49$). Notamos que F4 + 3% de açúcar foi menos aceita ($p\leq 0,05$) que F6 + 3% de açúcar e F13 + 3% de açúcar. Além disso, F4 sem açúcar, também foi menos aceita ($p\leq 0,05$) que F3 sem açúcar.

Tabela 3.3. Média de aceitação[§] das diferentes formulações de sucos misto tropical.

Formulação	Sem informação (n=86)	Com informação (n=86)	Média global (n=172)
F3 + 3% de açúcar	6,3($\pm 2,1$) ^{abA}	6,1($\pm 2,1$) ^{abA}	6,2 ($\pm 2,1$) ^{ab}
F4 + 3% de açúcar	5,7($\pm 2,2$) ^{ba}	5,7($\pm 2,1$) ^{ba}	5,7($\pm 2,2$) ^b
F5 + 3% de açúcar	6,1($\pm 2,4$) ^{abA}	6,3($\pm 2,0$) ^{abA}	6,2($\pm 2,2$) ^{ab}
F6+ 3% de açúcar	6,3($\pm 2,2$) ^{abA}	6,6($\pm 2,0$) ^{aA}	6,5($\pm 2,1$) ^a
F13 + 3% de açúcar	6,4($\pm 2,0$) ^{aA}	6,3($\pm 2,0$) ^{abA}	6,4($\pm 2,0$) ^a
F3 sem açúcar	4,4($\pm 2,4$) ^{cA}	4,3($\pm 2,2$) ^{cA}	4,4($\pm 2,3$) ^c
F4 sem açúcar	3,8($\pm 2,3$) ^{cA}	3,7($\pm 2,0$) ^{cA}	3,7($\pm 2,2$) ^d
F5 sem açúcar	3,9($\pm 2,4$) ^{cA}	4,5($\pm 2,3$) ^{cA}	4,2($\pm 2,4$) ^{cd}
F6 sem açúcar	4,1($\pm 2,3$) ^{cA}	4,4($\pm 2,4$) ^{cA}	4,2($\pm 2,3$) ^{cd}
F13 sem açúcar	4,2($\pm 2,5$) ^{cA}	4,2($\pm 2,4$) ^{cA}	4,2($\pm 2,5$) ^{cd}

[§]avaliada em escala hedônica estruturada de 9-pontos, variando de 1: desgostei extremamente a 9: gostei extremamente.

Formulações com 50% de polpa mista, onde: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão; F5: 60% caju, 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão.

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem ($p>0,05$) entre si pelo teste de *Fisher*.

*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem ($p>0,05$) entre si pelo teste de t de *Student*.

A análise de *Cluster* nos dados da aceitação (n=172) identificou dois segmentos de consumidores com padrões de preferência distintos (Tabela 3.4). O segmento 1 (n=83) diferiu o gostar claramente pela concentração de açúcar (p<0.001), uma vez que a mudança na composição das polpas não influenciou a aceitação das formulações. Para esse grupo, todas as

Tabela 3.4. Média da aceitação[§] das diferentes formulações de sucos misto tropical nos dois segmentos de consumidores identificados.

Formulação	Segmento 1(n=83)	Segmento 2(n= 89)
F3 + 3% de açúcar	6,6(± 1,9) ^{aA}	5,8(±2,2) ^{abcB}
F4 + 3% de açúcar	5,8(±2,2) ^{aA}	5,6(±2,1) ^{bcdA}
F5 + 3% de açúcar	6,3(±2,2) ^{aA}	6,0(±2,2) ^{abA}
F6+ 3% de açúcar	6,5(±2,0) ^{aA}	6,4(±2,2) ^{aA}
F13 + 3% de açúcar	6,3(±2,0) ^{aA}	6,3(± 2,1) ^{aA}
F3 sem açúcar	3,6(±2,2) ^{bB}	5,1(±2,2) ^{deA}
F4 sem açúcar	3,3(± 2,2) ^{bB}	4,3(±2,1) ^{fA}
F5 sem açúcar	3,1(±2,1) ^{bB}	5,3(±2,2) ^{cdeA}
F6 sem açúcar	3,4(±2,2) ^{bB}	4,9(±2,3) ^{eA}
F13 sem açúcar	2,9(±2,1) ^{bB}	5,4(±2,2) ^{cdeA}

[§]avaliada em escala hedônica estruturada de 9-pontos, variando de 1: desgostei extremamente a 9: gostei extremamente. Formulações com 50% de polpa mista, onde: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão; F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão.*Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Fisher.*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente (p>0,05) pelo teste de t de Student.

formulações adicionadas de açúcar (pontuação média 6,3 ± 2,1) foram mais aceitas (p≤0,05) que as formulações sem adição de açúcar (pontuação média 3,3 ± 2,1).

Já no Segmento 2 (n=89), tanto a composição das polpas (p=0,001) quanto a doçura (p<0.001) influenciaram a aceitação. Para este segmento, a formulação F4 com e sem açúcar apresentou menor escore de aceitação (p≤0,05) que as demais. Além disso, as formulações com adição de açúcar apresentaram escores mais altos (6,0 ± 2,2) do que as formulações sem açúcar (5,0 ± 2,2). Ao comparar os segmentos, pode-se concluir que o Segmento 1 foi o mais sensível ao açúcar do que Segmento 2. Embora o padrão de preferência dos dois segmentos seja bem diferente, os grupos não diferiram (p>0,05) em sua distribuição, de acordo com os dados socioeconômicos (Tabela 3.2).

Com relação à caracterização sensorial das amostras, de maneira semelhante à avaliação hedônica, os resultados sugerem que a informação não teve efeito nessa análise. Podemos observar na Figura 3.1 que as amostras na condição *Sem informação* (sem inf.) e *Com informação* (com inf.) ficaram bem próximas na representação gráfica dos resultados, sugerindo que foram descritas de forma semelhante. A porcentagem de frequência dos termos CATA usados para descrever as amostras na condição *Sem informação* e *Com informação* é apresentada nos apêndices (Apêndice IV).

Entretanto, considerando todos os participantes do estudo (n=172), de acordo com o teste Q de Cochran foi observada diferença ($p \leq 0,001$) na frequência de 15 dos 17 termos CATA usados para descrever as formulações, sugerindo que os consumidores perceberam diferenças nas características sensoriais das diferentes formulações de suco misto tropical (Tabela 3.5).

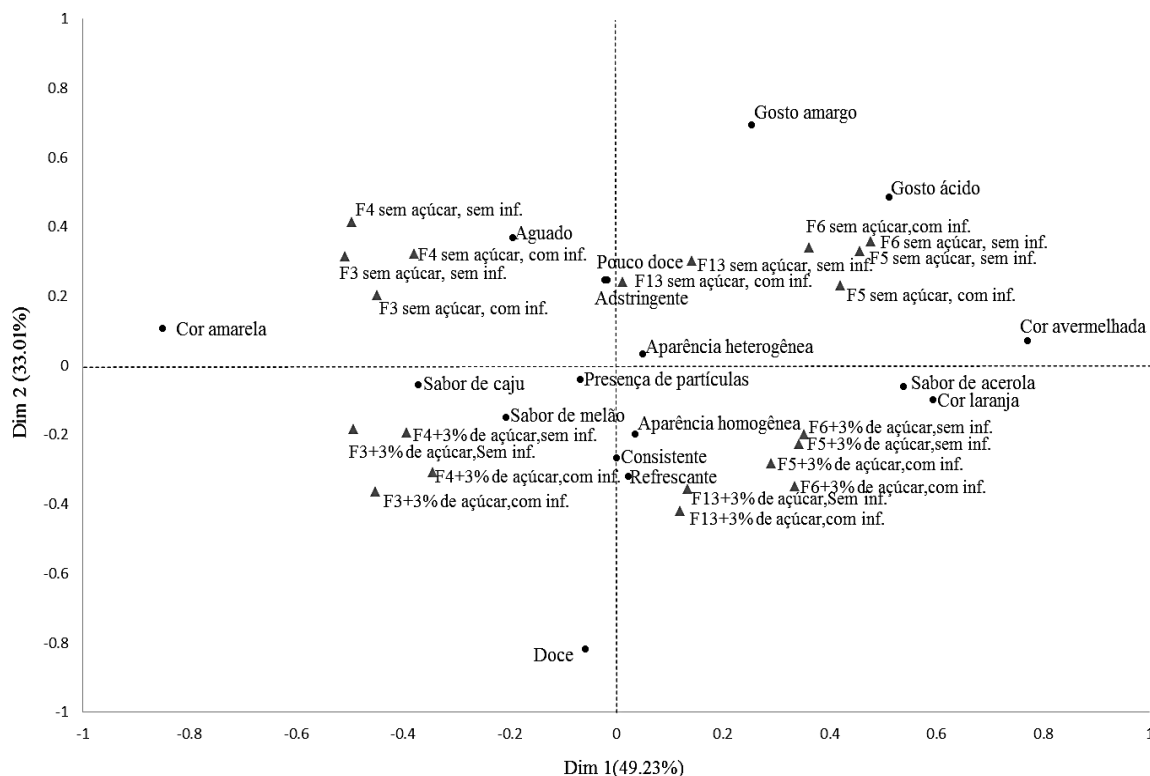


Figura 3.1. Representação dos termos CATA e das amostras de suco misto tropical submetidas à Análise de Correspondência (AC) nas condições *Sem informação* e *Com informação*.

Formulações compostas de 50% de polpa mista, onde as polpas: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão; F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão. Sem inf.: sem informação, Com inf.: com informação.

Os consumidores foram capazes de caracterizar e diferenciar ($p \leq 0,001$) as formulações do suco misto de forma coerente em relação às formulações apresentadas no delineamento (Tabela 3.1). As formulações F3 +3% de açúcar e F3 sem adição de açúcar foram percebidas com mais ($p \leq 0,001$) *Sabor de caju*, quando comparada às demais formulações. As formulações F5 e F6, com adição de 3% de açúcar e sem adição de açúcar, foram percebidas com maior ($p \leq 0,001$) *Sabor de acerola*. Já o ponto central do delineamento (F13), com e sem açúcar, apresentaram frequências bastante semelhantes em relação ao *Sabor de caju* e *Sabor de acerola*. Por fim, com foco nas formulações F4 com 3% de açúcar e sem adição de açúcar, notamos que elas apresentaram maiores frequência ($p \leq 0,001$) dos termos *Sabor de melão* e *Aguado*. Vale destacar que, dentre os cinco pontos do delineamento avaliados, o F4 continha a maior concentração de melão (50%).

A adição de açúcar afetou a percepção das características sensoriais dos sucos pelos consumidores. Os atributos *Pouco doce*, *Gosto ácido*, *Gosto amargo* e *Aguado* foram mais marcados ($p \leq 0,001$) para as formulações sem adição de açúcar. Já os atributos *Gosto doce* e *Consistente* foram mais percebidos ($p \leq 0,001$) nas formulações com adição de açúcar.

A representação dos atributos CATA e das diferentes formulações de suco misto tropical a partir dos dados de todos os consumidores (n=172) por meio de análise de correspondência

(AC) é apresentada na Figura 3.2. As duas primeiras dimensões explicaram 87,44 % da variabilidade dos dados.

Tabela 3.5. Frequência de menção dos termos das questões CATA.

Formulações com 50% de polpa mista, onde: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão;

Atributos	F3 + 3% açúcar	F3 Sem açúcar	F4 + 3% açúcar	F4 Sem açúcar	F5 + 3% açúcar	F5 Sem açúcar	F6 + 3% açúcar	F6 Sem açúcar	F13 + 3% açúcar	F13 Sem açúcar
Adstringente ***	16 ^b	31 ^a	14 ^b	22 ^{ab}	17 ^b	24 ^{ab}	15 ^b	22 ^{ab}	20 ^{ab}	33 ^a
Aguado ***	37 ^{cd}	72 ^b	57 ^{bc}	108 ^a	26 ^d	53 ^c	34 ^d	69 ^b	30 ^d	68 ^b
Aparência heterogênea ^{ns}	15	18	20	14	16	21	17	18	19	18
Aparência Homogênea***	22 ^b	19 ^b	25 ^{ab}	20 ^b	31 ^a	15 ^b	36 ^a	16 ^b	29 ^a	20 ^b
Consistente ***	56 ^{ab}	35 ^{bc}	42 ^b	19 ^d	62 ^a	32 ^b	44 ^b	21 ^{cd}	51 ^{ab}	35 ^{bc}
Cor avermelhada ***	2 ^c	2 ^c	2 ^c	3 ^c	27 ^{ab}	28 ^{ab}	27 ^{ab}	35 ^a	17 ^b	10 ^b
Cor amarela***	83 ^a	92 ^a	74 ^a	84 ^a	10 ^c	6 ^c	11 ^c	7 ^c	19 ^{bc}	28 ^b
Cor laranja ***	9 ^{cd}	6 ^d	17 ^c	9 ^{cd}	70 ^a	60 ^a	58 ^{ab}	53 ^{ab}	60 ^a	44 ^b
Gosto doce ***	64 ^a	8 ^c	57 ^{ab}	3 ^c	47 ^b	8 ^c	53 ^{ab}	7 ^c	69 ^a	4 ^c
Gosto ácido ***	9 ^{de}	15 ^c	3 ^e	10 ^d	17 ^c	52 ^a	13	34 ^b	7 ^{de}	23 ^{bc}
Gosto amargo ***	6 ^d	22 ^c	3 ^d	28 ^{bc}	12 ^{cd}	41 ^{ab}	8 ^d	43 ^a	4 ^d	35 ^{abc}
Pouco doce ***	59 ^d	108 ^a	61 ^d	91 ^{ab}	68 ^{cd}	83 ^{bc}	69 ^{cd}	94 ^{ab}	52 ^d	94 ^a
Presença de partículas ^{ns}	42	40	33	35	41	30	36	26	34	41
Refrescante ***	57 ^a	32 ^b	60 ^a	25 ^b	63 ^a	35 ^b	65 ^a	28 ^b	59 ^a	31 ^b
Sabor de acerola ***	18 ^c	17 ^c	29 ^c	20 ^c	92 ^a	92 ^a	101 ^a	85 ^a	72 ^b	58 ^b
Sabor de caju ***	125 ^a	112 ^a	64 ^b	59 ^{bc}	56 ^{bc}	44 ^c	24 ^d	32 ^{cd}	70 ^b	60 ^b
Sabor de melão ***	26 ^{cd}	23 ^{cd}	71 ^a	49 ^b	26 ^c	21 ^{cd}	33 ^c	19 ^d	41 ^b	27 ^{cd}

F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão.*** ($p \leq 0,001$) de acordo com o teste Q de Cochran, ^{ns}: não há diferenças significativas

De acordo com a análise de *Cluster*, a primeira dimensão separou as formulações em dois grupos, de acordo com a composição dos sucos. O primeiro grupo, formado por F5, F6 e F13 com 3% de açúcar e sem adição de açúcar e o segundo grupo representado pelas amostras F3 e F4 igualmente com e sem adição de açúcar.

A segunda dimensão separou as formulações em dois grupos de acordo com a concentração de açúcar. O primeiro grupo incluiu as formulações F3, F4, F5, F6 e F13 sem adição de açúcar, que foram percebidas como *Pouco doce*, *Aguado*, *Adstringente*, *Gosto amargo* e com *Gosto ácido*. O segundo grupo consistiu das formulações F3, F4, F5, F6 e F13 com adição de 3% de açúcar, as quais foram mais caracterizadas pelos atributos correspondentes aos sabores das frutas e por *Consistente* e *Refrescante*. Embora os dois

segmentos de consumidores identificados no estudo tenham apresentado respostas hedônicas distintas, a caracterização sensorial das amostras foi semelhante (dados não mostrados), não sendo necessário a apresentação e discussão dos resultados da caracterização sensorial de cada um dos segmentos individualmente.

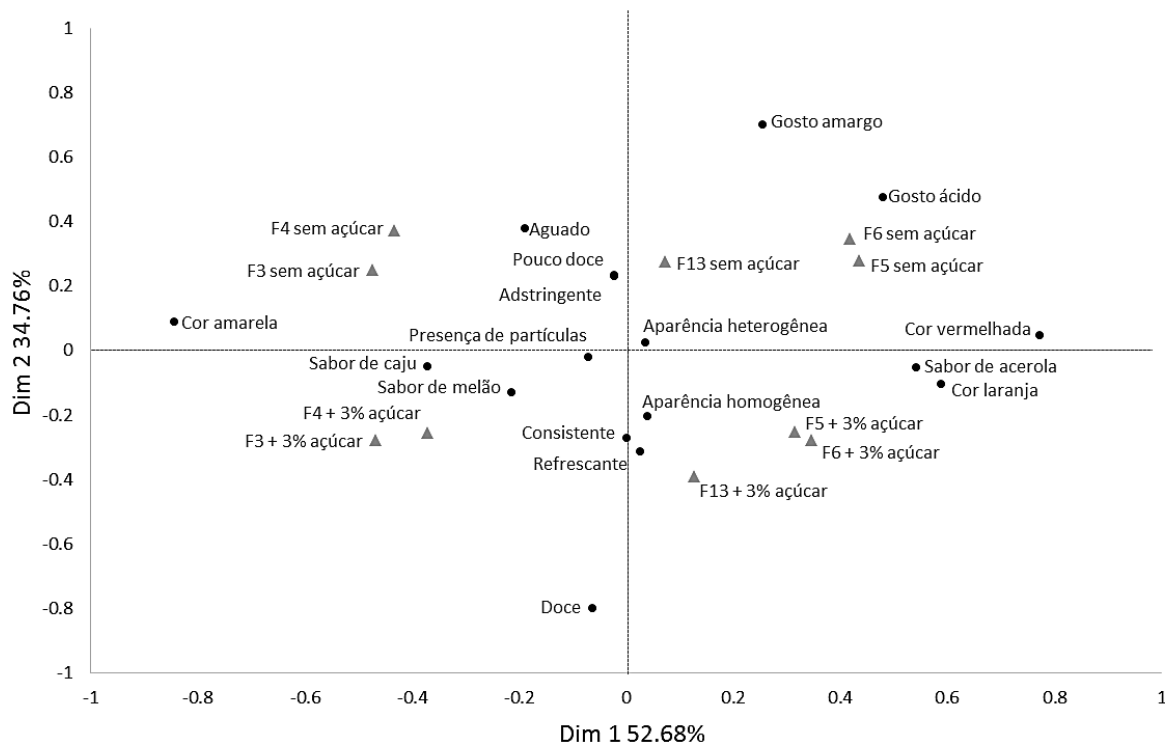


Figura 3.2. Representação dos termos CATA e das amostras de suco misto tropical submetidas à Análise de Correspondência (AC) – dados de todos participantes do estudo (n=172).

Formulações compostas de 50% de polpa mista, onde as polpas: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão; F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão.

3.1.2 Características físico-química e nutricional das polpas e formulações de suco misto tropical

A Tabela 3.6 apresenta os resultados do pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante (ABTS⁺ e ORAC) das polpas de caju, acerola e melão e das cinco formulações de suco misto tropical adicionados de açúcar. Foram encontradas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para todas as características físico-químicas e nutricionais para as polpas e formulações avaliadas.

A polpa de acerola utilizada no estudo, diferiu ($p \leq 0,05$) das polpas de caju e melão, apresentando menor pH ($3,29 \pm 0,02$), maior acidez ($13,63 \pm 0,06$ mg/100g de ácido cítrico) e maiores teores de vitamina C ($1802,01 \pm 20,89$ mg/100g), fenólicos totais ($5676,39 \pm 833,78$ mg de ácido gálico/100g) e capacidade antioxidante pelo método ABTS⁺ ($80,83 \pm 8,48$ μM Trolox/g). A polpa de caju apresentou maiores teores ($p \leq 0,05$) de sólidos solúveis totais (10 °Brix).

Como já esperado, a variação na composição das polpas teve grande efeito nas características das diferentes formulações. Todas as formulações apresentaram valores de pH menores que 4,5, o qual é um fator positivo levando em consideração a segurança dos sucos. No entanto, as formulações F5 e F6 apresentaram menores valores de pH ($p \leq 0,05$) ($3,77 \pm 0,62$

Tabela 3.6. Média e desvio padrão dos resultados de pH, acidez total titulável (ATT), sólidos solúveis totais (SST), vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante das polpas e formulações de suco misto tropical.

AMOSTRA	pH	ATT (mg/100g de ácido cítrico)	SST (°Brix)	Vitamina C (mg/100g)	Fenólicos Totais (mg ac. gal/100g)	Capacidade Antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/g}$)	
						ABTS	ORAC
Polpa caju	4,19($\pm 0,070$) ^B	3,27 ($\pm 0,15$) ^B	10,0 ($\pm 0,0$) ^A	40,13 ($\pm 1,14$) ^B	467,6 ($\pm 18,48$) ^B	7,76 ($\pm 0,30$)	-
Polpa Acerola	3,29 ($\pm 0,020$) ^C	13,63 ($\pm 0,06$) ^A	7,0 ($\pm 0,0$) ^B	1802,01 ($\pm 20,89$) ^A	5676,39 ($\pm 833,78$) ^A	80,83 ($\pm 8,48$)	-
Polpa melão	5,88 ($\pm 0,071$) ^A	0,81 ($\pm 0,01$) ^C	3,1 ($\pm 0,0$) ^C	ND	35,81 ($\pm 13,81$) ^B	0,78 ($\pm 0,06$)	-
F3	4,15 ($\pm 0,014$) ^b	1,85 ($\pm 0,07$) ^d	7,0 ($\pm 0,0$) ^a	106,74 ($\pm 0,62$) ^d	278,15 ($\pm 19,64$) ^d	5,62 ($\pm 0,43$) ^d	10,39 ($\pm 0,69$) ^a
F4	4,35 ($\pm 0,042$) ^a	1,34 ($\pm 0,03$) ^e	6,0 ($\pm 0,0$) ^c	78,50 ($\pm 0,45$) ^e	207,05 ($\pm 7,91$) ^e	4,61 ($\pm 0,83$) ^d	4,11 ($\pm 0,32$) ^d
F5	3,77 ($\pm 0,62$) ^d	2,84 ($\pm 0,07$) ^a	6,9 ($\pm 0,0$) ^b	262,98 ($\pm 2,76$) ^a	557,55 ($\pm 17,86$) ^a	10,97 ($\pm 1,21$) ^a	11,20 ($\pm 0,20$) ^a
F6	3,79 ($\pm 0,035$) ^d	2,55 ($\pm 0,11$) ^b	6,0 ($\pm 0,0$) ^c	240,59 ($\pm 0,71$) ^b	479,60 ($\pm 28,17$) ^b	9,63 ($\pm 0,54$) ^b	7,67 ($\pm 0,09$) ^b
F13	4,00 ($\pm 0,010$) ^c	2,10 ($\pm 0,04$) ^c	6,9 ($\pm 0,0$) ^b	177,72 ($\pm 1,20$) ^c	377,36 ($\pm 14,02$) ^c	7,73 ($\pm 0,25$) ^c	5,31 ($\pm 0,14$) ^c

F3, F4, F5, F6 e F13: Formulações com 50% de polpa mista, 47% de água e 3% de açúcar, onde: F3: 70% caju, 10% acerola e 20% melão; F4: 40% caju, 10% acerola, 50% melão; F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão; F6: 30% caju, 30% acerola e 40% melão e F13: 50% caju, 20% acerola e 30% melão.

*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Fisher.

**Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Fisher.

ND: não detectado.

e $3,79 \pm 0,035$, respectivamente). Já em relação à acidez, todas as formulações diferiram estatisticamente entre si, sendo o maior valor encontrado para a formulação F5 ($2,84 \pm 0,07$). Para o teor de sólidos solúveis totais as formulações F4 e F6 apresentaram valores significativamente menores, quando comparadas às demais formulações. Por fim, em relação ao conteúdo de vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, a formulação F5 se destacou por apresentar as maiores médias para essas características ($262,98 \pm 2,76$ mg/100g; $557,55 \pm 17,86$ mg de ácido gálico/100g; $10,97 \pm 1,21$ µM Trolox/g e $11,20 \pm 0,20$ µM Trolox/g, respectivamente). De forma oposta, a formulação F4 apresentou os menores teores com relação a essas características (Tabela 3.6).

3.1.3 Melhor formulação identificada a partir dos resultados das análises realizadas

A seleção da melhor formulação foi realizada com base nos resultados da avaliação sensorial e caracterização físico-química e nutricional. A formulação F5 alcançou adequada média de aceitação, bem como o maior teor de vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante. Por esses motivos foi selecionada como a melhor formulação e utilizada no estudo sobre o efeito da adição de aromas na percepção de doçura. A descrição das formulações obtidas a partir da F5 é mostrada na Tabela 3.7.

Tabela 3.7. F5 com os distintos aromas e teor de açúcar.

Amostras	Aroma, concentração (%)	Açúcar (%)
F5SA	-	0
F5CA	-	3
F5SA+Me	Melão (0,02%)	0
F5CA+Me	Melão (0,02%)	3
F5SA+Ma	Maçã (0,01%)	0
F5CA+Ma	Maçã (0,01%)	3
F5SA+Ab	Abacaxi (0,04%)	0
F5CA+Ab	Abacaxi (0,04%)	3

F5SA: formulação F5 com 50 % de polpa (60% caju; 30% acerola, 10% melão) e 50% de água, F5CA: formulação F5 com 50 % de polpa (60% caju; 30% acerola, 10% melão), 3% de açúcar e 47% de água; Me: aroma de melão, Ma: aroma de maçã, Ab: aroma de abacaxi.

3.2 Efeito da Adição de Aromas na Percepção de Doçura e nas Características Sensoriais de Suco Misto Tropical pelos Consumidores

A Tabela 3.8 apresenta a porcentagem de frequência dos termos RATA (considerando-os como dados binários), a intensidade média percebida dos termos marcados para descrever as amostras de suco misto tropical, bem como o efeito da adição de açúcar e do aroma nas características sensoriais das amostras.

Ao considerar os dados RATA como dados binários (frequências), foram encontradas diferenças significativas de acordo com o Teste Q de Cochran para todos os nove termos usados para descrever as amostras, sugerindo que os consumidores perceberam diferenças nas características sensoriais das amostras de suco misto tropical.

Observa-se que o termo *Gosto doce* foi mais marcado ($p \leq 0,001$) para as amostras adicionadas de açúcar. Em contraste, os termos *Adstringente*, *Gosto ácido* e *Gosto amargo* foram mais percebidos para as amostras sem adição de açúcar. Vale destacar que a amostra F5CA+Ab não diferiu ($p > 0,05$) das amostras sem adição de açúcar para o atributo *Gosto amargo*.

Tabela 3.8. Frequência de menção (FM) e a média de intensidade (MI) dos termos RATA marcados para descrever as amostras de suco misto tropical.

Atributos		Amostras								p-valor	
		F5SA	F5CA	F5SA+Me	F5CA+Me	F5SA+Ma	F5CA+Ma	F5SA+Ab	F5CA+Ab	Açúcar	Aroma
Gosto doce ***	FM	38 ^B	91 ^A	38 ^B	77 ^A	34 ^B	85 ^A	34 ^B	81 ^A		
	MI	0,4(±0,6) ^b	1,8(±0,9) ^a	0,4(±0,6) ^b	1,7(±1,1) ^a	0,4(±0,6) ^b	1,8(±1,0) ^a	0,3(±0,5) ^b	1,8(±1,1) ^a	<0,001	0,958
Adstringente ***	FM	49 ^{AB}	32 ^{BC}	49 ^{AB}	25 ^C	53 ^A	32 ^{BC}	45 ^{AB}	32 ^{BC}		
	MI	0,9(±1,0) ^a	0,4(±0,7) ^{bc}	0,9(±1,1) ^a	0,3(±0,7) ^c	0,9(±1,0) ^a	0,4(±0,6) ^{bc}	0,7(±0,9) ^{ab}	0,5(±0,8) ^{bc}	<0,001	0,941
Gosto ácido ***	FM	64 ^{AB}	49 ^{BC}	70 ^A	40 ^C	64 ^{AB}	45 ^{BC}	62 ^{AB}	51 ^{BC}		
	MI	1,3(±1,1) ^a	0,7(±0,9) ^b	1,4(±1,1) ^a	0,5(±0,7) ^b	1,3(±1,1) ^a	0,7(±0,8) ^b	1,3(±1,2) ^a	0,8(±1,0) ^b	<0,001	0,780
Gosto amargo ***	FM	28 ^{AB}	15 ^B	34 ^A	15 ^B	32 ^A	19 ^{AB}	30 ^{AB}	19 ^{AB}		
	MI	0,5(±0,9) ^a	0,2(±0,5) ^b	0,6(±1,0) ^a	0,2(±0,4) ^b	0,6(±1,0) ^a	0,2(±0,5) ^b	0,6(±1,0) ^a	0,2(±0,5) ^b	<0,001	0,977
Sabor de fruta **	FM	52 ^{BC}	62 ^{AB}	42 ^C	58 ^{BC}	53 ^{BC}	72 ^A	49 ^{BC}	53 ^{BC}		
	MI	1,2(±1,3) ^{bc}	1,5(±1,3) ^{ab}	1,0(±1,3) ^c	1,4(±1,3) ^{abc}	1,3(±1,4) ^{abc}	1,8(±1,3) ^a	1,1(±1,2) ^{bc}	1,3(±1,3) ^{abc}	0,009	0,217
Sabor de caju ***	FM	50 ^B	70 ^A	23 ^C	30 ^C	55 ^{AB}	49 ^B	45 ^B	51 ^{BC}		
	MI	0,9(±1,0) ^b	1,2(±1,0) ^a	0,3(±0,5) ^d	0,4 (±0,7) ^{cd}	0,9(±1,0) ^b	0,8(±0,9) ^b	0,7(±0,9) ^{bc}	0,9 (±1,0) ^b	0,081	<0,001

Continua

Tabela 3.8. Continuação.

Sabor de acerola***	FM	79 ^{AB}	85 ^A	47 ^C	38 ^C	74 ^{AB}	72 ^{AB}	75 ^{AB}	68 ^B		
	MI	1,9(±1,2) ^a	1,9(±1,0) ^a	0,7(±0,9) ^c	0,6(±0,9) ^c	1,5(±1,2) ^b	1,4(±1,1) ^b	1,6(±1,2) ^{ab}	1,4(±1,1) ^b	0,322	<0,001
Sabor de melão***	FM	18 ^C	21 ^C	72 ^{AB}	84 ^A	26 ^C	57 ^B	15 ^C	26 ^C		
	MI	0,3(±0,6) ^c	0,3(±0,6) ^c	1,7(±1,2) ^b	2,0(±1,1) ^a	0,4(±0,8) ^c	1,0(±1,0) ^b	0,2(±0,6) ^c	0,4(±0,8) ^c	<0,001	<0,001
Sabor estranho***	FM	32 ^{BC}	15 ^D	53 ^A	28 ^{CD}	36 ^{ABC}	15 ^D	49 ^{AB}	45 ^{ABC}		
	MI	0,6(±1,0) ^b	0,2(±0,5) ^c	1,1(±1,2) ^a	0,7(±1,1) ^b	0,8(±1,2) ^{ab}	0,2(±0,6) ^c	0,9(±1,1) ^{ab}	0,9(±1,9) ^{ab}	<0,001	0,0001

Amostras: F5SA: formulação F5 sem adição de açúcar (composta de 50% de polpa mista (F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão) e 50% de água); F5CCA – formulação F5 com adição de açúcar (composta de 50% de polpa mista (F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão) e 47% de água e 3% de açúcar); F5SA+Me: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de melão; F5CA+Me: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de melão; F5SA+Ma: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de maçã; F5CA+Ma: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de maçã; F5SA+Ab: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de abacaxi; F5CA+Ab: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de abacaxi.

*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente *** ($p \leq 0,001$); ** ($p \leq 0,01$) de acordo com o teste Q de Cochran.

**Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de Teste de Fisher.

Maiores diferenças nas características das amostras foram encontradas nos resultados alcançados por meio da análise de dados RATA em relação à intensidade. Como esperado, todos os termos apresentaram diferença ($p \leq 0,05$) na intensidade média de acordo com a ANOVA e teste de média de Fisher. De forma semelhante aos dados analisados pela frequência dos termos, com exceção dos atributos *Sabor de caju* e *Sabor de acerola*, o principal responsável pela diferença nas características sensoriais das amostras e suas intensidades média percebidas foi a variável açúcar (Tabela 3.8).

Ao considerar a variável Aroma, pela análise de variância não foi verificado diferença ($p > 0,05$) para o atributo *Gosto doce*, sugerindo que a adição de aroma de melão, maçã e abacaxi não contribuiu ($p = 0,958$) para o aumento da percepção da doçura do suco misto tropical. No entanto, adição de aroma contribuiu ($p \leq 0,05$) na intensidade média percebida para os atributos *Sabor de caju*, *Sabor de acerola*, *Sabor de melão* e *Sabor estranho* (Tabela 3.8). Como pode ser observado na Tabela 3.9, a adição de aroma de melão contribuiu para a redução da intensidade média percebida de *Sabor de caju* e *Sabor de acerola* e para o aumento da percepção de *Sabor de melão* e *Sabor estranho*. O atributo *Sabor estranho* também foi aumentado ($p \leq 0,05$) pela adição do aroma de abacaxi, não diferindo estatisticamente do aroma de melão. Além disso, os resultados indicaram que o aroma de maçã propiciou menor alteração no sabor do suco misto tropical.

Tabela 3.9. Efeito do aroma adicionado na média da intensidade dos atributos de sabor do suco misto tropical.

Atributos	F5	Aromas adicionados		
		Melão	Maçã	Abacaxi
Sabor de caju	1,1($\pm 1,0$) ^a	0,3($\pm 0,6$) ^c	0,8($\pm 0,9$) ^{ab}	0,7($\pm 0,9$) ^b
Sabor de acerola	1,9($\pm 1,1$) ^a	0,7($\pm 0,9$) ^c	1,4($\pm 1,1$) ^b	1,5($\pm 1,2$) ^b
Sabor de melão	0,3($\pm 0,6$) ^c	1,8($\pm 1,2$) ^a	0,7($\pm 1,0$) ^b	0,3($\pm 0,7$) ^c
Sabor estranho	0,4($\pm 0,8$) ^b	0,9($\pm 1,2$) ^a	0,5($\pm 1,0$) ^b	0,9($\pm 1,1$) ^a

*Médias com letras iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de Teste de Fisher.

O efeito da adição de aromas nas características sensoriais do suco também pode ser observado nos resultados da análise de componentes principais (PCA) (Figura 3). A primeira e a segunda dimensão explicaram 92,07 % da variabilidade dos dados. Os termos *Adstringente*, *Gosto ácido*, *Gosto amargo*, *Sabor estranho* foram negativamente correlacionados com os termos *Sabor de fruta* e *Gosto doce* no primeiro componente principal que explicou 58,63% da variância dos dados. Já os termos relacionados ao sabor das frutas foram correlacionados com o segundo componente principal (33,44 %), sendo *Sabor de caju* e *Sabor de acerola* correlacionados negativamente com *Sabor de melão* (Figura 3.3b)

Como podemos observar, as amostras foram separadas na 1ª dimensão pelo teor de açúcar (Figura 3.3a). Os sucos sem adição de açúcar F5SA, F5SA+Me e F5SA+Ab foram descritos pelos atributos *Adstringente*, *Gosto ácido*, *Gosto amargo*. Já a amostra F5SA+Me se caracterizou pelo *Sabor estranho*. F5CA apresentou maior intensidade de *Sabor de caju* e *Sabor de acerola* e F5CA+Me por *Sabor de melão*. Por fim, ressalta-se que as amostras adicionadas dos aromas de maçã e abacaxi (F5Ca+Ma e F5Ca+Ab) foram caracterizadas com os atributos *Gosto doce* e *Sabor de fruta*.

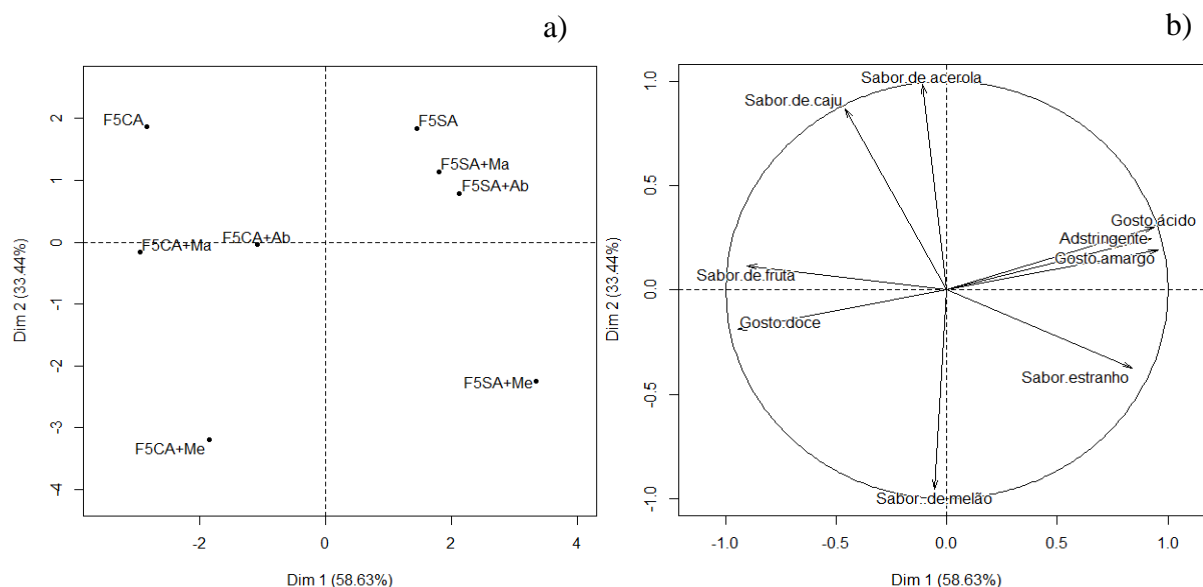


Figura 3.3. (a) Representação das amostras de suco misto tropical e (b) dos termos RATA nas duas primeiras dimensões da Análise de Componentes Principais nos dados dos valores médios aritméticos do RATA.

Amostras: F5SA: formulação F5 sem adição de açúcar (composta de 50% de polpa mista (F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão) e 50% de água); F5CCA – formulação F5 com adição de açúcar (composta de 50% de polpa mista (F5: 60% caju; 30% acerola, 10% melão) e 47% de água e 3% de açúcar); F5SA+Me: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de melão; F5CA+Me: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de melão; F5SA+Ma: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de maçã; F5CA+Ma: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de maçã; F5SA+Ab: formulação F5 sem adição de açúcar, adicionado de aroma de abacaxi; F5CA+Ab: formulação F5 com adição de açúcar, adicionado de aroma de abacaxi.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Os consumidores cada vez mais buscam produtos que se destacam pelas propriedades nutricionais e funcionais. Dentre esses produtos, os sucos de frutas são escolhas populares de bebidas para adultos e crianças, tanto por causa do sabor e cor, quanto pela forte associação com os benefícios à saúde e com o bem-estar promovido pelo consumo (MAIA *et al.*, 2019). Nesse sentido, nos últimos anos inúmeros estudos vêm sendo realizados com frutas tropicais em direção ao desenvolvimento de bebidas mistas, com o foco em aumentar os compostos funcionais e capacidade antioxidante do produto final e, ao mesmo tempo, melhorar o sabor e a aceitação geral (SOUSA *et al.*, 2013; SOUSA *et al.*, 2014; CURI *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017a). No entanto, pouca atenção tem sido dada ao desenvolvimento de sucos mistos tropicais sem a adição de açúcar ou com baixo teor de açúcar adicionado. O presente estudo objetivou desenvolver um suco misto tropical de caju, acerola e melão com baixo teor de açúcar adicionado e sem a substituição por adoçantes. A identificação da formulação mais adequada de acordo com o consumidor baseou-se em respostas hedônicas e nas características sensoriais percebidas por eles, bem como pelos resultados das características nutricionais; os quais foram obtidos variando-se a composição das polpas de frutas e o teor de açúcar. Além disso, foi estudado o efeito da adição de aromas idênticos aos naturais na percepção de doçura pelos consumidores, bem como nas alterações das características sensoriais do suco.

Os resultados indicaram que, tanto a variação na composição de polpas do suco quanto o teor de açúcar, influenciaram a aceitação e as características sensoriais das formulações.

Como mencionado anteriormente, o açúcar foi a principal variável que influenciou a aceitação das formulações. O sabor é um dos principais determinantes para a preferência, a escolha e a ingestão de alimentos. Por sua vez, o homem apresenta preferência inata pelo gosto doce (SCHWARTZ, ISSANCHOU e NICKLAUS, 2009; LOPER *et al.*, 2015), o que justifica a maior aceitação das formulações adicionadas de açúcar. Embora as formulações mais aceitas tenham sido adicionadas de 3% de açúcar, estas apresentam uma adição inferior de açúcar comprado às bebidas disponíveis no mercado as quais, em média, adicionam cerca de 10% de açúcar. Esse fato pode justificar as médias de aceitação ($n=172$) alcançadas por essas formulações ($\approx 6,2 \pm 2,12$). Além disso, como observado na caracterização sensorial das amostras, embora as formulações adicionadas de açúcar estivessem mais próximas do termo *Doce* em relação às formulações sem açúcar (Figura 1), este termo ficou localizado mais na extremidade do mapa, sugerindo que os consumidores não tenham considerado doce o suficiente as amostras com 3% de açúcar adicionado. No capítulo anterior, com o foco em identificar frutas para compor um suco misto tropical, foi verificado que a formulação composta por caju, melão e acerola com a adição de 6% de açúcar apresentou média de aceitação mais elevada (7,6); ou seja, aproximadamente 1,4 ponto a mais na escala hedônica de nove pontos comparado com a média das formulações adicionadas de açúcar desde estudo (6,2).

De acordo com informações da OMS e da Organização Pan-Americana da Saúde, a redução na exposição à doçura poderia facilitar a adaptação à uma menor ingestão de açúcar (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015; OPAS, 2016) e, com isso aumentar, ao longo do tempo, a aceitação de produtos menos doces. A preferência e o nível do gostar podem ser adaptados e aumentados pela redução gradual do açúcar ou pela exposição repetida daquele suco na dieta. A preferência por determinado sabor é moldada pelos hábitos alimentares desde criança, sendo que o processo de aprendizagem apresenta um papel importante na aceitação dos produtos. Além disso, estudos apontam que o gostar de alimentos aumenta com a exposição repetida, tanto para adultos quanto para crianças (COOKE, 2007). A exemplo, Lima, Ares e Deliza (2019) verificaram que a aceitação global de amostra de néctar de uva com menor teor de açúcar adicionado aumentou significativamente após o período de nove semanas de exposição, em comparação com a primeira vez que provaram a amostra. Os resultados da pesquisa sugerem que a exposição repetida da amostra levou ao aumento da aceitação, possivelmente pela adaptação das crianças ao gosto doce menos intenso. Nesse sentido, a inclusão de produtos no mercado com teores de açúcar mais baixos pode, portanto, ser um passo importante em direção à adaptação do paladar da população aos produtos menos doce.

A identificação de um segmento de consumidor com respostas mais positivas às formulações sem adição de açúcar sugere que existe um nicho de mercado a ser explorado. Embora o padrão de preferência dos dois segmentos seja bem diferente, os grupos não diferiram significativamente quanto aos dados socioeconômicos (Tabela 2), indicando que o gostar é definido por traços atitudinais e sensoriais. Dessa forma, os resultados sugerem que o Segmento 2 é formado por consumidores mais “favoráveis” aos sucos menos doces ou sem açúcar. As diferenças entre os grupos poderiam ser explicadas pelas diferenças em seus hábitos alimentares, bem como pela preferência por doçura. Resultados semelhantes foram reportados por Pineli *et al.* (2016), que sugeriram que a preferência de um dos grupos por néctares com menor teor de açúcar poderia estar relacionada às atitudes em relação à saúde ou apenas à preferência sensorial. Os autores ainda sugerem que aceitação de sucos com menor adição de açúcar poderia ser alcançada por educação nutricional, regras parentais ou, como aqui mencionado, pela exposição repetida a um nível de estímulo sensorial mais baixo por um período de tempo.

Em relação ao efeito da composição das polpas na aceitação das formulações, verifico u-se que o produto menos aceito correspondeu a formulação com maior adição de melão. No capítulo anterior, foram encontradas menores médias na expectativa da aceitação para sucos

mistos tropicais com o melão dentre os ingredientes. Embora nessa etapa do referido estudo os consumidores não tivessem provado as amostras, mas apenas avaliaram a ideia da composição de frutas para um suco misto tropical, na etapa de avaliações às cegas não foi observada menor aceitação para as amostras adicionadas de melão. Nenhum outro estudo foi encontrado para justificar a influência negativa da adição do melão em formulações de sucos mistos. Entretanto, formulações adicionadas de maior concentração de melão foram caracterizadas como maior *Sabor de melão* e *Aguado*. A percepção do termo *Aguado* é pertinente, visto que o teor de sólidos solúveis totais da polpa de melão foi significativamente inferior aos das polpas de caju e acerola. Tais características podem ter influenciado negativamente a aceitação dessas formulações.

É importante destacar que a percepção de doçura foi inversamente ao do amargor, acidez e consistência. Todas as formulações sem adição de açúcar foram percebidas como mais *Adstringente*, *Gosto ácido*, *Gosto amargo*, *Pouco doce*, *Aguado* e, obviamente, menos *Consistente* que as formulações adicionadas de açúcar. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima, Ares e Deliza (2019) e Pineli et al. (2016) em néctares reduzidos de açúcar. O aumento da percepção do termo *Aguado* se justifica pelo aumento na porcentagem de água das formulações, uma vez que, no lugar da adição de açúcar houve a adição de água para as formulações sem adição de açúcar. Além disso, o açúcar, além de fornecer doçura, também atua em outras propriedades físicas e sensoriais de produtos, como na cor, viscosidade e textura (CLEMENS et al., 2016; DIMONACO et al., 2018). Ressalta-se, também, que o *Gosto amargo* e o *Gosto ácido* geralmente são reduzidos por estímulos da doçura (GREEN et al., 2010) logo, formulações adicionadas de açúcar foram percebidas menos amargas e ácidas, o que também pode ter afetado a aceitação das formulações.

Como esperado, as formulações F5, F3 e F13 adicionadas de 3% de açúcar apresentaram maior número de menções para o termo *Consistente*, tendo sido as mais aceitas. Embora a formulação F6 + 3% de açúcar não tenha diferido ($p > 0,05$) quanto à aceitação das mesmas formulações adicionadas de açúcar, essa formulação apresentou baixas menções do termo *Consistente*, provavelmente por ter a segunda maior concentração de melão do delineamento. No entanto, apresentava maior concentração de acerola. Os maiores teores de acerola foram percebidos na caracterização sensorial, uma vez que as formulações F5 e F6, com e sem adição de açúcar, receberam as maiores menções para *Sabor de acerola*. Esse resultado é bastante significativo e importante e sugere que a polpa de acerola possa ter sido a responsável pelo aumento da aceitação e dirigido a preferência dos participantes. Esse resultado difere do reportado por Sousa et al. (2013), que verificaram redução da aceitação de néctar misto de caju, manga e acerola com o aumento do conteúdo de acerola.

Embora a avaliação sensorial tenha gerado resultados importantes, a caracterização físico-química e nutricional das formulações de suco misto adicionadas de açúcar permitiu identificar o delineamento com potencial para ser mais bem estudado. A polpa de acerola foi a principal responsável pelos maiores conteúdos de vitamina C, compostos fenólicos e capacidade antioxidante e maiores valores de acidez total titulável. Resultados semelhantes foram encontrados por (SILVA et al., 2017b). Embora seja relatado que o caju também apresente alto conteúdo de vitamina C e compostos fenólicos (RUFINO et al., 2010), em nosso estudo não obtivemos tal resposta. Isso, possivelmente, se deve ao uso de polpa de caju pasteurizada. O pedúnculo de caju é extremamente perecível sendo recomendado que seja processado o mais rápido possível para evitar perdas na qualidade (DAS e ARORA, 2017), fato que dificulta a disponibilidade de polpas sem pasteurização com boas características sensoriais. Como verificado, a formulação F5 (60% de caju, 30% de acerola e 10% de melão) apresentou os melhores resultados quanto à vitamina C, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, sugerindo que seja mais explorada, pois tem potencial para ser desenvolvida em escala industrial. A formulação F6 (30% de caju, 30% de acerola e 40% de melão) também

alcançou bons resultados para características nutricionais, embora inferiores à F5. A maior concentração de caju em F5 sugere que tenha sido responsável pelas diferenças obtidas entre as duas formulações (F5 e F6), já que ambas apresentavam o mesmo conteúdo de acerola. Sendo assim, o uso de polpa de caju não pasteurizada, com alto conteúdo de vitamina C e compostos fenólicos poderia aumentar ainda mais a diferença nas características nutricionais entre as formulações. Vale lembrar que, embora a formulação F6+ 3% de açúcar tenha apresentado as maiores médias de aceitação (não diferindo de F3, F5 e F13 adicionadas de açúcar), o maior conteúdo de melão em sua composição possa vir a ser um ponto negativo, tanto por exercer pouca influência nas características nutricionais da formulação, quanto pelos aspectos menos promissores identificados na análise sensorial.

Considerando que a principal diferença na aceitação e nas características sensoriais do suco misto tropical de caju, acerola e melão foi relacionada à doçura, estratégias voltadas para aumentar a percepção da doçura podem contribuir para produção de produtos com baixo teor de açúcar, porém mantendo a aceitação. Uma das estratégias estudadas para aumentar a percepção de doçura foi a adição do aroma em produtos com açúcar reduzido, com base nos princípios da integração multissensorial. Os estudos realizados até o momento foram baseados principalmente em produtos lácteos (TOURNIER *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2015; ALCAIRE *et al.*, 2017; VELÁZQUEZ *et al.*, 2020). Embora esses estudos tenham obtido resultados positivos para essa finalidade, no presente estudo a adição de aromas não influenciou a intensidade do *Gosto doce* do suco misto tropical de caju, acerola e melão. As características sensoriais mais afetadas pela adição de aroma foram relacionadas ao sabor das frutas e ao aumento da percepção de *Sabor estranho*. Embora o suco tenha em sua composição polpa de melão, curiosamente o aroma de melão foi o que mais afetou tal atributo. A adição de aroma de melão não só aumentou a percepção do *Sabor de melão*, como mascarou os sabores de caju e acerola. Por outro lado, menores alterações foram percebidas quando foi empregado o aroma de maçã, apesar do suco não ter essa fruta na composição.

É importante salientar que a estratégia de aumentar a percepção de doçura em produtos reduzidos de açúcar por meio da integração multissensorial é recente. Os estudos realizados foram principalmente em base láctea menos complexa do que suco misto com frutas com sabor e odor intensos, tais como caju, acerola e melão. Portanto, novos estudos devem ser realizados em sucos de frutas menos complexos, com fruta única, a fim de minimizar as interferências na interação sabor-aroma. Além disso, mais pesquisas devem ser realizadas para explorar ainda mais o uso de interações cross-modal no desenvolvimento de sucos com baixo teor de açúcar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pela bolsa de estudos ao primeiro autor, ao CNPq e Faperj pelo apoio financeiro e à De Marchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda. pelo fornecimento das polpas de fruta.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCAIRE, F. *et al.* Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. **Food Research International**, v. 97, p. 45-50, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996917300819> >.
- ANVISA. **Relatório preliminar de análise de impacto regulatório sobre rotulagem nutricional**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Brasil: 249 p. 2018.
- ARES; JAEGER. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome. In: DELARUE;LAWLOR, *et al* (Ed.). **Rapid Sensory**

- Profiling Techniques and Related Methods**. Sawston, Cambridge: Elsevier Ltd., v.1, 2015. cap. 11, p.584.
- ARES, G. *et al.* Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: Four case studies with complex and/or similar samples. **Food Quality and Preference**, v. 45, p. 75-86, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315001275> >.
- ARES, G. *et al.* Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 111-121, 2014a. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314000573> >.
- ARES, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87-95, 2014b. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314000536> >.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141-153, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312001838> >.
- ASIOLI, D. *et al.* A discussion of recent methodologies for combining sensory and extrinsic product properties in consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 56, n. Part B, p. 266-273, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316300672> >.
- AOAC (2010). Official Methods of Analysis. EUA, Association of Official Analytical Chemist.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003**. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Brasília 2003.
- _____. **Hábitos dos brasileiros impactam no crescimento da obesidade e aumenta prevalência de diabetes e hipertensão**. Ministério da Saúde. Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos Não-transmissíveis e Promoção da Saúde. Brasil. 1: 44 p. 2016.
- CALADO, V.; MONTGOMERY, D. **Planejamento de Experimentos usando o Statistica**. Rio de Janeiro. : E-Papers Serviços Editoriais, 2003. 260.
- CARDOSO, J. M. P.; BOLINI, H. M. A. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, n. 6, p. 804-816, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.2008.00187.x> >.
- CLEMENS, R. A. *et al.* Functionality of sugars in foods and health. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 3, p. 433-470, 2016. Disponível em: < <https://online.library.wiley.com/doi/abs/10.1111/1541-4337.12194> >.
- COOKE, L. The importance of exposure for healthy eating in childhood: a review. **Journal of Human Nutrition and Dietetics**, v. 20, n. 4, p. 294-301, 2007. Disponível em: < <https://online.library.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-277X.2007.00804.x> >.
- CORNELL, J. A. **Experimentos com Misturas: Desenhos, Modelos e Análise de Dados de Mistura**. John Wiley & Sons, Inc., 2002. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1002/9781118204221.fmatter> >.
- CURI, P. N. *et al.* Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 37, p. 308-314, 2017.
- DALTON, P. *et al.* The merging of the senses: integration of subthreshold taste and smell. **Nature Neuroscience**, v. 3, n. 5, p. 431-432, 2000. Disponível em: < <https://doi.org/10.1038/74797> >.
- DAS, I.; ARORA, A. Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. **Journal of Food Engineering**, v. 194, n. Supplement C, p. 87-98, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877416303223> >.
- DELIZA, R. *et al.* **Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 32: 1-19 p. 2019.
- DI MONACO, R. *et al.* Strategies to reduce sugars in food. **Current Opinion in Food Science**, v. 19, p. 92-97, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799317301017> >.

- DUBOIS, G. E.; PRAKASH, I. Non-caloric sweeteners, sweetness modulators, and sweetener enhancers. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 3, n. 1, p. 353-380, 2012. Disponível em: < <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-food-022811-101236> >.
- FARAONI, A. S. *et al.* Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. **Ciência Rural**, v. 42, p. 911-917, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782012000500025&nrm=iso >.
- GREEN, B. G. *et al.* Taste mixture interactions: suppression, additivity, and the predominance of sweetness. **Physiology & behavior**, v. 101, n. 5, p. 731-737, 2010. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2975745/> >.
- IDEC. **Menos saudáveis do que parecem**. IDEC. Rio de Janeiro 2010.
- JAEGER, S. R. *et al.* What does it mean to check-all-that-apply? Four case studies with beverages. **Food Quality and Preference**, v. 80, p. 103794, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329319303817> >.
- JAEGER, S. R. *et al.* Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 56-67, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329313000578> >.
- KEMP, S. E. Consumers as part of food and beverage industry innovation In: (Ed.). **Innovation in the Food and Beverage Industry**: Woodhead Publishing, 2013. p.109-138.
- KOUTCHMA, T. *et al.* Effects of ultraviolet light and high-pressure processing on quality and health-related constituents of fresh juice products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 5, p. 844-867, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12214> >.
- LAWRENCE, G. *et al.* Using cross-modal interactions to counterbalance salt reduction in solid foods. **International Dairy Journal**, v. 21, n. 2, p. 103-110, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0958694610001962> >.
- LIMA, M.; ARES, G.; DELIZA, R. Comparison of two sugar reduction strategies with children: Case study with grape nectars. **Food Quality and Preference**, v. 71, p. 163-167, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329318303227> >.
- LOPER, H. B. *et al.* Taste perception, associated hormonal modulation, and nutrient intake. **Nutrition Reviews**, v. 73, n. 2, p. 83-91, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuu009> >.
- LUSTIG, R. H.; SCHMIDT, L. A.; BRINDIS, C. D. Public health: The toxic truth about sugar. **Nature**, v. 482, n. 7383, p. 27-29, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1038/482027a> >.
- MAIA, G. A. *et al.* Development of mixed beverages based on tropical fruits. In: GRUMEZESCU, A. M. e HOLBAN, A. M. (Ed.). **Non-Alcoholic Beverages**: Woodhead Publishing, 2019. p.129-162.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. **Food Research International**, v. 125, p. 108555, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919304338> >.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* How do processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice? **International Journal of Food Science & Technology**, v. n/a, n. n/a, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14519> >.
- MEYERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, v. 49, p. 1-10, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315300045> >.
- OLIVEIRA, D. *et al.* Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. **Food Research International**, v. 75, n. Supplement C, p. 148-156, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915300387> >.
- OLIVEIRA, D. *et al.* Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. **Food Research International**, v. 89, n. Part 1, p. 448-453, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916303477> >.

- OPAS. **Pan American Health Organization Nutrient Profile Model**. ORGANIZATION, P. A. H. Washington: Pan American Health Organization 2016.
- PINELI, L. D. L. D. O. *et al.* Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. **Appetite**, v. 96, p. 239-244, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666315300398> >.
- POINOT, P. *et al.* How can aroma-related cross-modal interactions be analysed? A review of current methodologies. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 304-316, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312002017> >.
- RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, 1999. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584998003153> >.
- ROSA, J. S. D. *et al.* Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 27, p. 837-846, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000400025&nrm=iso >.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610001172> >.
- SCHWARTZ, C.; ISSANCHOU, S.; NICKLAUS, S. Developmental changes in the acceptance of the five basic tastes in the first year of life. **British Journal of Nutrition**, v. 102, n. 9, p. 1375-1385, 2009. Disponível em: < <https://www.cambridge.org/core/article/developmental-changes-in-the-acceptance-of-the-five-basic-tastes-in-the-first-year-of-life/D41BDA4FA18D7438619A674C1C133A61> >.
- SILVA, L. M. R. *et al.* Development of mixed nectar of cashew apple, mango and acerola. **International Food Research Journal** v. 24, n. 1, p. 232-237, 2017a. Disponível em: < [http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20\(01\)%202017/\(29\).pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/24%20(01)%202017/(29).pdf) >.
- SILVA, L. M. R. *et al.* Development of mixed nectar of cashew apple, mango and acerola. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 232-237 2017b.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0076687999990171> >.
- SMALL, D. M. *et al.* Experience-dependent neural integration of taste and smell in the human brain. **Journal of Neurophysiology**, v. 92, n. 3, p. 1892-1903, 2004. Disponível em: < <https://doi.org/10.1152/jn.00050.2004> >. Acesso em: 2020/02/14.
- SOBHANA, A. *et al.* Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. 2015, 1080: International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. p.369-375.
- SOUSA, P. H. M. *et al.* Comparison of acceptability of tropical fruit mixed nectars by mean test and multivariate statistical analysis. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 5, p. 2307-2316, 2013.
- SOUSA, P. H. M. D. *et al.* Use of mixture design to improve a tropical mixed fruit nectar. **2014**, v. 32, n. 2, 2014. Disponível em: < <http://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/39044/24455> >.
- SOUZA, L. J. D. **Brasil – 2018: Opiniões Sobre Sucos - Estratégia de adição de suco de maçã a sucos precisa ser melhor comunicada aos consumidores**. Ingredientes e Tecnologia. Brasil: Ingredientes e Tecnologia. 43 2019.
- STEFFEN, A. Exploring the benefits of employing market insights and consumer trends in food product innovation: a case study from germany. In: CAVICCHI, A. e SANTINI, C. (Ed.). **Case Studies in the Traditional Food Sector**: Woodhead Publishing, 2018. p.209-237.
- TOURNIER, C. *et al.* A study on texture-taste-aroma interactions: Physico-chemical and cognitive mechanisms. **International Dairy Journal**, v. 19, n. 8, p. 450-458, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095869460900017X> >.
- VELÁZQUEZ, A. L. *et al.* Cross-modal interactions as a strategy for sugar reduction in products targeted at children: Case study with vanilla milk desserts. **Food Research International**, v. 130,

p. 108920, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919308063> >.

VIDAL, L. *et al.* Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 67, p. 49-58, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316302695> >.

WORLD HEALTH ORGANIZATION [WHO].. **Guideline: Sugars intake for adults and children.** Geneva: World Health Organization 2015.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. **Food Chemistry**, v. 114, n. 1, p. 310-316, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608011047> >.

CAPÍTULO IV

Efeito do processamento nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de suco misto tropical durante o armazenamento refrigerado e na digestibilidade *in vitro* de vitamina C

RESUMO

A mistura de frutas e vegetais é uma tendência que vem sendo muito explorada nos últimos anos por pequenas e grandes empresas de sucos de frutas, visando atender um consumidor que busca cada vez mais produtos com apelos saudáveis, diferenciados, práticos e inovadores. Nesse sentido, as frutas tropicais têm sido cada vez mais utilizadas como oportunidade de inovação para o setor de sucos, uma vez que são reconhecidas por fornecerem inúmeros compostos benéficos à saúde. No mesmo sentido, tratamentos não-térmicos vêm sendo utilizado como uma alternativa de processamento de alimentos que minimizam alterações nas características sensoriais e nutricionais, em comparação aos tratamentos térmicos convencionais. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da alta pressão hidrostática (APH, 300-500MPa por 5 e 10 min.) e da pasteurização térmica (90 °C/ 1 min.) nas características microbiológicas, físico-química, sensoriais de suco misto tropical de caju, acerola e melão durante o armazenamento refrigerado a 4°C. Além disso, objetivou-se avaliar o efeito dos processos na bioacessibilidade de vitamina C. Para isso, foram realizadas análises microbiológicas (coliformes a 35 °C e 45 °C, *Salmonella* spp., fungos filamentosos e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas), físico-químicas (pH, acidez e sólidos solúveis), análise instrumental de cor, compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante durante o armazenamento do suco por 42 dias a 4 °C. A caracterização do suco foi realizada por 30 consumidores de suco por meio das questões *Rate-all-that-apply* (RATA). A avaliação da bioacessibilidade da vitamina C foi realizada por meio de digestão *in vitro*, logo após o processamento do suco. O presente estudo revelou grande influência do processamento térmico e não-térmico na qualidade de suco misto tropical de caju, acerola e melão. Logo após o processamento, alterações mínimas foram observadas nas características físico-químicas, cor instrumental, compostos bioativos e capacidade antioxidante de sucos processados por APH comparado ao controle. Já para o suco pasteurizado, uma mudança significativa na cor foi verificada e, além disso, esse tratamento apresentou maior teor de vitamina C em relação ao controle. Apesar disso, todos os processos avaliados melhoraram ($p \leq 0,05$) a bioacessibilidade da vitamina C em comparação ao suco controle. Ao longo do armazenamento, verificou-se uma forte influência da intensidade de APH na retenção das características funcionais e qualidade dos sucos, sendo as melhores respostas verificadas para os tratamentos a 500 MPa/ 5 e 10 min. Uma redução significativa ($p \leq 0,05$) nas concentrações de compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante e grande alteração de cor foram verificadas para tratamentos por APH a 300 MPa e 400MPa por 5 e 10 min. A pasteurização possibilitou a maior manutenção das características funcionais do suco até o fim do armazenamento, no entanto, provocou maiores alterações nas características sensoriais, sendo este caracterizado com *Aroma e Sabor de cozido*, *Aroma e Sabor estranho*, *Aroma e Sabor passado*, *Cor amarela*, além de ser percebido como menos *Fresco* que os sucos controle e processados por APH. Com relação a qualidade microbiológica, sucos pasteurizados e processados por APH (300-500 MPa por 5 e 10 min.) apresentavam-se dentro dos padrões preconizados pela legislação brasileira durante todo o armazenamento.

Palavras chaves: Frutas tropicais; Alta pressão hidrostática; Capacidade antioxidante; Bioacessibilidade *in vitro*; Rate-all-that-apply (RATA)

ABSTRACT

The blend of fruits and vegetables is a trend that has been explored by small and large fruit juice companies, aiming to meet consumers who are increasingly looking for products with healthy, differentiated, practical, and innovative appeals. Tropical fruits have been used as an innovation opportunity for juice, which is recognized for providing many health-beneficial compounds. Similarly, non-thermal treatment is an alternative for food manufacture with less impact on sensory and nutritional characteristics compared to traditional treatments. Thus, this study aimed to evaluate the effect of high pressure processing (300-500MPa for 5 and 10 min.) and thermal pasteurization (90 °C /1 min.) on the microbiological, physical-chemical, and sensory characteristics of a tropical mixed juice of cashew juice, acerola, and melon storage at 4 °C. Also, to evaluate the effect of these processes on the bioaccessibility of vitamin C. For this, microbiological analyzes (coliforms at 35 °C and 45 °C, *Salmonella* spp., filamentous fungi and yeasts and aerobic mesophilic bacteria), physico-chemical analyzes (pH, acidity and total soluble solids), instrumental color analysis, total phenolic compounds, vitamin C and antioxidant capacity were performed during juice storage for 42 days at 4 °C. The juice was characterized by 30 juice consumers using Rate-all-that-apply questions (RATA). The evaluation of the bioaccessibility of vitamin C was performed by in vitro digestion after the juice processing. The present study showed a great influence of thermal and non-thermal processing on the quality of the juice studied. Immediately after processing, minimal changes were observed in the physical-chemical characteristics, instrumental color, bioactive compounds, and antioxidant capacity of juices processed by HPP compared to control. Pasteurized juice showed changes ($p \leq 0.05$) in color and had a higher content of vitamin C. However, all the treatments evaluated improved ($p \leq 0.05$) the bioaccessibility of vitamin C compared to control. During storage, the influence of the pressure level was observed in the retention of the juice' functional characteristics and quality, being the treatments at 500MPa for 5 and 10 min with better results. Decreases ($p \leq 0.05$) in total phenolic compounds, vitamin C and antioxidant capacity were observed in juices pressurized at 300MPa and 400MPa for 5 and 10 min. A significant change in color also was observed in these treatments. The pasteurization process allows the functional characteristics of the juice to be maintained until the end of storage; however, caused the biggest changes in sensory characteristics, which is characterized by *Yellow color*, *Cooked aroma* and *Cooked flavor*, *Off aroma* and *Off flavor*, *Stale aroma* and *Stale flavor* and less fresh than control and HPP juices. Both pasteurized and HPP juices (300-500 MPa for 5 and 10 min.) met the standards recommended by Brazilian legislation throughout storage.

Keywords: Tropical fruits; High hydrostatic pressure; Antioxidant capacity; In vitro bioaccessibility; Rate-all-that-apply (RATA)

1. INTRODUÇÃO

As frutas apresentam inúmeras propriedades promotoras de saúde, como a alta concentração de compostos bioativos e capacidade antioxidante, sendo importantes matérias-primas para o desenvolvimento de produtos com características funcionais (RUFINO *et al.*, 2010). O Brasil é detentor de um grande número de espécies de frutas tropicais, o que o torna o oitavo maior exportador de frutas e sucos tropicais no ranking mundial (RUFINO *et al.*, 2010; MAIA *et al.*, 2019). Dentre as frutas tropicais, o caju (*Anacardium Occidentale L.*), nativo do Brasil, apresenta alto teor de vitamina C, é fonte de minerais (Ca, P, Fe, Mg), aminoácidos (alamina, fenilalanina, serina, leucina), carotenóides (β -caroteno, α -caroteno e β -criptoxantina), compostos fenólicos (flavonóides, fenóis e taninos), compostos voláteis e ácido anacárdico (DE BRITO *et al.*, 2007; QUEIROZ *et al.*, 2011; TALASILA e SHAIK, 2015; DAS e ARORA, 2017). A castanha é o produto de interesse dos produtores de caju e, muitas vezes, a parte polposa da fruta (pedúnculo) é deixada no campo após a remoção da castanha por apresentar menor valor agregado (DE ABREU *et al.*, 2013). Além da questão econômica, o alto desperdício do pedúnculo se justifica tanto pela alta perecibilidade, quanto pela baixa aceitação devido principalmente à adstringência e acidez (DE LIMA *et al.*, 2014; DAS e ARORA, 2017).

Outra fruta de grande interesse funcional é a acerola (*Malpighia emarginata*). Provavelmente nativa das ilhas do Caribe e Antilhas, tem como maior apelo nutricional a vitamina C, sendo esta a principal responsável pelo potencial antioxidante da fruta (OLIVEIRA *et al.*, 2011; MOURA *et al.*, 2018). Os compostos fenólicos também são muito abundantes e, como a vitamina C, são importantes antioxidantes, dentre os quais se destacam os flavonoides (antocianinas e flavonóis) e os ácidos fenólicos (SOUZA *et al.*, 2014; BELWAL *et al.*, 2018). Outros constituintes benéficos à saúde encontrados na acerola são as vitaminas tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3) e provitamina A e alguns minerais (Ca, Fe, K, Mg e P) (MOURA *et al.*, 2018).

Já o melão (*Cucumis melo L.*) é um dos cultivares de maior importância econômica em todo o mundo. Embora apresente variações na composição dependendo do cultivar, no geral, a fruta é fonte de β -caroteno, compostos fenólicos (particularmente os flavonoides) e outros antioxidantes que fornecem potenciais benefícios à saúde (CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2019). Devido às propriedades sensoriais, como sabor desejável, doçura e alto teor de água é amplamente utilizado como matéria-prima na indústria de sucos de frutas (SROY *et al.*, 2019).

Diante aos benefícios à saúde mencionados, as frutas tropicais têm sido cada vez mais utilizadas como oportunidade de inovação para o setor de sucos, visando atender um consumidor que busca cada vez mais produtos diferenciados, com apelos saudáveis, práticos e inovadores (MAIA *et al.*, 2019). Nesse sentido, as indústrias de sucos de frutas estão se reinventando através do desenvolvimento de misturas de frutas e/ou vegetais, fazendo com que os produtos se tornem mais atraentes e ganhem mais popularidade (STEFFEN, 2018). A formulação de sucos ou néctares utilizando várias frutas é um recurso disponível para o desenvolvimento de bebidas únicas, com novos sabores, cor e consistência, podendo também potencializar as características nutricionais do produto (SOBHANA *et al.*, 2015; CURI *et al.*, 2017). Essa nova categoria é denominada Suco *Premium* sendo, geralmente, os sucos extraídos por prensagem a frio (KOUTCHMA *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2019). Embora tal processo seja visto pela maioria dos consumidores como um método positivo (MARTINS *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2020), esta tecnologia não possibilita a conservação dos sucos, o que torna os produtos com vida útil curta, e além de aumentar os riscos de surtos de doenças e intoxicação alimentar (DANYLUK *et al.*, 2012).

O processamento térmico convencional é o mais utilizado para produção de sucos de frutas, pois além de eficaz para a produção de alimentos seguros e com vida útil prolongada

(KOUTCHMA *et al.*, 2016), apresenta um custo relativamente baixo. Apesar de resultados controversos em relação às mudanças nas características nutricionais dos sucos processados termicamente, as alterações nas características sensoriais, como modificações na cor e no sabor, são indiscutíveis (FERRARI, MARESCA e CICCARONE, 2010; TADAPANENI *et al.*, 2014; KOUTCHMA *et al.*, 2016; MOREIRA *et al.*, 2017). Nesse sentido, empresas de sucos que buscam atingir consumidores que valorizam produtos com características próximas aos naturais, frescos e com forte apelo nutricional e funcional, principalmente no exterior, costumam optar pela associação da extração por prensagem a frio com tecnologias não-térmicas (KOUTCHMA *et al.*, 2016; BIANCANIELLO *et al.*, 2018). Dentre elas, a alta pressão hidrostática (APH) é a mais utilizada para o processamento de sucos de frutas (ROMANO, ROSENTHAL e DELIZA, 2015). Os sucos são submetidos a altas pressões, geralmente na faixa de 400 a 600 MPa, com baixo tempo de retenção e temperaturas mais baixas, em comparação com tratamentos térmicos (ZABETAKIS, LECLERC e KAJDA, 2000; KOUTCHMA *et al.*, 2016). Nesse processo, as ligações covalentes são pouco afetadas, resultando em mínimos efeitos aos compostos associados às características nutricionais e sensoriais, como vitaminas e compostos relacionado ao sabor. Já as ligações não covalentes (hidrogênio, interações iônicas e hidrofóbicas) são afetadas, podendo alterar a estrutura macromolecular, como membranas celulares e em enzimas responsáveis pelo metabolismo dos microrganismos, dando segurança aos produtos e estendendo a vida útil (MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; JACOBO-VELÁZQUEZ *et al.*, 2017).

De toda forma, o processamento de alimentos, seja ele térmico ou não-térmico, pode afetar as concentrações de compostos nutricionais e bioativos dos alimentos, tanto por características específicas de cada processo, quanto pela degradação química que ocorre durante o armazenamento, ou mesmo pela associação de ambos (MOREIRA *et al.*, 2017; MENG *et al.*, 2019; DE JESUS *et al.*, 2020; GÓMEZ-MAQUEO, WELTI-CHANES e CANO, 2020). Embora a quantificação desses componentes seja importante, principalmente em produtos com forte apelo nutricional, faz-se necessário também quantificar a concentração de compostos bioativos que fica disponível para absorção no intestino após a digestão gastrointestinal (DE LIMA *et al.*, 2014). O processamento de alimentos é um dos principais determinantes da biodisponibilidade, pois pode ter um impacto positivo ou negativo, relativo ao aumento ou diminuição da bioacessibilidade de nutrientes e compostos bioativos, respectivamente (CILLA *et al.*, 2018). Dessa forma, compreender como os diferentes tipos de processamento afetam a concentração e a bioacessibilidade de vitaminas e outros compostos do alimento é um aspecto importante na avaliação do processo, a fim de obter alimentos funcionais com verdadeiros efeitos benéficos à saúde (GUPTA *et al.*, 2011; CILLA *et al.*, 2018).

Como ponderado, mudanças nas características sensoriais dos produtos, mesmo que mínimas, ocorrerão tanto durante o processamento, quanto ao longo do armazenamento. Nesse sentido, a caracterização sensorial é uma das ferramentas mais importantes e poderosas para o desenvolvimento e maximização da qualidade do produto da produção até o consumo, permitindo desde a otimização dos processos de fabricação, implementação de programas de garantia de qualidade sensorial, até a estimativa da vida útil (LAWLESS e HEYMANN, 2010; MINIM, 2013; ARES e VARELA, 2018). Tradicionalmente, a caracterização sensorial tem sido realizada por avaliadores treinados por meio da análise sensorial descritiva, como por exemplo a análise descritiva quantitativa (ADQ). No entanto, na última década o interesse em abordagens baseadas no consumidor aumentou (ARES e JAEGER, 2013; JAEGER *et al.*, 2013; ARES e JAEGER, 2015). Nessa direção, as questões *Check-all-that-apply* (CATA) se tornaram um dos métodos mais populares para caracterização sensorial com base nas respostas dos consumidores, fornecendo descrições confiáveis, comparáveis àquelas geradas por membros de um painel treinado (ARES e JAEGER, 2015). No entanto, a resposta binária das questões CATA não permite uma medida direta da intensidade dos termos sensoriais avaliados, o que

pode dificultar a discriminação entre produtos com propriedades sensoriais semelhantes (ARES *et al.*, 2014; MEYNER, JAEGER e ARES, 2016). Nesse sentido, o método *Rate-all-that-apply* (RATA) surgiu como uma variação e extensão das questões CATA, permitindo melhor discriminação entre produtos com características sensoriais semelhantes, mas que diferem na intensidade dessas características (MEYNER, JAEGER e ARES, 2016). Neste método, os consumidores são solicitados a marcar os termos que se aplicam para descrever um determinado produto e, quando marcam, devem avaliar a intensidade (ARES *et al.*, 2014; VIDAL *et al.*, 2018). Até o momento, a caracterização de sucos processados por APH, bem como a comparação com produtos tratados termicamente, tem sido realizada por meio de ADQ com painel treinado (LABOISSIÈRE *et al.*, 2007; XU *et al.*, 2018; ZHANG *et al.*, 2019), não sendo encontrados nenhum estudo usando a metodologia RATA para caracterização utilizando consumidores. Assim como o CATA, as questões RATA tem se mostrado eficaz para a caracterização sensorial, mesmo para produtos complexos, resultando em configurações gerais semelhantes à ADQ (OPPERMANN *et al.*, 2017).

Este estudo objetivou investigar os efeitos da pasteurização e da APH nas características microbiológicas, físico-químicas, e sensoriais de suco misto tropical de caju, acerola e melão durante o armazenamento à 4 ± 2 °C. Além disso, também foi avaliado o efeito de ambos os tratamentos na bioacessibilidade de vitamina C por meio de digestão *in vitro*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria-prima

As polpas de acerola e melão, não pasteurizadas e congeladas, foram fornecidas pela empresa De Marchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda. (Jundiaí/SP, Brasil). Os cajus (*Anacardium occidentale L.*), contendo castanhas e pseudofrutos, foram adquiridos no centro de distribuição do grupo Benassi (CEASA, Rio de Janeiro, RJ), transportados em embalagens anti-impacto para a Embrapa Agroindústria de Alimentos e mantidos em câmara de refrigeração por 12 horas, após as quais os pseudofrutos foram prensados a frio (Omega Juicer - J8006) para a obtenção da polpa, conforme detalhado a seguir.

2.1.1 Processamento da polpa de caju

Os pseudofrutos de caju foram sanitizados por meio da imersão em hipoclorito de sódio 200 ppm por 15 minutos, com o objetivo de reduzir a contaminação original presente na superfície das frutas. Após a sanitização, as castanhas de caju foram separadas do pedúnculo, sendo os pseudofrutos cortados para facilitar a extração e prensados a frio com o auxílio de prensa Omega J8006 (Omega Juicer). A polpa obtida foi envasada em garrafas de 500 mL (previamente sanitizadas com hipoclorito 200 ppm) e armazenadas sob congelamento (-10 °C), onde foram mantidas até a sua utilização.

2.2 Formulação do Suco Misto Tropical

A formulação do suco misto tropical de caju, acerola e melão foi definida de acordo com estudo anterior (Capítulo 3), porém com modificação na concentração total da polpa, a qual foi aumentada de 50% para 60% em função do número de menções observadas para o atributo *Aguado*, que afetou negativamente a aceitação das formulações com maiores menções do referido atributo. Assim, o suco misto tropical foi formulado com 60% de polpa distribuída entre 60 % de caju, 30% de acerola e 10 % de melão, adicionado de água (37%) e de açúcar

(3%). Essa formulação atendeu aos requisitos da Instrução Normativa N° 12, de 4 de setembro de 2003, para a denominação de suco misto tropical (BRASIL, 2003). Os ingredientes foram homogeneizados (3 min.) em Thermomix™ (Vorwerk), o qual possui capacidade máxima de 2 L, e o suco resultante foi mantido sob refrigeração a $4 \pm 2^\circ\text{C}$ por tempo máximo de 1 h. Em seguida foi submetido ao processo de pasteurização ou pressurização, descrito a seguir.

2.3 Processamento do Suco Misto Tropical

Após a formulação, o suco misto tropical foi processado por meio de pasteurização térmica ou por APH. A Tabela 4.1 contém o delineamento utilizado. O suco não processado também foi considerado no estudo, sendo denominado controle.

Tabela 4.1. Delineamento experimental utilizado no estudo.

Tratamento	Amostra	Processamento
1	Controle	Não processado
2	Pasteurizado	Pasteurização $90^\circ\text{C}/1\text{min}$
3	300 MPa/ 5 min	Alta pressão hidrostática a 300 MPa/5 min
4	300 MPa/ 10 min	Alta pressão hidrostática a 300 MPa/10 min
5	400 MPa/ 5 min	Alta pressão hidrostática a 400 MPa/5 min
6	400 MPa/ 10 min	Alta pressão hidrostática a 400 MPa/10 min
7	500 MPa/ 5 min	Alta pressão hidrostática a 500 MPa/5 min
8	500 MPa/10 min	Alta pressão hidrostática a 500 MPa/10 min

2.3.1 Pasteurização

O suco pasteurizado foi obtido através de tratamento térmico a $90^\circ\text{C}/1\text{min}$, considerado a partir do momento que o suco atingiu a temperatura de 90°C (SOUSA *et al.*, 2014) em Thermomix™ (Vorwerk). Após a pasteurização, o suco foi envasado em garrafas de vidro previamente esterilizadas, resfriado rapidamente por meio da imersão das garrafas em água corrente, e armazenado a $4 \pm 2^\circ\text{C}$ até a realização das análises.

2.3.2 Alta pressão hidrostática

O processamento do suco misto tropical por APH foi realizado em equipamento Stansted Fluid Power (S-FL-850-09-W, Inglaterra) com capacidade de 250 ml e pressão máxima nominal de operação de 900MPa. A mistura de água e etanol (30/70 v/v) foi utilizada como meio de pressurização.

O suco foi previamente acondicionado em embalagens de polietileno (50 mL), as quais foram seladas a vácuo e pressurizadas seguindo planejamento fatorial completo (3 x 2) apresentado na Tabela 4.1. As variáveis investigadas foram pressão (300-500 MPa) e tempo de processo (5 e 10 min).

Após o processamento as amostras foram imediatamente armazenadas sob refrigeração a $4 \pm 2^\circ\text{C}$ até a realização das análises. Os ensaios foram realizados na Planta Piloto II da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro.

2.4 Análises Realizadas no Suco Misto Tropical

Todas as amostras descritas na Tabela 4.1 foram analisadas em relação às características microbiológicas, físicas e químicas aos 0, 14, 28 e 42 dias de armazenamento refrigerado a $4 \pm 2^\circ\text{C}$. A bioacessibilidade de vitamina C foi avaliada apenas no tempo zero. A avaliação sensorial foi realizada nas amostras controle (0 dias de armazenamento), pasteurizada (0, 14 e 28 dias de armazenamento) e pressurizada a 500MPa/ 5 min (0, 14 e 28 dias de armazenamento). Além disso, foi incluído no estudo uma amostra pressurizada à condição industrial de 520MPa/ 2 min. (0, 14 e 28 dias de armazenamento). As referidas análises são descritas a seguir.

2.4.1 Análises microbiológicas

A RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, que dita os padrões microbiológicos sanitários para alimentos, estabelece para sucos *in natura* e sucos pasteurizados apenas a determinação de Coliformes Totais (35°C), Coliformes Termotolerantes (45°C) e pesquisa de *Salmonella sp.* (BRASIL, 2001). Embora esta legislação não determine padrão microbiológico para mesófilos aeróbios e fungos filamentosos e leveduras com relação a sucos de frutas, estas análises são importantes para a verificação da carga microbiana e condições higiênico-sanitárias do produto, que geralmente refletem as condições da matéria-prima, do ambiente, da manipulação e estocagem do produto (DA MATTA & CABRAL, 2010). Assim, foi realizado a determinação de Coliformes Totais (35°C) e Coliformes Termotolerantes (45°C) segundo Kornacki e Johnson (2001), pesquisa de *Salmonella*, de acordo com método Biomériuxsa (2008), contagem de fungos filamentosos e leveduras conforme o método utilizado por Ryu e Wolf-hall (2013) e contagem de mesófilos aeróbios segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

2.4.2 Análises físicas e químicas

Acidez total titulável, pH e sólidos solúveis

Foram determinados o pH, acidez total titulável (ATT) e teor de sólidos solúveis totais (SST) dos diferentes tratamentos de sucos misto tropical, de acordo com a Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003 (BRASIL, 2003). O pH e a ATT foram determinados por meio de equipamento titulador automático - 785 DMP (Titrino, Metrohm, Suíça), calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0. A ATT foi determinada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, utilizando-se 2g de amostra. Os resultados encontrados foram expressos sob forma de porcentagem de ácido cítrico. O teor de SST foi determinado à temperatura ambiente por meio de refratômetro digital da marca Atago®, modelo Pal-1 Co, Ltda., EUA. Os resultados foram expressos em °Brix. As análises físico-químicas de pH, ATT e SST foram realizadas de acordo com AOAC (2010).

Análise instrumental de cor

A análise instrumental de cor dos diferentes tratamentos de suco misto tropical foi realizada em colorímetro Color Quest XE, com escala CIELAB e CIELCh, com abertura de 0,375 de diâmetro, iluminante D65/10. Os parâmetros medidos foram luminosidade (L^*) na escala de 0 (preto) a 100 (branco), (a^*) na escala verde (-80 até 0) a vermelho (0 até +100) e (b^*) na escala de azul (-100 até 0) a amarelo (0 até +70). A diferença total de cor (ΔE) ao longo do armazenamento, foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(L1 - L2)^2 + (a1 - a2)^2 + (b1 - b2)^2} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde,

L1 = luminosidade inicial (T0) da amostra controle T0;

L2 = luminosidade final da amostra a ser analisada;

a1 = coordenada vermelho/verde inicial (T0) da amostra controle;

a2 = coordenada vermelho/verde final da amostra a ser analisada;

b1 = coordenada amarelo/azul inicial (T0) da amostra controle;

b2 = coordenada amarelo/azul final da amostra a ser analisada.

2.4.3 Análise dos compostos bioativos e capacidade antioxidante

Vitamina C

A determinação de vitamina C foi realizada por HPLC e padronização externa, segundo Rosa *et al.* (2007) com algumas modificações. Cerca de 2,5g de amostra foi pesada diretamente em balão volumétrico de 25 ml em balança analítica. Em seguida adicionou-se 10 mL de ácido sulfúrico suprapuro 0,05 M, e as amostras foram mantidas em ultrassom por 10 minutos para extração da vitamina. Após, os balões foram avolumados com ácido sulfúrico suprapuro 0,05M e filtradas em unidade filtrante descartável de Teflon hidrofílico e colocadas em frasco âmbar com tampa de rosca e septo de silicone. A solução de ácido sulfúrico suprapuro® 0,05M utilizada como solução extratora foi também escolhida como fase móvel. Para essa análise foi utilizado um cromatógrafo Waters Alliance 2695 (Milford, EUA). A coluna Biorad Amine x8 HPX87H foi escolhida como fase estacionária do sistema cromatográfico. A vazão da fase móvel foi de 0,8 mL/minuto, o volume de injeção de 20 uL e o comprimento de onda foi de 242,6 nm.

Compostos fenólicos totais (CFT)

O conteúdo de compostos fenólicos foi estabelecido pelo método Folin-Ciocalteu (SINGLETON, ORTHOFER e LAMUELA-RAVENTÓS, 1999). Aproximadamente 1,5 g de amostra foi diluída em acetona 70%, em um balão de 10 ml, mantido sob agitação magnética por 30 minutos. Logo após esse período, o extrato foi filtrado e uma alíquota de 1 ml foi diluída em água destilada em um balão de 10 ml. Para a reação, uma alíquota de 500 µl do diluído foi usada. Em tubos de ensaio, foi adicionado 2,5 ml do reagente de Folin-Ciocalteu e, 2 minutos depois foi adicionado 2 ml de carbonato de sódio 7,5%, os tubos foram então incubados a 50°C por 15 minutos. Logo após, foram colocados em banho de gelo. As leituras de absorbância da reação dos extratos com o reagente de Folin-Ciocalteu foram realizadas em espectrofotômetro UV-1800 a 760 nm (Shimadzu®, Kyoto, Japão). Foi utilizada curva de calibração de ácido gálico e os resultados foram expressos em mg equivalentes de ácido gálico/100g de amostra (mg EAG/100g).

Os compostos fenólicos apresentam estrutura química que lhes confere atividade redutora, que pode atuar doando elétrons ou agindo no sequestro de radicais livres (ação antioxidante). O método de Folin-Ciocalteu se baseia na interação de substâncias redutoras (substâncias fenólicas) com o reagente de Folin. A composição química deste reagente inclui o ácido fosfotúngstico (H₃PW₁₂O₄₀) e ácido fosfomolibdico (H₃PMo₁₂O₄₀), que são reduzidos a partir dos extratos ou substâncias testadas. Tal reação permite que o ensaio também possa ser usado como uma avaliação da capacidade antioxidante de produtos (SINGLETON,

ORTHOFFER e LAMUELA-RAVENTÓS, 1999; HUANG, OU e PRIOR, 2005; KARADIREK *et al.*, 2016). Destaca-se ainda que apesar de ser um dos métodos mais utilizados para a determinação de CFT, o reagente pode não ser específico para grupos fenólicos, sofrendo interferências de outras substâncias redutoras presentes na amostra, como ácido ascórbico, proteínas e açúcares redutores (IKAMA *et al.*, 2003).

Capacidade antioxidante

A determinação da capacidade antioxidante foi realizada pelo método ABTS+ segundo RE *et al.* (1999). Para extração, foi pesado aproximadamente 5 g de amostra e então adicionou-se 10 ml de solução de metanol 50%. A mistura amostra e metanol, foi agitada e deixada sob repouso durante 60 minutos. Em seguida, a amostra foi centrifugada a 2500 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi transferido para balão volumétrico âmbar de 25 ml, o qual foi deixado em repouso sob proteção de luz. Ao precipitado foi adicionado 10 ml de solução de acetona 70% para nova extração. A mistura foi novamente agitada, deixada em repouso por 60 minutos e logo após, centrifugada a 2500 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi então transferido para o balão volumétrico de 25 ml juntamente com o extrato anterior.

Uma vez formado o radical ABTS^{•+}, o mesmo foi diluído em etanol (95%) até obter-se uma medida de absorbância de 0,70 (\pm 0,02) a um comprimento de onda de 754 nm. A absorbância foi medida em espectrofotômetro V-M5 (Bel photonics®, Piracicaba, Brasil), após 6 minutos de reação. Para a reação foram utilizados 3 mL de ABTS^{•+} e 30 μ L de extrato. O etanol (95%) foi utilizado como branco da reação. A curva padrão foi preparada com soluções-padrão de Trolox. Os resultados foram expressos em TEAC, atividade antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) em μ mol TEAC/g de amostra.

2.4.4 Digestão gastrointestinal: bioaccessibilidade da Vitamina C

A bioaccessibilidade da vitamina C foi quantificada em virtude de ser o composto bioativo com maior concentração no suco misto tropical de caju, acerola e melão. A digestão foi realizada em três fases sequenciais: fase oral, digestão gástrica e intestinal delgada. A fase oral foi iniciada adicionando-se 10 ml do suco misto tropical em tubo 50 ml, juntamente com 7 ml de solução saliva contendo α -amilase, mucina, ureia e demais sais, como descrito por Oomen *et al.* (2003). Os tubos foram fechados, homogeneizados e transferidos para banho orbital com velocidade de 60 rpm a 37 °C/ 10 minutos.

Após finalizar a fase oral, a fase gástrica foi iniciada adicionando-se solução salina contendo 120 mM NaCl, 6 mM CaCl₂ e 5 mM KCl (solução A), até o volume de 30 ml, em seguida os tubos foram homogeneizados em vórtex e o pH ajustado para 2,5 \pm 0,1 com HCl 1M. Após, foram adicionados 2 ml de solução de pepsina e ajustado o volume para 40 ml com solução A. Os tubos foram incubados em banho orbital com velocidade de 60 rpm a 37 °C /60 minutos.

A fase intestinal foi iniciada ajustando o pH para 6,0 por meio da adição de NaHCO₃ 1M. Em seguida, foi adicionado 3 ml de solução de extrato de bile e 2 ml de solução de pancreatina-lipase. Por fim, ajustou-se o pH para 6,5 com NaOH 1 M e completou-se o tubo até 50 mL com a solução A. Os tubos foram incubados em banho orbital por 2 h a 37°C a 60 rpm. Ao final, os tubos foram removidos do banho e colocados em banho de gelo. As amostras foram homogeneizadas e centrifugadas a 4500 rpm por 20 minutos. Em seguida, 2,5 ml da fração aquosa foi coletada (GIORI, 2010), para determinação de vitamina C.

A bioacessibilidade foi determinada usando a Eq. 2 e foi expresso em porcentagem. Para o cálculo, foi considerado o conteúdo de vitamina C depois da digestão dividido pelo conteúdo de vitamina C antes da digestão de cada amostra avaliada, o qual foi denominado “% Bioac. ¹”.

Calculou-se também a bioacessibilidade considerando o conteúdo de vitamina C depois da digestão dos tratamentos dividido pelo conteúdo médio de vitamina C antes da digestão do controle, o qual foi denominado “% Bioac. ²”. Este último foi calculado para verificar o efeito do processamento na bioacessibilidade de vitamina C em relação ao controle.

$$\% \text{ Bioacessibilidade} = \frac{[\text{Vitamina C após digestão in vitro}]}{[\text{Vitamina C antes da digestão in vitro}]} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

2.4.5 Caracterização sensorial do suco misto tropical

O suco foi formulado em escala industrial em uma empresa que produz sucos pressurizados no Brasil, devido ao grande volume necessário para a caracterização sensorial ao longo do armazenamento utilizando-se as proporções das frutas conforme descrito em 2.2.

Após a formulação, parte do produto foi pressurizado seguindo as condições de pressão e tempo selecionadas no presente estudo (500 MPa/5 min) e a comumente usada pela referida empresa (520 MPa/ 2min). O restante do suco misto formulado foi congelado (sem processamento) e, transportado para a Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde parte foi pasteurizado (conforme descrito em 2.3.1) e parte permaneceu sem processamento (controle).

A condição 500MPa/5 min foi selecionada considerando os resultados das análises microbiológicas, físicas e químicas, os quais apontaram o nível de pressão de 500MPa como tendo proporcionado os melhores resultados. Em relação ao tempo de retenção, pouca diferença foi encontrada entre os tempos avaliados (5 e 10 minutos). Como a APH é um processo realizados em bateladas, o tempo de processamento é um fator que influencia o fluxo de produção e consequentemente, a produtividade. Quanto maior o tempo, menor a produtividade e maior o custo relativo do processo (HUANG, HSU e WANG, 2020). Dessa forma, pensando na aplicabilidade do estudo em escala industrial, foi selecionado o tempo de retenção de 5 minutos. A Tabela 4.2 contém as amostras usadas para a caracterização sensorial. Os sucos foram armazenados em freezer (-10 ± 2 °C), retirados de modo reverso em relação ao início do armazenamento para que fosse realizada uma única análise em um conjunto de amostras com tempos diferentes de armazenamento (HOUGH, 2010), sendo mantidos a 4 ± 2 °C até o momento da análise.

Tabela 4.2. Amostras de suco misto tropical utilizadas para caracterização sensorial ao longo de 28 dias de armazenamento.

	Amostras	Processo	Tempo (dias)
1	Controle	Não processado	0
2	TT-T0		0
3	TT-T14	Pasteurizado (90°C/1 min)	14
4	TT-T28		28
5	APH ₁ T0		0
6	APH ₁ T14	Pressurizado (500 MPa /5 min) §	14
7	APH ₁ T28		28
8	APH ₂ T0		0
9	APH ₂ T14	Pressurizado (520 MPa /2 min) §§	14
10	APH ₂ T28		28

§ condição experimental; §§ condição da indústria

Participantes do estudo e procedimento experimental

Trinta consumidores de suco foram recrutados na Embrapa Agroindústria de Alimentos com base no interesse em participar do estudo.

Os termos utilizados nas questões RATA foram obtidos por meio de levantamento de atributos realizado a partir de discussão em grupo. Foram convidados oito consumidores de suco de frutas, os quais inicialmente receberam informações sobre o objetivo a que tinham sido recrutados. O levantamento de atributos foi realizado com seis amostras do suco misto tropical, correspondendo aos diferentes tratamentos e tempos de armazenamento, os quais foram previamente selecionadas. As amostras foram apresentadas de forma monádica, na mesma ordem para todos os membros da equipe. Os participantes foram solicitados a preencher uma ficha com as características sensoriais (aparência, aroma, sabor, textura e sabor residual) percebidas em cada amostra. Após a avaliação de todas as amostras e levantamento dos atributos foi realizada uma discussão em grupo, a fim de confirmar os atributos que comporiam as questões RATA.

Assim, 22 termos que melhor descreviam as amostras foram identificados, a saber: *Aparência heterogênea, Aparência homogênea, Cor laranja, Cor amarela, Com brilho, Aroma de fruta, Aroma doce, Aroma ácido, Aroma de cozido, Aroma de passado (suco velho), Aroma estranho, Suco fresco, Gosto doce, Gosto ácido, Sabor de fruta, Adstringente, Sabor de cozido, Sabor de passado (suco velho), Sabor estranho, Consistente, Aguado, Adstringência residual.*

Antes da análise propriamente dita, os participantes tomaram parte de sessão de 30 minutos para familiarização com: amostras de suco misto tropical; o método RATA; as definições dos termos sensoriais e as amostras representativas das intensidades dos termos. Apesar desta etapa de familiarização, os participantes são considerados consumidores não treinados em relação ao RATA. As amostras utilizadas foram formuladas especialmente para esta etapa e não corresponderam às utilizadas para o levantamento de atributo e caracterização sensorial. Após a sessão de familiarização, todos os participantes relataram que estava claro como realizar o teste e como usar as escalas nas sessões de avaliação. Antes do início das sessões de avaliação, foi perguntado se o procedimento ainda estava claro e explicado novamente, se necessário.

Durante a caracterização, os consumidores foram solicitados a provar as amostras de suco misto tropical e marcar todos os termos das questões RATA que consideravam apropriados para descrevê-las e, em seguida, classificar a intensidade dos termos marcados usando escala estruturada de três pontos (1: 'baixa', 2: 'média' e 3: 'alta'). A ordem de apresentação dos termos foi balanceada para cada amostra. Para tal, cerca de 25 ml foram oferecidas aos participantes de forma monádica. As amostras foram servidas ($10 \pm 2^\circ\text{C}$) em copos plásticos descartáveis (50 ml), codificados com números de três dígitos. A ordem de apresentação das amostras foi balanceada. Água mineral à temperatura ambiente foi oferecida entre as amostras para lavar a boca. Os dados foram coletados em cabines do Laboratório de Análise Sensorial e Instrumental, sob iluminação artificial tipo luz do dia e temperatura controlada (23°C).

2.5 Análises Estatísticas

Os dados obtidos das análises físicas e químicas e de bioacessibilidade foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para avaliação da caracterização das amostras durante o armazenamento refrigerado três abordagens foram adotadas para investigar os dados RATA. A primeira considerou a frequência de seleção de termos, a qual foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram o termo para descrever a amostra de suco misto. Esses dados foram tratados como dados CATA (binários). Foi utilizado o Teste Q de *Cochran* para identificar diferenças significativas

entre as amostras e cada um dos termos incluídos nas questões RATA. Na segunda abordagem, foi calculada a frequência de seleção (pontuação RATA), onde aos pontos da escala foram atribuídos números em ordem crescente de intensidade, ou seja, baixo =1, médio= 2 e alto =3 e usada a análise de variância (ANOVA) e teste de média *Fisher* ao nível de 5% de significância. Por fim, configurações amostrais foram obtidas por meio de Análise de Componentes Principais (PCA) usando os valores médios aritméticos das pontuações RATA (MEYNER, JAEGER e ARES, 2016; VIDAL *et al.*, 2018).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito do Processamento na Qualidade Microbiológica do Suco Misto Tropical ao Longo do Armazenamento Refrigerado

A Tabela 4.3 apresenta os resultados da avaliação da qualidade microbiológica do suco misto tropical controle e dos sucos processados por pasteurização (90°C/1 min) e APH (300-500MPa por 5 e 10 min).

Durante a realização do experimento, a legislação que ditava os padrões de qualidade de sucos era RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001); no entanto, uma nova resolução foi publicada posteriormente, a IN nº 60, de 23 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019), a qual estabeleceu os novos padrões microbiológicos para alimentos e sua aplicação. Entretanto, destaca-se que a IN nº 60 entrará em vigor somente no prazo de 12 meses a partir da publicação, estando em vigor até o momento a RDC nº 12. Apesar disso, no presente estudo, discutimos os resultados baseado nos padrões estabelecidos pela RDC nº 12 e, quando possível, consideramos também a nova IN nº 60.

A RDC nº 12 estabelece para sucos *in natura*, ou seja, sucos não submetidos a qualquer tratamento de conservação, a ausência de *Salmonella* e contagens inferiores a 10² UFC/ml para Coliformes a 45°C. Para sucos pasteurizados e refrigerados, foi estabelecido a ausência de *Salmonella* e contagens inferiores a 10 UFC/ml para Coliformes a 45°C. Além disso, essa legislação também estabelece a ausência de Coliformes a 35°C para sucos e néctares adicionados ou não de conservadores, congelados ou não. No Brasil, até então, não havia uma legislação que estabelecia um padrão de qualidade microbiológico para sucos processados por APH, e os sucos pressurizados atendiam aos requisitos dos demais processos. Como podemos observar, todos os tratamentos encontravam-se dentro dos padrões preconizados pela RDC nº 12, estando aptos para o consumo durante o período de armazenamento avaliado (Tabela 4.3).

De acordo com a nova resolução, sucos *in natura* devem apresentar ausência de *Salmonella* e contagens inferiores a 10² UFC/ml para *Escherichia coli*. Além disso, a IN nº 60 estabelece que sucos e outras bebidas submetidas a processos tecnológicos que visem a redução microbiana e que necessitem de refrigeração, devam apresentar ausência de *Salmonella*, contagens inferiores a 10² UFC/mL para Enterobacteriaceae e contagens inferiores a 10² UFC/mL para bolores e leveduras. Vale destacar que esse último grupo de alimentos, além dos sucos pasteurizados, os quais já tinham padrões estabelecidos pela RDC nº12, agora abrangem também os sucos APH.

Embora a nova IN não estabeleça padrões para sucos *in natura* em relação a bolores e leveduras, contagens acima de 10³ UFC/ml foram encontradas para o controle, com crescimento de cerca de 1 Log nos tempos 14 e 28 dias de armazenamento à 4°C (Tabela 4.3). Entretanto, como decorrência dos processamentos de pasteurização e pressurização, os bolores e leveduras foram inativados em todos os tratamentos, quando comparados ao controle. Com foco especial para o processamento por APH, Lavinás *et al.* (2008) reportaram que fungos e leveduras em.

Tabela 4.3. Avaliação microbiológica do suco misto tropical controle e submetidos ao processamento de pasteurização (90°C/1min) e pressurização (300MPa/5 e 10 min , 400MPa/5 e 10 min, 500MPa/5 e 10 min) ao longo do armazenamento à 4°C.

Análises	Tempo (dias)	Tratamentos							
		Controle	Pasteurizado	APH - Pressão (MPa)/ Tempo (minutos)					
				300/5	300/10	400/5	400/10	500/5	500/10
Coliformes 35 °C (UFC/g)	0	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	14	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	28	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	42	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
Coliformes 45 °C (UFC/g)	0	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	14	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	28	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
	42	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}	<1,0x10 ^{1*}
<i>Salmonella</i> spp. (Ausência em 25g)	0	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	14	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	28	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
	42	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Bolors e leveduras (UFC/g)	0	4,4x10 ³	<1,0x10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
	14	>2,5x10 ⁴	<1,0x10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	5,0 x 10 ^{2*}	3,0 x 10 ^{2*}	<1,0x10 ¹	<1,0x10 ¹
	28	3,0x10 ⁴	<1,0x10 ^{1*}	1,0 x 10 ^{2*}	1,0 x 10 ^{2*}	1,0 x 10 ^{2*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	5,0x10 ^{1*}
	42	4,5x10 ³	<1,0x10 ^{1*}	1,3 x 10 ^{3*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}	5,0x10 ^{1*}	< 1,0 x 10 ^{1*}
Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	0	5,8x10 ⁴	<1,0x10 ^{1*}	4,0 x 10 ^{2*}	4,0 x 10 ^{2*}	2,0 x 10 ^{2*}	3,0 x 10 ^{2*}	4,0 x 10 ^{2*}	2,5x10 ²
	14	6,1x10 ⁴	1,0x10 ²	1,0 x 10 ^{2*}	5,0 x 10 ^{2*}	4,0 x 10 ^{2*}	2,0 x 10 ^{2*}	2,0 x 10 ^{2*}	2,0x10 ²
	28	>2,5x10 ⁶	2,5x10 ³	2,5 x 10 ^{2*}	4,0 x 10 ^{2*}	2,0 x 10 ^{2*}	9,5 x 10 ^{2*}	3,0 x 10 ^{2*}	1,0 x 10 ^{2*}
	42	>2,5x10 ⁶	2,5x10 ²	5,0 x 10 ^{1*}	2,0 x 10 ^{2*}	1,5 x 10 ^{2*}	1,0 x 10 ^{2*}	2,5x10 ^{2*}	5,0 x 10 ^{2*}

*Valores estimados. Estes valores referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pelo método, sendo os limites entre 15 e 150 UFC/mL para fungos filamentosos e leveduras e entre 25 e 250 UFC/ml para bactérias aeróbias mesófilas.

suco de caju tratado a 250MPa, 350MPa e 400MPa por 3 e 7 minutos foram inativados para níveis abaixo do limite de detecção.

Ao longo do armazenamento, não foram detectadas contagens de bolores e leveduras em suco pasteurizado, indicando a alta eficiência do processo para inativação desse grupo de microrganismos. Já para o processamento por APH, os resultados indicam que as maiores pressões foram eficientes para inativação e manutenção das contagens de bolores e leveduras, abaixo do limite preconizado, durante o armazenamento refrigerado. O mesmo foi descrito por Chen *et al.* (2013) em sucos de romã pressurizados a 300MPa e 400MPa em diferentes tempos de retenção (0-25 minutos). Vega-gálvez (2014) observaram que a inativação de bolores e leveduras alcançada por diferentes tratamentos de pressurização em polpa de groselha dependeu principalmente da intensidade da pressão, não tendo sido detectadas contagens desses microrganismos para tratamentos acima de 400MPa/ 3 min, durante 60 dias de armazenamento refrigerado a 4°C. No presente estudo, os tratamentos 300 MPa/ 10 min, 500 MPa / 5 e 10 min apresentaram contagens inferiores ao preconizado pela legislação brasileira vigente, em todos os tempos avaliados. Um aumento na contagem de bolores e leveduras acima do permitido foi verificado para os tratamentos 300 MPa/ 5 min e 400 MPa por 5 e 10 min em alguns tempos do armazenamento, sendo o suco processado a 300 MPa/ 5 min considerado não apto para o consumo no tempo 42 dias de armazenamento a 4°C, segundo a legislação brasileira em vigor. Lavinias *et al.* (2008) relataram resultados distintos, ou seja, ausência de bolores e levedura em suco de caju tratado por APH a 400 MPa / 3 min, avaliado durante oito semanas de armazenamento refrigerado a 4°C. Por outro lado, salienta-se que assim como em nosso estudo, os sucos de caju não processados também apresentavam contagens iniciais superiores a 10³ UFC/ml para bolores e leveduras. Aaby (2018) verificaram que após o processamento de purê de morango a 400 MPa por 1,5 ou 3 min, não foram detectados bolores e leveduras; no entanto, altos níveis desses microrganismos foram observados ao longo dos 49 dias de armazenamento a 6 °C. De forma semelhante, Bull *et al.* (2004) reportaram que 600 MPa/ 1 min foi eficaz na redução dos níveis iniciais de bolores e leveduras em suco de laranja, de 4,8 log UFC / ml para níveis não detectáveis. No entanto, as populações aumentaram durante oito semanas quando armazenadas a 10 °C. Recentemente, Buerman, Worobo e Padilla-zakour (2020) verificaram que algumas espécies de bolores, inicialmente inativadas por APH (450-600 MPa por 1,5 min) foram capazes de crescer ao longo do armazenamento, sugerindo que células lesadas são capazes de se recuperar após o processamento, dependendo da matriz do alimento (conforme pH e aw, por exemplo), espécie de fungo e do tipo de armazenamento.

Como descrito anteriormente, a legislação brasileira não preconiza padrões microbiológicos para sucos em relação à contagem de bactérias aeróbias mesófilas; no entanto, esta análise é importante para a verificação da carga microbiana e condições higiênico-sanitárias do produto, que são reflexo das condições da matéria-prima, ambiente, entre outros. Além disso, permite verificar a eficiência do processo para inativação desse grupo de microrganismos. Como podemos observar (Tabela 3), com base nas contagens logo após o processamento, apenas a pasteurização foi capaz de reduzir as contagens de bactérias aeróbias mesófilas a níveis não detectáveis. Já os tratamentos de APH (300-500 MPa por 5 e 10 min) reduziram inicialmente apenas a contagem em cerca de 2 Log UFC/ml sugerindo que esse grupo é mais resistente à alta pressão hidrostática do que à alta temperatura nas condições de processos avaliados. Resultado semelhante foi sugerido por Lavinias *et al.* (2008) e Chen *et al.* (2013). Apesar disso, ao longo do armazenamento foi verificado um aumento nas contagens de bactérias aeróbias mesófilas no suco pasteurizado para cerca de 10³ UFC/mL (tempo 28 dias) devido, muito provavelmente, pelo fato do envase do suco não ter sido asséptico (BULL *et al.*, 2004), embora o suco tenha sido envasado em frascos de vidros previamente esterilizados. Porém, nos tratamentos pressurizados, as contagens se mantiveram em torno de 10² UFC/mL durante todo o armazenamento. Mukhopadhyay *et al.* (2017) também verificaram que bactérias

aeróbias mesófilas foram mais resistentes à pressão que os bolores e leveduras em polpas de melão processadas por 300, 400 e 500 MPa por 5 min. Os autores verificaram que pressão mais alta (500 MPa/ 5 minutos) foi capaz de reduzir as contagens desse grupo de microrganismos a níveis não detectáveis no produto armazenado em geladeira por 10 dias. Embora no presente estudo as pressões avaliadas não tenham inativado totalmente as bactérias aeróbias mesófilas, o processamento APH (300-500MPa por 5 e 10 min) foi capaz de reduzir as contagens desses microrganismos e, além disso, manter em níveis bem mais baixos que as do suco controle ao longo do armazenamento refrigerado a 4°C.

3.2 Efeito do Processamento de Suco Misto Tropical nas Características Físico-químicas ao Longo do Armazenamento Refrigerado

A Tabela 4.4 apresenta os resultados das análises de pH, ATT e SST de suco misto tropical controle, pasteurizado e APH (300-500MPa/5 e 10 min). Como podemos observar, logo após o processamento (T0), o suco pasteurizado apresentou um pequeno aumento ($p \leq 0,05$) nos valores de pH em comparação ao controle. A mesma diferença não foi verificada para sucos APH em todas as pressões e tempos de processos avaliados (5 e 10 min). Ocorrência análoga foi verificada por Queiroz *et al.* (2010), que não verificaram mudanças significativas no pH de suco de caju após o processamento APH a 250 MPa ou 400 MPa por 3, 5 e 7 min. Outros estudos já reportaram que tratamentos APH não induzem em alteração no pH de sucos de frutas (JIMENEZ *et al.*, 2015; KOUTCHMA *et al.*, 2016). No entanto, no presente estudo, foi observada uma redução nos valores de pH para todos os tratamentos com o decorrer do armazenamento. As maiores alterações foram encontradas para sucos APH 300 MPa e 400 MPa por 5 e 10 min. ao final dos 42 dias de estocagem a 4°C. Tal alteração provavelmente não se deve diretamente ao processo, e sim a outras mudanças que ocorreram durante o armazenamento do suco. Dentre elas, uma hipótese seria a degradação da vitamina C (discutida em 3.4) ao longo do armazenamento devido à ação antioxidante em reações enzimáticas, tal como a peroxidase (POD). Na presença de oxigênio e de um catalisador, a vitamina C se oxida, tornando-se o ácido dehidroascórbico, o qual possui pH abaixo de 4, causando redução do pH do suco (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010).

Em relação a ATT em % de ácido cítrico não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os diferentes tratamentos logo após processamento. No entanto, ao longo do armazenamento foi verificado um aumento acentuado ($p \leq 0,05$) na acidez do suco controle. Tal resultado não foi observado para os sucos pasteurizado e APH. Com exceção dos tratamentos APH a 500 MPa por 5 e 10 min, os quais não apresentaram mudanças ($p \leq 0,05$) ao longo do armazenamento, para os demais tratamentos foi verificado redução ($p \leq 0,05$) da acidez dos sucos no tempo 14 dias; porém, posteriormente não houve alterações significativas durante o armazenamento refrigerado. Embora tal redução não fosse esperada, uma vez que, como mencionado anteriormente, o pH das amostras APH sofreram redução ao longo do armazenamento, comportamento semelhante foi verificado por Choi e Nielsen (2005), Chim, Zambiasi e Rodrigues (2013) e Souza *et al.* (2017); no entanto, nenhuma justificativa foi relatada para esses resultados. O aumento da ATT do suco controle possivelmente foi resultado do crescimento de microrganismos (bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas, Tabela 3) durante o armazenamento refrigerado à 4°C (FRANCO e LANDGRAF, 1996). A manutenção dos valores de ATT para os tratamentos APH a 500 MPa/5 e 10 min pode indicar a maior eficiência desses parâmetros de processo para a manutenção da estabilidade do suco.

Por fim, não foram verificadas diferenças ($p > 0,05$) nos SST entre os tratamentos logo após o processamento. Jimenez *et al.* (2015) e Koutchma *et al.* (2016) também relataram que a APH não provoca mudanças em SST de sucos de frutas. Alterações significativas ($p \leq 0,05$) nos

Tabela 4.4. Avaliação físico-química do suco misto tropical controle e submetidos ao processamento de pasteurização (90 °C/1') e pressurização (300MPa/5 e 10 min, 400MPa/5 e 10 min, 500MPa/5 e 10 min) ao longo do armazenamento a 4°C.

Análises	Tempo (dias)	Tratamentos							
		Controle	Pasteurizado	APH - Pressão (MPa)/ Tempo (minutos)					
				300/5	300/10	400/5	400/10	500/5	500/10
pH	0	3,94(±0,04) ^{bA}	4,00(±0,05) ^{aA}	3,95(±0,01) ^{bA}	3,95(±0,02) ^{bA}	3,95(±0,02) ^{bA}	3,95(±0,02) ^{bA}	3,96(±0,01) ^{bA}	3,93(±0,01) ^{bA}
	14	3,86(±0,03) ^{dA}	3,99(±0,02) ^{aA}	3,93(±0,07) ^{abcA}	3,98(±0,03) ^{aA}	3,94(±0,07) ^{abA}	3,94(±0,06) ^{abA}	3,87(±0,11) ^{cdBC}	3,91(±0,08) ^{bcdA}
	28	3,86(±0,08) ^{bcA}	4,00(±0,02) ^{aA}	3,78(±0,08) ^{dB}	3,79(±0,06) ^{dB}	3,81(±0,03) ^{dB}	3,81(±0,02) ^{cdB}	3,89(±0,03) ^{bAB}	3,90(±0,03) ^{bA}
	42	3,87(±0,08) ^{bA}	3,92(±0,01) ^{aB}	3,63(±0,01) ^{cC}	3,62(±0,02) ^{cC}	3,65(±0,02) ^{cC}	3,70(±0,04) ^{dC}	3,81 (±0,03) ^{cC}	3,83(±0,03) ^{bcB}
ATT (% ácido cítrico)	T0	3,85(±0,60) ^{aB}	3,91(±0,21) ^{aA}	3,82(±0,13) ^{aA}	3,85(±0,07) ^{aA}	3,72(±0,14) ^{aA}	3,75(±0,10) ^{aA}	3,67(±0,17) ^{aA}	3,70(±0,08) ^{aA}
	14	4,01(±0,45) ^{aB}	3,60(±0,27) ^{bAB}	3,33(±0,39) ^{cB}	3,36(±0,42) ^{cB}	3,46(±0,33) ^{bcAB}	3,40(±0,32) ^{bcB}	3,60(±0,42) ^{bA}	3,45(±0,53) ^{bcA}
	28	4,78(±1,50) ^{aAB}	3,29(±0,30) ^{bB}	3,44(±0,33) ^{bAB}	3,32(±0,29) ^{bB}	3,19(±0,45) ^{bB}	3,27(±0,39) ^{bB}	3,51(±0,23) ^{bA}	3,33(±0,43) ^{bA}
	42	5,57(±2,36) ^{aA}	3,54(±0,02) ^{bAB}	3,49(±0,40) ^{bAB}	3,37(±0,39) ^{bB}	3,24(±0,51) ^{bB}	3,37(±0,49) ^{bB}	3,58(±0,31) ^{bA}	3,36(±0,47) ^{bA}
SST (°Brix)	0	7,68(±0,39) ^{aA}	7,72(±0,86) ^{aA}	7,91(±0,13) ^{aA}	7,87(±0,15) ^{aA}	7,82(±0,13) ^{aA}	7,85(±0,14) ^{aA}	7,89(±0,07) ^{aA}	7,85(±0,08) ^{aA}
	14	7,48(±0,24) ^{aA}	7,73(±0,80) ^{aA}	7,51(±0,71) ^{aA}	7,37(±0,91) ^{aA}	7,56(±0,73) ^{aA}	7,50(±0,84) ^{aA}	7,58(±0,82) ^{aA}	7,41(±1,04) ^{aA}
	28	6,63(±1,24) ^{bAB}	7,76(±0,59) ^{aA}	7,85(±0,19) ^{aA}	7,82(±0,25) ^{aA}	7,82(±0,32) ^{aA}	7,56(±0,40) ^{abA}	7,83(±0,19) ^{aA}	7,98(±0,17) ^{aA}
	42	5,33(±1,37) ^{bB}	7,83(±0,66) ^{aA}	7,83(±0,16) ^{aA}	7,75(±0,17) ^{aA}	7,81(±0,13) ^{aA}	7,7 (±0,26) ^{aA}	7,71(±0,17) ^{aA}	7,75(±0,20) ^{aA}

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey.

*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey.

SST durante o armazenamento só foram observadas para o suco controle (Tabela 4). Analogicamente ao que foi sugerido para ATT, o decréscimo nos teores de SST para o suco controle possivelmente se deve ao crescimento de microrganismos, os quais, provavelmente, utilizaram os açúcares presente no suco misto como substrato para multiplicação durante o armazenamento refrigerado a 4°C (FRANCO e LANDGRAF, 1996). Vale destacar, que a manutenção do conteúdo de SST nas amostras pasteurizada e APH ao longo do armazenamento pode sugerir que as mudanças verificadas no pH e ATT, sejam, possivelmente, decorrentes de reações químicas, e não às contagens de bolores e leveduras e bactérias aeróbicas mesófilas observadas nas amostras.

3.3 Efeito do Processamento na Cor Instrumental de Suco Misto Tropical ao Longo do Armazenamento Refrigerado

Os resultados dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* do suco controle e dos sucos pasteurizado e APH imediatamente após os respectivos processos e durante o armazenamento à 4 °C, bem como as variações na cor (ΔE) em relação ao Controle (tempo zero), logo após o processamento e durante o armazenamento das amostras são mostrados na Tabela 4.5. A diferença entre ΔE_{final} e $\Delta E_{inicial}$ de cada processo também são apresentadas na mesma Tabela. Foram encontradas diferenças ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos para os três parâmetros de cor avaliados (L^* , a^* e b^*), logo após o processamento do suco misto tropical e ao longo do armazenamento por 42 dias a 4°C e as maiores diferenças ocorreram entre os sucos controle e pasteurizado. Com relação ao parâmetro L^* , a pasteurização provou um grande aumento ($p \leq 0,05$) na luminosidade do suco logo após o processamento (T0 dias). Um leve aumento na luminosidade ($p \leq 0,05$) também foi verificado nos sucos APH a 300 MPa e 400 MPa por 10 min, no entanto, essa diferença deixou de ser observada no tempo 14 dias. O aumento nos valores de L^* indica que o processamento promoveu um clareamento da cor do suco. Outros estudos encontraram resultados semelhantes para sucos pasteurizados (LEE e COATES, 2003; CORTÉS, ESTEVE e FRÍGOLA, 2008; HUANG *et al.*, 2013; WIBOWO *et al.*, 2019). Esse aumento no valor de L^* pode ser atribuído à alteração no perfil de pigmentos (LEE e COATES, 2003). Outros autores, no entanto, sugerem que o aumento na luminosidade de sucos tratados termicamente seja atribuído à inativação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e POD (WIBOWO *et al.*, 2019), evitando o escurecimento do produto. Ao longo do armazenamento, um leve aumento ($p \leq 0,05$) nos valores de L^* foi percebido para o suco controle, pasteurizado e APH 500MPa /5 e 10 min. Por outro lado, sucos APH a 300 MPa e 400 MPa / 5 e 10 min apresentaram redução no parâmetro L^* ($p \leq 0,05$), indicando o escurecimento dos sucos durante a estocagem. Estudos relataram que o tratamento térmico é mais eficiente que a APH na inativação de enzimas responsáveis pelo escurecimento de produtos vegetais (HUANG *et al.*, 2013; VEGARA *et al.*, 2013). Tal fato coloca as questões relacionadas à inativação de enzimas como um dos maiores desafios da APH, pois desempenham papel importante na cor de produtos à base de frutas e vegetais (WOLBANG, FITOS e TREEBY, 2008; MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; KOUTCHMA *et al.*, 2016). De acordo com o que é relatado na literatura, pressões relativamente baixas (100–200 MPa) poderiam ativar algumas enzimas, enquanto pressões mais elevadas (400 – 1000 MPa) poderiam induzir a inativação; no entanto, a inativação dependerá do tipo de suco, bem como das condições de processamento, uma vez que, algumas enzimas são mais resistentes à pressão do que outras (MÚJICA-PAZ *et al.*, 2011; KOUTCHMA *et al.*, 2016).

Em relação ao parâmetro de cor a^* , somente o tratamento pasteurizado diferiu ($p \leq 0,05$) do suco controle logo após o processamento. Valores positivos para o parâmetro a^* indicam cor vermelha, sendo que, quanto mais altos os valores, maior a intensidade do vermelho na amostra. Dessa forma, a redução desse parâmetro, verificado no suco pasteurizado, indica a perda da cor vermelha do suco. A cor vermelha no suco misto tropical de caju, acerola e melão

Tabela 4.5. Parâmetros de cor L*, a*, b* e Δ E do Suco misto tropical controle e submetidos ao processamento de pasteurização (90 °C/1') e pressurização (300MPa/5 min e10 min, 400MPa/5 e 10 min, 500MPa/5 min e10 min) ao longo do armazenamento.

Parâmetros	Tempo	Tratamentos							
		Controle	Pasteurizado	APH - Pressão (MPa)/ Tempo (minutos)					
				300/5	300/10	400/5	400/10	500/5	500/10
L*	0	49,87(±0,80) ^{cdC}	53,01(±0,63) ^{aB}	50,21(±0,23) ^{bcA}	50,53(±0,30) ^{bA}	50,20(±0,30) ^{bcA}	50,38(±0,28) ^{bA}	49,79(±0,46) ^{dC}	50,22(±0,40) ^{bcC}
	14	50,08(±0,82) ^{bC}	53,53(±0,62) ^{aA}	50,00(±0,17) ^{bA}	50,29(±0,13) ^{bA}	50,30(±0,09) ^{bA}	50,22(±0,11) ^{bA}	50,33(±0,55) ^{bB}	50,37(±0,61) ^{bB}
	28	50,79(±0,46) ^{bB}	53,55(±0,13) ^{aA}	49,10(±0,32) ^{dB}	49,43(±0,30) ^{cdB}	50,05(±0,37) ^{bcA}	50,04(±0,30) ^{bcAB}	50,47(±0,56) ^{bAB}	50,61(±0,94) ^{bAB}
	42	51,89(±1,59) ^{bA}	53,54(±0,12) ^{aA}	48,92(±0,35) ^{dB}	48,82(±0,68) ^{dC}	49,62(±0,82) ^{cdA}	49,72(±0,26) ^{cdB}	50,61(±0,23) ^{cA}	50,81(±0,62) ^{bcA}
a*	0	11,53(±0,25) ^{aA}	10,49(±0,24) ^{bA}	11,65(±0,04) ^{aA}	11,58(±0,20) ^{aA}	11,55(±0,09) ^{aA}	11,60(±0,05) ^{aA}	11,40(±0,19) ^{aA}	11,62(±0,12) ^{aA}
	14	11,14(±0,51) ^{aAB}	9,63(±0,33) ^{cB}	10,71(±0,08) ^{bB}	10,58(±0,15) ^{bB}	10,62(±0,02) ^{bB}	10,48(±0,33) ^{bB}	10,68(±0,55) ^{bAB}	10,60(±0,39) ^{bB}
	28	10,78(±0,26) ^{aB}	9,53(±0,11) ^{bB}	9,59(±0,41) ^{bC}	9,65(±0,42) ^{bC}	9,85(±0,03) ^{bC}	9,79(±0,03) ^{bC}	9,95(±0,36) ^{bBC}	9,94(±0,50) ^{bC}
	42	10,59(±1,18) ^{aB}	8,91(±0,08) ^{cC}	9,17(±0,10) ^{bcD}	9,07(±0,17) ^{bcD}	9,34(±0,28) ^{bcD}	9,27(±0,04) ^{bcD}	9,76(±0,71) ^{abC}	9,68(±0,65) ^{bcC}
b*	0	18,89(±1,30) ^{cdB}	22,36(±1,10) ^{aA}	19,22(±0,86) ^{bcA}	19,44(±0,59) ^{abA}	19,05(±0,93) ^{bcA}	19,12(±0,90) ^{bcA}	18,54(±1,25) ^{cdB}	18,88(±1,17) ^{cdBC}
	14	18,47(±1,45) ^{bB}	22,55(±1,05) ^{aA}	18,55(±0,36) ^{bA}	18,62(±0,23) ^{bB}	18,73(±0,30) ^{bAB}	18,67(±0,68) ^{bAB}	18,72(±1,29) ^{bB}	18,68(±1,20) ^{bC}
	28	19,30(±1,01) ^{bB}	22,36(±0,13) ^{aA}	16,84(±0,17) ^{eB}	17,17(±0,09) ^{deC}	18,14(±0,13) ^{cdBC}	18,19(±0,66) ^{cdB}	19,00(±1,28) ^{bcB}	18,70(±1,51) ^{bcAB}
	T42	20,57(±1,45) ^{bA}	22,91(±0,48) ^{aA}	16,69(±0,17) ^{dB}	16,58(±0,49) ^{dC}	17,43(±0,59) ^{dC}	17,56(±0,07) ^{cdC}	19,13(±1,04) ^{bcA}	19,22(±1,30) ^{bA}
Δ E	0	-	4,92(±0,04) ^{aD}	0,62(±0,02) ^{cdD}	0,99(±0,05) ^{bC}	0,49(±0,08) ^{deD}	0,69(±0,09) ^{cD}	0,26(±0,09) ^{dD}	0,46(±0,04) ^{eD}
	14	0,55(±0,03) ^{gC}	5,62(±0,01) ^{aB}	0,84(±0,01) ^{cC}	1,05(±0,03) ^{cdC}	1,01(±0,02) ^{deC}	1,10(±0,01) ^{bC}	0,97(±0,01) ^{eC}	1,06(±0,02) ^{bcC}
	28	1,26(±0,01) ^{fB}	5,44(±0,02) ^{aC}	2,93(±0,04) ^{bB}	2,59(±0,03) ^{cB}	1,85(±0,01) ^{dB}	1,88(±0,02) ^{dB}	1,71(±0,01) ^{eB}	1,75(±0,04) ^{eB}
	42	2,79(±0,02) ^{dA}	6,05(±0,04) ^{aA}	3,37(±0,01) ^{cA}	3,54(±0,02) ^{bA}	2,65(±0,02) ^{eA}	2,62(±0,02) ^{eA}	1,94(±0,02) ^{gA}	2,10(±0,01) ^{fA}
Varição ao longo do armazenamento			1,13	2,75	2,55	2,16	1,93	1,68	1,64

Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey. *Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey. L*: na escala de 0 (preto) a 100 (branco); a*: na escala verde (-80 até 0) a vermelho (0 até +100); b*: na escala de azul (-100 até 0) a amarelo (0 até +70).

pode ser atribuída principalmente às antocianinas presentes na polpa de acerola (SOUZA *et al.*, 2014; BELWAL *et al.*, 2018). Embora, no presente estudo não tenha sido avaliado o efeito do processamento no conteúdo de antocianinas do suco misto tropical, estudos demonstraram que estes pigmentos são muito sensíveis ao calor e sofrem decomposição após tratamento térmico. Vegara *et al.* (2013), ao avaliarem o efeito da pasteurização na cor de suco de romã, que também possui as antocianinas como o principal pigmento, verificaram uma alta perda da cor vermelha dos sucos. De forma oposta, foi relatado que as antocianinas são muito estáveis durante a APH em diferentes níveis de pressão e tempo (OEY *et al.*, 2008; PATRAS *et al.*, 2009; TORRES *et al.*, 2011; JIMENEZ *et al.*, 2015), o que pode justificar não terem sido observadas diferenças ($p > 0,05$) para o parâmetro a^* entre os tratamentos APH e o suco controle, logo após o processamento dos sucos. Apesar disso, todos os tratamentos apresentaram perda ($p \leq 0,05$) da cor vermelha após 14 dias de armazenamento, os quais são evidenciadas pela redução dos valores de a^* (Tabela 4.5). A perda de antocianinas provavelmente ocorreu devido à oxidação e à sua condensação com compostos fenólicos, o qual ocorrem naturalmente em sucos durante o armazenamento (CAO *et al.*, 2012). Outros estudos sugerem também uma interação direta entre vitamina C e antocianinas, havendo uma redução simultânea na concentração de ambas em sucos de frutas. Desse modo, a degradação da vitamina C acarretaria a degradação de antocianinas, devido à formação de peróxido de hidrogênio durante a oxidação da vitamina, o que poderia desencadear um ataque nucleofílico do C₂ das antocianinas e, finalmente, fazer com que seu anel se abra no grupamento cetona (GARCÍA-VIGUERA e BRIDLE, 1999; TORRES *et al.*, 2011; CAO *et al.*, 2012). No presente estudo, uma alta degradação de vitamina C foi verificada em sucos processados por APH (detalhes apresentados no tópico 3.4). Uma outra hipótese é que a atividade residual de enzimas oxidases, juntamente com a presença de oxigênio dissolvido, também poderiam causar a degradação das antocianinas durante o armazenamento de suco (FERRARI, MARESCA e CICCARONE, 2010; RAWSON *et al.*, 2011), o que também justificaria a redução dos valores de a^* principalmente para sucos APH ao longo do armazenamento.

Resultados semelhantes foram observados para o parâmetro de cor b^* , sendo as maiores alterações decorrentes da pasteurização, cujo produto apresentou um aumento no valor ($p \leq 0,05$) em relação ao controle. Um aumento significativo também foi verificado para o tratamento 300 MPa por 10 min. Nenhum estudo foi encontrado para explicar o aumento nos valores de b^* para sucos tratados termicamente ou APH. Valores positivos para o parâmetro b^* indicam a presença da cor amarela, sendo que valores mais altos indicam maior a intensidade dessa cor na amostra. A cor amarela do suco misto tropical pode ser atribuída aos carotenoides presentes na polpa de caju e melão (TALASILA e SHAIK, 2015; DAS e ARORA, 2017; CHIKH-ROUHOU *et al.*, 2019). Considerando que em um suco misto há uma mistura de pigmentos oriundos das diferentes frutas, a redução de um determinado pigmento, como no caso das antocianinas (responsáveis pela coloração vermelha), poderia causar um realce de outros pigmentos. Um exemplo clássico da mudança de coloração pela perda de outro pigmento é a degradação da clorofila (responsável pela cor verde em vegetais folhosos - à ex. couve), a qual evidencia os carotenoides presentes nos vegetais, tornando estes com coloração amarela. Ao longo do armazenamento não foram verificadas mudanças ($p > 0,05$) nos valores de b^* para o suco pasteurizado. O mesmo não ocorreu com sucos processados por APH a 300 MPa e 400 MPa por 5 e 10 min, os quais apresentaram uma redução significativa nos valores de b^* durante o armazenamento. Liu (2014) também verificaram redução significativa nos valores de b^* ao longo do armazenamento em néctares de manga processados por APH 600 MPa /1 min e correlação positiva com a redução dos carotenoides totais nos néctares. Já para o suco controle e os pressurizados a 500 MPa/5 e 10 min um aumento ($p \leq 0,05$) nos valores de b^* foi observado no decorrer do armazenamento. Esse aumento verificado pode ser justificado pela perda da coloração vermelha (decréscimo do parâmetro a^*) mencionada anteriormente.

Por fim, diferenças significativas ($p \leq 0,05$) imediatamente após o processo em relação à variação total de cor (ΔE) foram encontradas entre os sucos pasteurizados e APH. Para Cserhalmi *et al.* (2006), o ΔE das amostras pode ser classificado como não perceptível (0-0,5), levemente perceptível (0,5-1,5), perceptível (1,5-3,0), bem visível (3,0-6,0) e ótima (6,0-12,0). Considerando tal classificação, após o processamento o suco pasteurizado apresentou mudanças bem visíveis, os sucos 300 MPa/5 e 10 min e 400 MPa/10 min apresentaram mudanças levemente perceptíveis, enquanto os sucos pressurizados 400 MPa/5 min, 500 MPa/5 e 10 min não apresentaram mudanças perceptíveis em relação ao controle. Ao longo do armazenamento, um aumento ($p \leq 0,05$) nos valores de ΔE foi verificado para todos os tratamentos avaliados. Menores valores de ΔE ao final dos 42 dias de armazenamento à 4°C foram encontrados para o suco processado a 500 MPa/ 5 e 10 min, indicando que estes tratamentos apresentaram as menores variações na cor comparado ao controle (no tempo 0 dias). Embora os maiores valores para ΔE foram observados para a pasteurização, ao longo do armazenamento o suco correspondente apresentou menor variação na cor (1,13) quando comparado aos sucos APH 300MPa/ 5 min (2,75), 300MPa/ 10 min (2,55) e 400MPa por 5 min (2,16). A pasteurização é um processamento reconhecido por provocar mudanças na cor e sabor de sucos (VEGARA *et al.*, 2013; KOUTCHMA *et al.*, 2016; PUTNIK *et al.*, 2019; WURLITZER *et al.*, 2019). No entanto, em relação à APH, as mudanças na cor são devido às reações enzimáticas que ocorrem durante o armazenamento. Segundo Oey *et al.* (2008), a APH preserva a cor por apresentar efeito mínimo sobre ligações covalentes de compostos de baixa peso molecular, como os pigmentos responsáveis pela cor dos produtos. No entanto, atividades residuais relativamente altas de PPO e POD em amostras tratadas com APH induzem o escurecimento enzimático e a formação de compostos de cor e sabor ao longo do armazenamento.

3.4 Efeito do Processamento nos Compostos Bioativos e na Capacidade Antioxidante

A Tabela 4.6 contém os resultados dos compostos fenólicos totais (CFT), vitamina C (Vit. C) e capacidade antioxidante do suco misto tropical controle e processados por pasteurização e APH, no tempo zero e ao longo do armazenamento. Durante o armazenamento dos diferentes tratamentos, foi observada “flutuação” nos valores médios dos compostos bioativos e capacidade antioxidante, a qual pode ser justificada pelo suco misto tropical de caju, acerola e melão ser uma matriz heterogênea, com tamanhos de partículas em uma larga faixa de intervalos de distribuição, ou seja, com muitas partículas de diferentes tamanhos. Além disso, o suco apresenta alto índice de sedimentação (LIMA, 2020). Tais características podem exercer grande influência durante a extração dos compostos e, conseqüentemente, nos resultados. Considerando tal fato, os tratamentos serão comparados em cada tempo, bem como comparando-se todos os tratamentos em todos os tempos, a fim de avaliar cada ponto isoladamente, incluindo o primeiro e último tempo de armazenamento.

Com relação ao conteúdo de CFT, não foram encontradas diferenças ($p > 0,05$) em relação aos sucos pasteurizados e APH, em comparação com o controle (Tabela 4.6). Além disso, nenhum dos tempos de armazenamento e processos investigados apresentaram teores de CFT maiores ($p > 0,05$) do que os encontrados para o tempo zero dias, indicando que as concentrações iniciais de CFT não foram subestimadas (parâmetros estatísticos não apresentados). Moreira *et al.* (2017) também não encontraram diferenças significativas no conteúdo de CFT de suco misto tropical de juçara e manga pasteurizado e APH a 600 MPa /5 min comparado ao suco não processado. No entanto, no presente estudo, os sucos pressurizados a 500 MPa/ 5 min e 400 MPa/5 e 10 min apresentaram maiores concentrações desses compostos comparado ao 300 MPa/5 min. Resultados semelhantes foram verificados por Huang *et al.* (2013) em néctar de damasco. As maiores concentrações nos tratamentos APH pode ser devido

Tabela 4.6. Compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante do suco misto tropical controle e submetidos à pasteurização (90 °C/1 min) e pressurização (300MPa/5 e 10 min, 400MPa/5 min e 10 min, 500MPa/5 e 10 min) ao longo do armazenamento à 4°C.

Análises	Tempo (dias)	Tratamentos							
		Controle	Pasteurizado	APH-Pressão(MPa) /Tempo (minutos)					
				300/5	300/10	400/5	400/10	500/5	500/10
CFT (mg EAG/100g)	T0	225,77 (±23,36) ^{abcA}	233,20 (±14,12) ^{abcA}	191,03 (±2,86) ^{cA}	202,25 (±5,20) ^{bcA}	245,59 (±26,01) ^{abA}	266,77 (±22,08) ^{aA}	259,52 (±22,76) ^{aA}	232,89 (±2,31) ^{abcA}
	T14	187,11 (±13,75) ^{abA}	227,95 (±14,0) ^{aA}	197,95 (±18,45) ^{abA}	199,13 (±15,56) ^{abA}	196,82 (±4,37) ^{abAB}	177,18 (±15,22) ^{bB}	198,08 (±18,69) ^{abA}	216,60 (±10,88) ^{aA}
	T28	194,94 (±66,68) ^{aA}	208,34 (±13,8) ^{aA}	175,10 (±15,48) ^{aA}	155,31 (±37,83) ^{aA}	156,09 (±26,90) ^{aB}	168,13 (±4,88) ^{aB}	173,49 (±17,54) ^{aA}	171,31 (±28,52) ^{aB}
	T42	235,63 (±46,83) ^{aA}	243,17 (±86,53) ^{aA}	157,96 (±47,39) ^{aA}	169,71 (±16,62) ^{aA}	156,98 (±36,55) ^{aB}	169,64 (±3,47) ^{aB}	155,06 (±57,49) ^{aA}	174,08 (±17,94) ^{aB}
Vit. C (mg ác. ascórbico /100mL)	T0	135,61 (±13,19) ^{cA}	149,52 (±27,44) ^{abcB}	130,15 (±16,18) ^c	147,65 (±11,21) ^{abc}	164,75 (±18,25) ^{abA**}	142,37 (±7,00) ^{bcA**}	175,37 (4,92) ^{aA}	154,92 (±3,31) ^{abcA}
	T14	160,08 (±71,94) ^{bA}	260,08 (±59,72) ^{aA}	ND	ND	42,21 (±1,29) ^{cB**}	42,27 (±5,75) ^{cB**}	105,65 (±8,67) ^{bcB}	104,40 (±2,91) ^{bcB}
	T28	133,35 (±81,84) ^{bA}	238,80 (±52,26) ^{aA}	ND	ND	ND	ND	91,06 (±6,08) ^{bB}	102,85 (±0,88) ^{bB}
	T42	137,79 (±45,48) ^{bA}	215,324 (±39,89) ^{aAB}	ND	ND	ND	ND	60,12 (±7,68) ^{cC}	85,65 (±2,03) ^{bcC}
Capacidade Antioxidante ABTS ⁺ (µmol TEAC/g de amostra)	T0	7,07 (±0,17) ^{aB}	7,94 (±0,46) ^{aB}	6,86 (±1,04) ^{aA}	6,81 (±0,68) ^{aA}	7,19 (±0,76) ^{aA}	7,61 (±1,49) ^{aA}	7,63 (±1,88) ^{aA}	8,00 (±1,37) ^{aA}
	T14	9,30 (±0,12) ^{aA}	9,73 (±0,39) ^{aAB}	3,01 (±0,09) ^{cBC}	3,74 (±0,46) ^{cB}	3,83 (±0,10) ^{cB}	3,75 (±0,10) ^{cB}	6,12 (0,25) ^{bB}	5,94 (±0,19) ^{bB}
	T28	10,73 (±2,34) ^{aA}	8,355 (±0,18) ^{bB}	2,112 (±0,17) ^{dC}	2,20 (±0,15) ^{dC}	2,38 (±0,09) ^{dC}	2,39 (±0,36) ^{dB}	4,169 (±0,39) ^{cC}	4,19 (±0,88) ^{cC}
	T42	9,49 (±0,82) ^{bA}	12,66 (±2,56) ^{aA}	3,27 (±0,23) ^{dB}	3,73 (±0,06) ^{dB}	3,60 (±0,05) ^{dB}	3,53 (±0,01) ^{dB}	6,949 (±0,10) ^{cAB}	7,88 (±0,46) ^{bcA}

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey.

*Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste de Tukey.

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente (p > 0,05) pelo teste t de Student.

ND: não detectado.

a maior ruptura das células vegetais causada pelas maiores pressões, levando a uma maior extração desses compostos (QUEIROZ *et al.*, 2010; HUANG *et al.*, 2013; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017). Em geral, a APH é reconhecida por não ter efeito negativo na concentração de CFT, causando geralmente um aumento nos teores desses compostos em relação aos sucos não processados (TADAPANENI *et al.*, 2014; KOUTCHMA *et al.*, 2016). Entretanto, durante o armazenamento foi observado queda nos teores de CFT para todos os sucos pressurizados, embora as reduções significativas ($p \leq 0,05$) tenham sido observada apenas para os tratamentos APH 500 MPa/10 min e 400 MPa por 5 e 10 min. Cao *et al.* (2012) reportaram redução no conteúdo de CFT para sucos de morango processados por APH (600 MPa por 4 min) e Rios-Corripio *et al.* (2020) para sucos de romã APH (tratados a 500 MPa/10 min, 550 MPa/10 min e 600 MPa/5 min); no entanto, perdas também foram verificadas para sucos pasteurizados e não processados. Tais resultados não foram verificados para suco controle (considerando primeiro e último tempo) e pasteurizado. As reduções podem ser justificadas pela atividade de enzimas oxidativas presentes no suco misto tropical, sendo a POD e PPO consideradas as principais responsáveis pela redução de compostos fenólicos em vegetais (CAO *et al.*, 2011).

Foi observado menor ($p \leq 0,05$) conteúdo de vitamina C no suco controle comparado com os pressurizados a 400MPa e 500 MPa/5 min (Tabela 4.6). No entanto, ao comparar todos os tempos do armazenamento, o suco pasteurizado aos 14 dias apresentou maior teor de vitamina C ($p \leq 0,05$) considerando todos os tempos e processos avaliados, não diferindo do tratamento 500 MPa/5 min. Tal resultado sugere que as concentrações iniciais de vitamina C do suco pasteurizado podem ter sido subestimadas (dados estatísticos não apresentados) no tempo zero dias. As maiores concentrações de vitamina C foram encontradas para suco pasteurizado, no qual se manteve estável ($p > 0,05$) até o fim do armazenamento. Alves Filho *et al.* (2018) também reportaram aumento significativo na concentração de vitamina C em sucos de acerola pasteurizado e UHT em comparação aos não processados. Embora o tratamento térmico seja um dos principais responsáveis pela degradação da vitamina C, o baixo pH, como é o caso do suco misto tropical ($\text{pH} < 4,00$) e as características do alimento podem estabilizá-la (PLAZA *et al.*, 2006; DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). A estabilidade da vitamina C também pode ser diferente de acordo com a matriz do alimento. Hiwilepo-Van Hal *et al.* (2012) relataram que vitamina C em marula (*Sclerocarya birrea subsp. Caffra*) foi mais estável ao calor que em manga ou goiaba em temperaturas até 125 °C. Isso foi atribuído em parte aos diferentes componentes da matriz de cada fruto, que formam complexos particulares com vitamina C, alterando a degradação. Além disso, a extração de vitamina C pelo calor pode ocorrer em alimentos com sólidos em suspensão (ALVES FILHO *et al.*, 2018) como é o caso do suco misto tropical de caju, acerola e melão. Assim como para os compostos fenólicos, a APH é reconhecida por não provocar redução no conteúdo de vitamina C em produtos à base de frutas, mantendo-os semelhante às amostras não tratadas ou muitas vezes, com concentrações superiores. O aumento no teor de vitamina C é também atribuído ao efeito de extração da alta pressão (KOUTCHMA *et al.*, 2016; SALAZAR *et al.*, 2020). Ao longo do armazenamento, um decréscimo expressivo ($p \leq 0,05$) no conteúdo de vitamina C foi observado para todos os tratamentos APH. Uma degradação total do conteúdo da vitamina foi verificada para tratamentos 300 MPa/ 5 e 10 min após 14 dias de armazenamento refrigerado. Além disso, o teor de vitamina C em todos os outros tratamentos APH (400 MPa e 500 MPa/5 e 10 min) foi menor comparado, ao zero dias. Após 28 dias de armazenamento, não foram detectadas concentrações de vitamina C para sucos APH 400MPa por 5 e 10 min. Ao final da estocagem refrigerada, menores concentrações da vitamina ($p \leq 0,05$) foram verificadas para os tratamentos APH 500MPa/5 e 10 minutos em relação aos tratamentos pasteurizado e controle; no entanto, ambos tratamentos APH apresentavam teores do nutriente acima da dose recomendada para ingestão diária (considerando o consumo mínimo de 100 ml do produto), a qual se refere a 45

mg de vitamina C para adultos saudáveis (BRASIL, 2005). As perdas de vitamina C podem estar relacionadas à oxidação ao ácido desidroascórbico ou à degradação completa em outros compostos. A exposição ao calor e a ação de enzimas como o ácido ascórbico oxidase podem estar implicadas no processo de degradação (CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017). Como já mencionado, no presente estudo, não foi observado o efeito do calor na degradação da vitamina C após o processamento, além disso, não houve perdas significativas de vitamina para o suco pasteurizado ao longo do armazenamento. Aaby *et al.* (2018) também verificaram que a vitamina C foi melhor preservada em purês de morango tratados termicamente do que nos purês APH (400-600 MPa por 1,5 e 3 min.) durante o armazenamento. Os autores justificam que várias enzimas oxidativas, por exemplo, ácido ascórbico oxidase, poderiam ter sido menos inativadas na APH do que pelo tratamento térmico, resultando em maiores perdas ao longo do armazenamento. Polydera, Stoforos e Taoukis (2003) sugeriram que as perdas mais rápidas da vitamina em amostras tratadas por APH tenha sido resultado da sua ação para a inativação da peroxidase ou do aumento de espécies reativas ao oxigênio. Além da função como nutriente essencial, a vitamina C é largamente utilizado pela indústria de suco de frutas como aditivo devido às propriedades antioxidantes. A vitamina C pode inibir a reação de PPO por meio da redução de o-quinonas a difenóis ou a o-quinonas quimicamente conjugadas, impedindo a formação de melanoidina (pigmento escuro); ou por meio da liberação do cobre do sítio ativo da enzima. Em relação à POD, há uma competição da vitamina com outros substratos (a ex. o guaiacol). A vitamina C atua na reação enzimática por meio da doação de elétrons; no entanto, nessa reação não ocorre o escurecimento, há apenas a oxidação a ácido deidroascórbico (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010). No presente estudo, sugere-se que a degradação da vitamina C em sucos APH foi devido à ação antioxidante da referida vitamina. Possivelmente, os diferentes níveis de pressão e tempo aplicados, além de não terem sido suficientes para inativar por completo as enzimas oxidases, podem ter aumentado sua atividade, visto que o suco controle não apresentou reduções significativas no conteúdo de vitamina C durante o armazenamento. Por outro lado, a pasteurização possivelmente tenha sido efetiva na inativação dessas enzimas. Ao avaliarem o efeito do processamento APH 400MPa, 500MPa e 600MPa por 5, 10, 15, 20 e 25 min em polpas de morango, Cao *et al.* (2011) observaram que quanto maior a pressão e o tempo maior foi a redução da atividade de PPO. Em relação a enzima POD, pressões 400MPa e 500MPa em tempos mais longos promoveram maiores reduções da atividade, enquanto a pressão de 600 MPa causou aumento na atividade desta enzima. No entanto, para ambas as enzimas, nenhum dos tratamentos avaliados promoveu a completa inativação. Resultados semelhantes a estes também foram encontrados por Huang *et al.* (2013).

A capacidade antioxidante de uma substância é baseada em sua capacidade de eliminar espécies reativas de oxigênio e eletrólitos. Ela é atribuída principalmente aos compostos fenólicos e, em menor grau, ao teor de vitamina C (QUEIROZ *et al.*, 2010; CAO *et al.*, 2012; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017). Logo após o processamento, não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) na capacidade antioxidante em relação aos sucos processados e o controle (Tabela 4.6). No entanto, ao comparar todos os pontos avaliados durante o armazenamento, o suco pasteurizado aos 42 dias e controle aos 28 dias apresentaram capacidade antioxidante maior ($p \leq 0,05$) que ao zero dia, sugerindo que a capacidade antioxidante inicial dos sucos possa ter sido subestimada (parâmetros estatísticos não apresentados). Queiroz *et al.* (2010) verificaram um aumento da capacidade antioxidante em suco de caju pressurizado em comparação aos sucos não tratados. Outros autores também reportaram efeito positivo da APH na capacidade antioxidante de polpas e sucos de frutas (TADAPANENI *et al.*, 2014; KOUTCHMA *et al.*, 2016; CAMIRO-CABRERA *et al.*, 2017; SALAZAR *et al.*, 2020). Ao longo do armazenamento, a capacidade antioxidante, seguiu as mesmas tendências encontradas para compostos fenólicos totais e vitamina C. Com exceção ao tratamento 500MPa/ 10 min, sucos pasteurizados apresentaram maior capacidade antioxidante ($p \leq 0,05$) que os APHs em

todos os tempos avaliados. Resultado semelhante foi observado para suco misto tropical pasteurizado de juçara e manga, comparando o suco pasteurizado com o pressurizado a 600MPa/5 min após 30 dias de armazenamento a 4 °C (MOREIRA *et al.*, 2017). Wurlitzer *et al.* (2019) não verificaram diferenças significativas na capacidade antioxidante de suco misto tropical pasteurizado e suco não processado até 180 dias de armazenamento. Cao *et al.* (2012) também verificaram uma redução significativa na capacidade antioxidante (métodos DPPH e FRAP) de sucos de morango APH ao longo do armazenamento. Os autores verificaram que as mudanças na capacidade antioxidante do suco foram altamente correlacionadas com as reduções no conteúdo de compostos fenólicos e, em menor grau, com a perda de vitamina C. Embora os processos APH avaliados não tenham sido tão eficientes na manutenção das características funcionais até o fim do tempo de armazenamento estudado, quando comparado ao processo de pasteurização, de forma geral, os tratamentos APH 500 MPa/5 e 10 min alcançaram resultados satisfatórios em relação às características funcionais. Como podemos observar (Tabela 4.6), as maiores perdas na capacidade antioxidantes de sucos APH ocorreram a 300 MPa e 400MPa /5 e 10 min (considerando tempo zero e 42 dias), possivelmente devido às reduções de CFT e vitamina C.

3.5 Efeito do Processamento de Suco Misto Tropical na Bioacessibilidade de Vitamina C por meio de Digestão *in vitro*

A Tabela 4.7 apresenta os resultados da bioacessibilidade da vitamina C (%) após a digestão *in vitro* logo após o processamento (tempo zero dias) dos diferentes tratamentos. A bioacessibilidade é definida como a quantidade de um componente que é liberado da matriz alimentar para o trato gastrointestinal e, portanto, que fica disponível para absorção (CILLA *et al.*, 2018). Ao observarmos a coluna %Bioac.¹, o qual representa a bioacessibilidade da vitamina C considerando o conteúdo inicial de cada amostra, percebemos que houve diferença ($p \leq 0,05$) na bioacessibilidade de vitamina C apenas entre os sucos APH 300MPa e 400MPa/5 min e o Controle, sendo os pressurizados com maior bioacessibilidade. Esse resultado indica que todo o conteúdo de vit. C inicial (antes da digestão) se manteve presente após as fases de digestão. Além disso, porcentagens acima de 100 % indicam que, possivelmente, não houve perda da vitamina durante a digestão, ao contrário, houve uma maior extração da vitamina da matriz. A biodisponibilidade da vitamina C varia de 80% a 100% nas doses normalmente ingeridas (≤ 180 mg). Altas concentrações da vitamina C após a digestão são mais uma demonstração da estabilidade da vitamina C durante a digestão do que da bioacessibilidade (ASCHOFF *et al.*, 2015). Apesar disso, os resultados indicam que, tanto a pasteurização, quanto a APH não afetaram a bioacessibilidade da vitamina C.

No entanto, ao considerarmos o suco controle antes da digestão como padrão inicial de vitamina (%Bioac.²), observa-se que todos os sucos alcançaram similar bioacessibilidade, exceto o APH a 400MPa/10 min que diferiu ($p \leq 0,05$) do tratamento pasteurizado e 500 MPa/10 min. Aschoff *et al.* (2015) também relataram que a pasteurização do suco de laranja (90°C/1min) melhorou significativamente a estabilidade da vitamina C durante a digestão, quando comparado ao suco não processado e suco homogeneizado, resultando em um nível residual de 78% em comparação com ao suco não processado, antes da digestão. Rodríguez-Roque *et al.* (2015), ao compararem o efeito da matriz (água, leite e leite de soja) e do processamento de diferentes bebidas à base de misturas de frutas (laranja, kiwi, abacaxi e manga), verificaram que a APH 400 MPa/5 min aumentou a bioacessibilidade de vitamina C em comparação com bebidas não tratadas e, por outro lado, perdas significativas foram observadas em bebidas pasteurizadas à 90°C/1 min. Resultados semelhantes foram verificados em estudo posterior (RODRIGUEZ-ROQUE *et al.*, 2016). No entanto, em estudo anterior semelhante, bebidas à base da mesma mistura de frutas em diferentes matrizes (leite integral,

leite desnatado e leite de soja) apresentaram maior bioacessibilidade de vitamina C no suco pasteurizado (90 °C/30s) quando comparado a bebidas APH 400 MPa por 5 min. e bebidas não tratadas (CILLA *et al.*, 2012).

Tabela 4.7. Bioacessibilidade da vitamina C do suco misto tropical controle e submetidos à pasteurização (90 °C/ 1 min) e pressurização (300MPa/5 e 10 min, 400MPa/5 min e 10 min, 500MPa/5 e 10 min) após a digestão *in vitro* no tempo zero dias.

Tratamentos	%Bioac. ¹	%Bioac. ²
Controle	106(±6) ^b	-
Pasteurizado	111(±6) ^{ab}	124(±4) ^a
300 MPa/5 min	115(±6) ^{ab}	114(±8) ^{ab}
300 MPa/10 min	121(±10) ^a	119(±10) ^{ab}
400 MPa/5 min	119(±4) ^a	121(±4) ^{ab}
400 MPa/10 min	110(±7) ^{ab}	110(±5) ^b
500 MPa/5 min	115(±4) ^{ab}	119(±4) ^{ab}
500 MPa/10 min	117(±5) ^{ab}	121(±2) ^a

¹ Conteúdo de Vit. C depois da digestão sobre Conteúdo de Vit. C antes da digestão da própria amostra.

² Conteúdo de Vit. C depois da digestão sobre Conteúdo médio de vitamina C antes da digestão do controle.

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. *Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste t de Student.

As diferenças entre as matrizes, processos e também métodos de avaliação da digestão *in vitro* refletem divergências entre os poucos estudos que avaliaram o efeito do processamento na bioacessibilidade de vitamina C em bebidas à base de frutas. Os resultados do presente estudo sugerem que, tanto a pasteurização quanto a APH, promoveram maior extração da vitamina em relação ao suco não processado, assim como a matriz promoveu certa proteção à vitamina em relação à alta temperatura.

3.5 Efeito do processamento nas características sensoriais de suco misto tropical

A Tabela 4.8 apresenta a frequência dos termos RATA (considerando-os como dados binários) e a intensidade média percebida dos termos marcados para descrever as amostras de suco misto tropical controle e processadas por pasteurização (TT) e APH a 500 MPa /5 min (APH₁) e 520 MPa/ 2 min (APH₂).

Foram encontradas diferenças ($p \leq 0,05$) de acordo com o Teste Q de Cochran para 10 dos 22 termos RATA usados para descrever as amostras. Em relação à intensidade média dos referidos termos, 12 dos 22 diferiram ($p \leq 0,05$) de acordo com a ANOVA e teste de média de

Tabela 4.8. Frequência (Freq.%) e Intensidade média (Int.) dos termos RATA marcados para descrever o suco misto tropical controle, pasteurizados (TT: 90 °C/1min) e pressurizados (APH₁: 500MPa/ 5 min e APH₂: 500MPa/ 2 min) nos tempos zero (T0), 14 (T14) e 28 (T28) dias.

Atributos		Amostras									
		Controle	APH ₁ T0	APH ₁ T14	APH ₁ T28	APH ₂ T0	APH ₂ T14	APH ₂ T28	TT-T0	TT-T14	TT-T28
Aparência homogênea*	Freq. (%)	27 ^A	43 ^A	33 ^A	37 ^A	33 ^A	23 ^A	43 ^A	27 ^A	27 ^A	37 ^A
	Int.	0,5 (±0,97) ^c	0,83 (±1,05) ^{ab}	0,6 (±0,97) ^{bc}	0,67 (±0,99) ^{abc}	0,73 (±1,11) ^{abc}	0,43 (±0,82) ^c	0,97 (±1,25) ^a	0,47 (±0,86) ^c	0,5 (±0,94) ^c	0,7 (±1,06) ^{abc}
Aparência heterogênea ^{NS}	Freq. (%)	77 ^A	67 ^A	77 ^A	70 ^A	77 ^A	83 ^A	63 ^A	77 ^A	73 ^A	70 ^A
	Int.	1,7 (±1,15) ^a	1,43 (±1,22) ^a	1,5 (±1,14) ^a	1,4 (±1,16) ^a	1,3 (±0,88) ^a	1,77 (±1,01) ^a	1,2 (±1,13) ^a	1,8 (±1,19) ^a	1,53 (±1,17) ^a	1,57 (±1,17) ^a
Cor laranja ^{§,*}	Freq. (%)	87 ^A	80 ^{AB}	80 ^{AB}	77 ^{AB}	80 ^{AB}	70 ^{ABCD}	73 ^{ABC}	57 ^{CD}	53 ^{CD}	47 ^D
	Int.	1,9 (±1,03) ^a	1,7 (±1,12) ^{ab}	1,6 (±1,07) ^{ab}	1,6 (±1,10) ^{ab}	1,57 (±1,04) ^{ab}	1,43 (±1,14) ^b	1,47 (±1,07) ^b	0,9 (±0,88) ^c	0,93 (±0,98) ^c	0,8 (±1,0) ^c
Cor amarela ^{§,*}	Freq. (%)	33 ^B	40 ^B	43 ^B	40 ^B	33 ^B	50 ^{AB}	43 ^B	73 ^A	73 ^A	73 ^A
	Int.	0,47 (±0,73) ^b	0,63 (±0,89) ^b	0,67 (±0,88) ^b	0,73 (±1,01) ^b	0,57 (±0,90) ^b	0,8 (±0,89) ^b	0,77 (±0,97) ^b	1,5 (±1,14) ^a	1,37 (±1,03) ^a	1,33 (±1,03) ^a
Com brilho ^{NS}	Freq. (%)	63 ^A	63 ^A	63 ^A	60 ^A	67 ^A	67 ^A	73 ^A	63 ^A	63 ^A	67 ^A
	Int.	1,23 (±1,17) ^a	1,37 (±1,22) ^a	1,5 (±1,22) ^a	1,33 (±1,24) ^a	1,43 (±1,19) ^a	1,33 (±1,15) ^a	1,57 (±1,17) ^a	1,47 (±1,31) ^a	1,43 (±1,25) ^a	1,33 (±1,15) ^a
Aroma de fruta ^{§,*}	Freq. (%)	77 ^A	80 ^A	67 ^A	80 ^A	57 ^{AB}	77 ^A	73 ^A	63 ^{AB}	40 ^B	47 ^B
	Int.	1,47 (±1,07) ^a	1,43 (±1,04) ^a	1,43 (±1,19) ^a	1,43 (±1,07) ^a	1,17 (±1,23) ^{abc}	1,33 (±0,99) ^a	1,2 (±1,0) ^{ab}	1,17 (±1,12) ^{abc}	0,77 (±1,10) ^c	0,9 (±1,12) ^{bc}

Continua

Tabela 4.8. Continuação.

Aroma doce ^{NS}	Freq. (%)	63 ^A	70 ^A	47 ^A	67 ^A	60 ^A	60 ^A	47 ^A	50 ^A	47 ^A	53 ^A
	Int.	1,07 (±1,01) ^a	1,17 (±0,95) ^a	0,93 (±1,17) ^a	1,17 (±1,05) ^a	1,0 (±1,02) ^a	0,93 (±0,98) ^a	0,73 (±0,94) ^a	0,93 (±1,14) ^a	0,97 (±1,22) ^a	0,9 (±1,03) ^a
Aroma ácido ^{§,*}	Freq. (%)	10 ^B	27 ^{AB}	13 ^B	23 ^{AB}	37 ^A	27 ^{AB}	37 ^A	13 ^B	10 ^B	17 ^{AB}
	Int.	0,13 (±0,43) ^d	0,47 (±0,94) ^{abc}	0,2 (±0,61) ^d	0,33 (±0,71) ^{bcd}	0,63 (±0,96) ^a	0,33 (±0,66) ^{bcd}	0,53 (±0,86) ^{ab}	0,23 (±0,68) ^{cd}	0,17 (±0,59) ^d	0,33 (±0,84) ^{bcd}
Aroma de cozido ^{§,*}	Freq. (%)	7 ^C	7 ^C	7 ^C	27 ^B	17 ^{BC}	13 ^{BC}	7 ^C	30 ^B	60 ^A	67 ^A
	Int.	0,07 (±0,25) ^d	0,07 (±0,25) ^d	0,13 (±0,51) ^{cd}	0,5 (±0,97) ^{bc}	0,3 (±0,75) ^{cd}	0,17 (±0,46) ^d	0,1 (±0,40) ^d	0,7 (±1,18) ^b	1,43 (±1,30) ^a	1,37 (±1,20) ^a
Aroma estranho [*]	Freq. (%)	10 ^A	20 ^A	23 ^A	7 ^A	13 ^A	13 ^A	10 ^A	27 ^A	30 ^A	27 ^A
	Int.	0,1 (±0,31) ^d	0,26 (±0,64) ^{bcd}	0,4 (±0,9) ^{abcd}	0,2 (±0,76) ^d	0,23 (±0,7) ^{cd}	0,17 (±0,46) ^d	0,17 (±0,5) ^d	0,63 (±1,16) ^{abc}	0,6 (±1,07) ^{ab}	0,57 (±1,04) ^a
Aroma de passado ^{§,*}	Freq. (%)	10 ^B	20 ^{AB}	17 ^B	17 ^B	17 ^B	17 ^B	27 ^{AB}	40 ^A	40 ^A	40 ^A
	Int.	0,13 (±0,43) ^c	0,27 (±0,58) ^{bc}	0,27 (±0,69) ^{bc}	0,37 (±0,89) ^{bc}	0,3 (±0,75) ^{bc}	0,3 (±0,7) ^{bc}	0,43 (±0,82) ^{bc}	0,9 (±1,21) ^a	0,67 (±0,99) ^{ab}	0,83 (±1,18) ^a
Suco fresco ^{§,*}	Freq. (%)	47 ^A	40 ^{AB}	40 ^{AB}	20 ^{BC}	37 ^{AB}	27 ^{ABC}	33 ^{ABC}	23 ^{ABC}	10 ^D	13 ^{CD}
	Int.	0,93 (±1,17) ^a	0,7 (±1,02) ^{ab}	0,73 (±1,01) ^{ab}	0,53 (±1,11) ^{abc}	0,7 (±1,06) ^{ab}	0,57 (±1,01) ^{abc}	0,7 (±1,09) ^{abc}	0,4 (±0,81) ^{bc}	0,2 (±0,66) ^c	0,27 (±0,78) ^c

Continua

Tabela 8. Continuação.

Gosto doce ^{NS}	Freq. (%)	60 ^A	73 ^A	60 ^A	63 ^A	57 ^A	70 ^A	50 ^A	57 ^A	63 ^A	60 ^A
	Int.	0,93 (±0,91) ^a	1,17 (±0,91) ^a	0,9 (±0,84) ^a	1,07 (±0,98) ^a	1,07 (±1,08) ^a	1,1 (±0,96) ^a	0,83 (±1,02) ^a	1,03 (±1,1) ^a	1,07 (±1,05) ^a	1,03 (±1,0) ^a
Gosto ácido ^{NS}	Freq. (%)	43 ^A	50 ^A	63 ^A	47 ^A	53 ^A	53 ^A	53 ^A	53 ^A	43 ^A	50 ^A
	Int.	0,6 (±0,86) ^a	0,77 (±0,9) ^a	1,13 (±1,11) ^a	0,83 (±1,09) ^a	0,9 (±1,03) ^a	1,0 (±1,14) ^a	0,97 (±1,1) ^a	1,03 (±1,16) ^a	0,67 (±0,96) ^a	0,97 (±1,19) ^a
Sabor de fruta ^{§,*}	Freq. (%)	80 ^{AB}	70 ^{ABC}	67 ^{ABC}	83 ^A	60 ^{BC}	77 ^{ABC}	67 ^{ABC}	57 ^{BC}	57 ^{BC}	53 ^C
	Int.	1,53 (±1,04) ^a	1,4 (±1,16) ^{ab}	1,4 (±1,19) ^{ab}	1,37 (±0,96) ^{abc}	1,13 (±1,11) ^{abcd}	1,3 (±0,92) ^{abc}	1,13 (±1,11) ^{abcd}	1,07 (±1,14) ^{bcd}	0,97 (±1,0) ^{cd}	0,87 (±1,04) ^d
Adstringente ^{NS}	Freq. (%)	50 ^A	57 ^A	53 ^A	53 ^A	50 ^A	43 ^A	57 ^A	40 ^A	40 ^A	37 ^A
	Int.	0,8 (±1,0) ^a	1,03 (±1,1) ^a	0,93 (±1,08) ^a	0,9 (±1,06) ^a	0,97 (±1,16) ^a	0,67 (±0,92) ^a	1,07 (±1,17) ^a	0,83 (±1,15) ^a	0,67 (±0,96) ^a	0,63 (±0,96) ^a
Sabor de passado ^{§,*}	Freq. (%)	7 ^D	20 ^{BCD}	13 ^{CD}	17 ^{CD}	23 ^{ABCD}	20 ^{BCD}	27 ^{ABC}	30 ^{ABC}	47 ^A	40 ^{BC}
	Int.	0,07 (±0,25) ^e	0,33 (±0,76) ^{cde}	0,13 (±0,35) ^{de}	0,3 (±0,75) ^{cde}	0,47 (±0,94) ^{bcd}	0,37 (±0,81) ^{cde}	0,53 (±1,04) ^{bc}	0,6 (±1,04) ^{abc}	0,93 (±1,14) ^a	0,83 (±1,12) ^{ab}
Sabor cozido ^{§,*}	Freq. (%)	7 ^E	17 ^{DE}	17 ^{DE}	20 ^{CDE}	17 ^{DE}	33 ^{BCD}	17 ^{DE}	40 ^{BC}	70 ^A	57 ^{AB}
	Int.	0,07 (±0,25) ^d	0,23 (±0,57) ^{cd}	0,23 (±0,57) ^{cd}	0,33 (±0,76) ^{cd}	0,33 (±0,8) ^{cd}	0,47 (±0,78) ^c	0,27 (±0,69) ^{cd}	0,9 (±1,24) ^b	1,6 (±1,3) ^a	1,3 (±1,37) ^a

Continua

Tabela 8. Continuação.

Sabor estranho ^{NS}	Freq. (%)	23 ^A	20 ^A	23 ^A	23 ^A	27 ^A	23 ^A	33 ^A	27 ^A	37 ^A	40 ^A
	Int.	0,37 (±0,76) ^a	0,3 (±0,65) ^a	0,4 (±0,81) ^a	0,43 (±0,86) ^a	0,5 (±0,94) ^a	0,4 (±0,86) ^a	0,47 (±0,78) ^a	0,57 (±1,04) ^a	0,77 (±1,1) ^a	0,63 (±0,85) ^a
Consistente ^{NS}	Freq. (%)	23 ^A	27 ^A	30 ^A	23 ^A	30 ^A	47 ^A	33 ^A	40 ^A	40 ^A	30 ^A
	Int.	0,47 (±0,94) ^a	0,43 (±0,77) ^a	0,53 (±0,94) ^a	0,4 (±0,81) ^a	0,5 (±0,86) ^a	0,77 (±0,97) ^a	0,57 (±0,9) ^a	0,8 (±1,13) ^a	0,73 (±1,01) ^a	0,63 (±1,03) ^a
Aguado ^{NS}	Freq. (%)	53 ^A	37 ^A	43 ^A	50 ^A	43 ^A	33 ^A	37 ^A	27 ^A	27 ^A	33 ^A
	Int.	0,77 (±0,86) ^a	0,7 (±1,09) ^a	0,77 (±1,01) ^a	0,8 (±0,96) ^a	0,63 (±0,89) ^a	0,57 (±0,9) ^a	0,7 (±1,02) ^a	0,53 (±0,94) ^a	0,33 (±0,61) ^a	0,67 (±1,09) ^a
Adstringência residual ^{NS}	Freq. (%)	43 ^A	53 ^A	50 ^A	50 ^A	47 ^A	47 ^A	47 ^A	47 ^A	40 ^A	47 ^A
	Int.	0,53 (±0,73) ^a	0,87 (±1,01) ^a	0,83 (±1,02) ^a	0,63 (±0,81) ^a	0,73 (±0,94) ^a	0,77 (±1,01) ^a	0,9 (±1,12) ^a	0,77 (±1,04) ^a	0,57 (±0,77) ^a	0,73 (±0,94) ^a

§ Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste Q de Cochran.

* Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste de Teste de Fisher

NS: não significativo

Fisher, sugerindo que os consumidores perceberam diferenças nas características sensoriais das amostras de suco misto tropical.

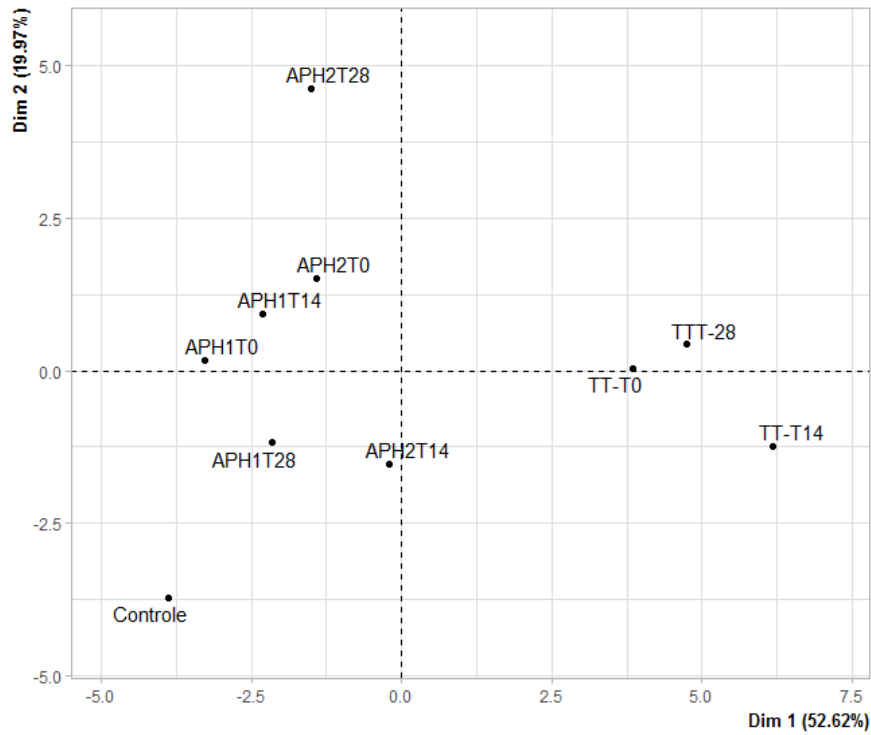
A despeito de problemas envolvendo o controle de temperatura durante o armazenamento, o que limita uma discussão mais profunda, diferenças entre os sucos foram observadas. Todas as amostras apresentaram elevada frequência de menção para o termo *Aparência heterogênea*, não havendo diferença entre eles ($p > 0,05$). Apesar do menor número de menção, a intensidade média para *Aparência homogênea* diferiu ($p \leq 0,05$) entre as amostras e os sucos APH₁T0 e APH₂T28 foram percebidas mais homogêneas que o controle, APH₂T14, TT-T0 e TT-T14. Além disso, o controle e os APH₁ e APH₂ foram percebidos como maior intensidade da *Cor laranja* ($p \leq 0,05$) que os pasteurizados. De forma oposta, os sucos pasteurizados foram avaliados mais intensos em relação à *Cor amarela* que o controle, APH₁ e APH₂. Esse resultado corrobora com os verificados na análise instrumental de cor. Xu *et al.* (2018) reportaram que sucos de kiwi pressurizados não diferiram ($p > 0,05$) do suco fresco em relação à cor, o mesmo não ocorreu com o suco pasteurizado. A baixa influência na cor dos sucos APH é esperado, pois a pressurização tem pouco efeito nas ligações covalentes e em compostos de baixo peso molecular (OEY *et al.*, 2008), embora alterações possam ocorrer devido ao aquecimento adiabático causado pelo aumento da pressão.

Em relação ao aroma do suco, o controle, APH₁ e APH₂ apresentaram maior *Aroma de fruta* ($p \leq 0,05$) que sucos TT-T14 e TT-T28. De forma oposta, sucos pasteurizados foram mais intensos ($p \leq 0,05$) para *Aroma de cozido* que o controle e os APH₁T0, APH₁T14, APH₂T0, APH₂T14 e APH₂T28. O aroma de cozido, pode ter mascarado ou reduzido a intensidade do aroma das frutas do suco pasteurizado. Além disso, sucos pasteurizados foram percebidos com maior intensidade ($p \leq 0,05$) de *Aroma estranho* e *Aroma de passado* comparado ao suco controle. Em análise de caracterização de compostos aromáticos de suco de manga, Zhang *et al.* (2019) verificaram que embora sucos APH também provocasse a perda de alguns compostos aromáticos, ainda foram melhor preservados do que na pasteurização. Tais resultados foram confirmados com a descrição sensorial por equipe de avaliadores, a qual demonstrou que suco de manga processado por APH estava mais próximo do suco não processado do que o pasteurizado.

Considerando os atributos de sabor, suco controle foi percebidos como mais ($p \leq 0,05$) *Fresco* e com maior intensidade ($p \leq 0,05$) de *Sabor de fruta* que as amostras de sucos pasteurizados. Diferença entre a intensidade média desses atributos não foram encontradas entre o controle e os APH₁ e APH₂. Os sucos pasteurizados também apresentaram maior intensidade ($p \leq 0,05$) de *Sabor de cozido* que o controle e APH₁ e APH₂. Embora amostras APH não tenham se diferenciado do controle, alguns consumidores identificaram a presença desse atributo no suco APH₂T14. Durante a pressurização há uma variação de temperatura no período de compressão (aquecimento de cerca de 3 °C para cada 100 MPa, variável com a composição do alimento) e descompressão (resfriamento) do equipamento e do produto que está sendo tratado. Nesse sentido, pode ter ocorrido o aquecimento adiabático dos sucos provocando uma leve alteração no sabor, a qual pode ter sido percebida por alguns consumidores. Além disso, sucos pasteurizados apresentaram maior intensidade de *Sabor de passado* que o controle. Ressalta-se que a pasteurização é reconhecida por provocar mudanças na cor, aroma e sabor de sucos, o mesmo não é verificado para sucos APH (VEGARA *et al.*, 2013; KOUTCHMA *et al.*, 2016; PUTNIK *et al.*, 2019; WURLITZER *et al.*, 2019).

A Figura 4.1 apresenta os resultados da PCA gerado das pontuações dos termos RATA. A primeira e a segunda dimensão explicaram 72,07 % da variabilidade dos dados. A primeira dimensão separou os sucos em dois grupos de acordo com o tipo de processamento (Figura 4.1, a). O primeiro grupo localizado no lado positivo da primeira dimensão refere-se às amostras pasteurizadas, as quais foram caracterizadas principalmente por *Cor amarela*, *Aroma de cozido*, *Aroma de passado*, *Aroma estranho*, *Sabor de cozido*, *Sabor de passado*, *Sabor estranho* e

a)



b)

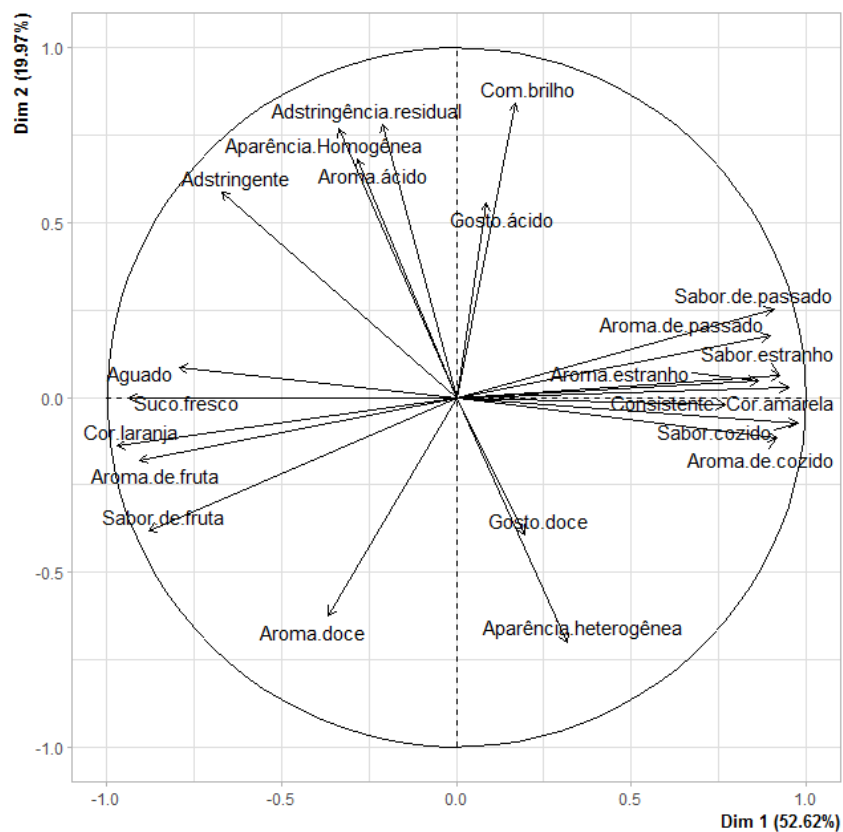


Figura 4.1. (a) Posição das amostras de suco misto tropical Controle, pasteurizadas e processadas por APH₁ e APH₂ e (b) dos termos RATA nas duas primeiras dimensões da Análise de Componentes Principais executadas nos dados dos valores médios aritméticos das pontuações RATA.

Consistente. Já o segundo grupo, formado pelos sucos controle, APH₁ e APH₂ e posicionados do lado negativo do gráfico, foram descritos principalmente por *Cor laranja, Aroma de fruta, Aroma doce, Suco fresco, Sabor de fruta, Aguado*.

Os termos *Cor amarela, Aroma de cozido, Aroma de passado, Aroma estranho, Sabor de cozido, Sabor de passado, Sabor estranho* e *Consistente* foram negativamente correlacionados com os termos *Cor laranja, Aroma de fruta, Suco fresco, Sabor de fruta* e *Aguado* no primeiro componente principal que explicou 52,62% da variância dos dados. Já no segundo componente principal (19,97 %) os termos *Aparência heterogênea, Aroma doce* e *Gosto doce* foram correlacionados negativamente com *Aparência homogênea, Com brilho, Aroma ácido, Gosto ácido, Adstringência* e *Adstringência residual* (Figura 4.1, b).

Os resultados indicam que a pasteurização causou maiores mudanças nas características sensoriais do suco misto tropical de caju, acerola e melão em comparação com a APH. Em estudo com painel treinado, sucos de maracujá natural (não processado) e processados por APH foram bastante diferenciados de amostras de sucos comerciais tratadas termicamente. Além disso, nenhuma diferença ($p > 0,05$) foi encontrada entre os sucos naturais e os APH para todos atributos sensoriais investigados (LABOISSIÈRE *et al.*, 2007). Os resultados encontrados por meio da análise RATA, com consumidores, demonstraram bastante coerência com outros estudos que utilizaram a ADQ para caracterização de sucos APH, sugerindo que o método foi eficiente para caracterização das amostras.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou o efeito do processamento na qualidade de suco misto tropical de caju, acerola e melão. Com relação à qualidade microbiológica, suco pasteurizado e pressurizado (300-500 MPa/ 5 e 10 min) encontravam-se dentro dos padrões preconizados pela RDC nº 12 de 2001, estando aptos para o consumo durante o armazenamento por 42 dias a 4°C. Com relação à contagem de bolores e leveduras, o tratamento de pasteurização demonstrou maior eficiência para inativação desse grupo de microrganismos quando comparado à APH. Os resultados indicaram que as maiores pressões (500 MPa/5 e 10 min) foram mais eficazes para atender o preconizado durante o armazenamento (BRASIL, 2019). Além disso, tratamentos APHs reduziram as contagens de bactérias aeróbias mesófilas em cerca de 2 Log UFC/mL, mantendo-as a níveis bem mais baixos que aqueles do suco controle ao longo do armazenamento.

Além disso, os resultados mostraram que a pasteurização e APH (300-500MPa/ 5 e 10 min) não provocaram grandes mudanças nas características físico-químicas quando comparado ao suco controle. No entanto, mudanças bem visíveis foram observadas nos parâmetros de cor instrumental do suco pasteurizado, enquanto os diferentes níveis de pressão e tempo da APH provocaram alterações mínimas. O processamento térmico e APH (principalmente em maiores níveis de pressão) permitiram uma maior extração de compostos fenólicos totais e vitamina C, embora sucos pasteurizados tenham apresentado o maior conteúdo de vitamina C. Além disso, todos os processos avaliados melhoraram a bioacessibilidade da vitamina C em estudo de digestão *in vitro* comparado ao suco controle (não processado).

As maiores diferenças entre os processos foram verificadas o longo do armazenamento por 42 dias à 4 °C. Uma redução significativa nas concentrações de compostos fenólicos totais, vitamina C e capacidade antioxidante foram verificadas nos sucos APH. Além disso, verificou-se o efeito da pressão na retenção desses componentes, sendo as melhores respostas alcançadas para os tratamentos com maior pressão (500 MPa/ 5 e 10 min). Sucos processados a 300 MPa e 400 MPa por 5 e 10 min sofreram as maiores variações na cor instrumental, com

escurecimento ao final do armazenamento, apresentando, além disso, degradação total da vitamina C aos 14 e 28 dias, respectivamente. Menor pH e capacidade antioxidante também foram verificadas para estes tratamentos no decorrer do armazenamento. De maneira oposta, a pasteurização possibilitou a manutenção das características funcionais do suco até o fim do armazenamento, não apresentando redução no conteúdo de compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante. Por outro lado, foram percebidas maiores alterações nas características sensoriais nos sucos pasteurizados, descritos por *Cor amarela, Aroma e Sabor de cozido, Aroma e Sabor e estranho, Aroma e Sabor passado*, além de percebidos com menor intensidade para *Fresco* que os sucos Controle e APH.

A forte tendência da produção de sucos a partir de diferentes frutas e ou vegetais, aliado ao uso de tecnologias não-térmicas para garantir a segurança e, atender aos consumidores que priorizam o consumo de produtos com apelo saudável e natural, torna bastante importante a avaliação da efetiva preservação da qualidade nutricional e sensorial dos produtos decorrentes da aplicação de processos de preservação, mesmo dos processos não térmicos assumidos muitas vezes como benéficos indistintamente. Diante dos resultados do presente estudo, os quais mostraram as alterações nas características funcionais de sucos processados por APH ao longo do armazenamento, fica evidente a necessidade de se investigar a contribuição de cada matriz alimentar e os efeitos específicos dos processos sobre as reduções dos compostos bioativos, bem como entender o mecanismo de degradação dos mesmos nas polpas individuais e combinadas, de modo a investigar se existe alguma interação entre os componentes que influenciem ou potencializem essa degradação. Até o momento poucos estudos avaliaram o efeito da APH em sucos mistos, e nenhum avaliou a interação dos componentes do suco nas características funcionais do produto. Juntamente a isso, estudos devem ser realizados para avaliar o efeito do nível de pressão e tempo sobre a atividade enzimática do suco misto tropical de caju, acerola e melão, bem como em cada polpa individualmente, para avaliação da relevância desses agentes específicos na preservação ou alteração da qualidade do produto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AABY, K. *et al.* Effect of high pressure and thermal processing on shelf life and quality of strawberry purée and juice. **Food Chemistry**, v. 260, p. 115-123, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618305338> >.
- ALVES FILHO, E. G. *et al.* Evaluation of thermal and non-thermal processing effect on non-prebiotic and prebiotic acerola juices using ¹H qNMR and GC-MS coupled to chemometrics. **Food Chemistry**, v. 265, p. 23-31, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461830829X> >.
- ARES; JAEGER. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome. In: DELARUE; LAWLOR, *et al.* (Ed.). **Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods**. Sawston, Cambridge: Elsevier Ltd., v.1, 2015. cap. 11, p.584.
- ARES, G. *et al.* Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: Rate-all-that-apply (RATA). **Food Quality and Preference**, v. 36, p. 87-95, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329314000536> >.
- ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply questions: Influence of attribute order on sensory product characterization. **Food Quality and Preference**, v. 28, n. 1, p. 141-153, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329312001838> >.
- ARES, G.; VARELA, P. Consumer-based methodologies for sensory characterization. In: ARES, G. e VARELA, P. (Ed.). **Methods in Consumer Research, Volume 1**: Woodhead Publishing, 2018. p.187-209.
- ASCHOFF, J. K. *et al.* *In vitro* bioaccessibility of carotenoids, flavonoids, and vitamin c from differently processed oranges and orange juices (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). **Journal of**

- Agricultural and Food Chemistry**, v. 63, n. 2, p. 578-587, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf505297t> >.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**. Gaithersburg, v.17, 2010.
- BELWAL, T. *et al.* Phytopharmacology of Acerola (*Malpighia spp.*) and its potential as functional food. **Trends in Food Science & Technology**, v. 74, p. 99-106, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224417306805> >.
- BIANCANIELLO, M. *et al.* Feasibility of a novel industrial-scale treatment of green cold-pressed juices by UV-C Light Exposure. **Beverages**, v. 4, n. 2, p. 29, 2018. Disponível em: < <http://www.mdpi.com/2306-5710/4/2/29> >.
- BIOMÉRIUXSA. **Mini VIDA. Manual de utilização**. 2008.
- BRASIL. **Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. . ANVISA. Diário Oficial da União, Brasília 2001.
- _____. **Instrução Normativa Nº 12, de 4 de setembro de 2003**. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical. _Ministro da Agricultura, Brasília 2003.
- _____. **RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019**. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária [ANVISA], Brasília: 36 p. 2019.
- BUERMAN, E. C.; WOROBO, R. W.; PADILLA-ZAKOUR, O. I. High pressure processing of spoilage fungi as affected by water activity in a diluted apple juice concentrate. **Food Control**, v. 107, p. 106779, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713519303688> >.
- BULL, M. K. *et al.* The effect of high pressure processing on the microbial, physical and chemical properties of Valencia and Navel orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 5, n. 2, p. 135-149, 2004. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856404000050> >.
- CAMIRO-CABRERA, M. *et al.* High hydrostatic pressure and temperature applied to preserve the antioxidant compounds of mango pulp (*Mangifera indica L.*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 10, n. 4, p. 639-649, 2017. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-016-1844-5> >.
- CAO, X. *et al.* Changes of quality of high hydrostatic pressure processed cloudy and clear strawberry juices during storage. **Innovative food science & emerging technologies**, v. 16, p. 181-190, 2012. Disponível em: < <http://europepmc.org/abstract/AGR/IND500603351>>.
- CAO, X. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure on enzymes, phenolic compounds, anthocyanins, polymeric color and color of strawberry pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 91, n. 5, p. 877-885, 2011. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.4260> >.
- CHEN, D. *et al.* Comparative study of quality of cloudy pomegranate juice treated by high hydrostatic pressure and high temperature short time. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 19, p. 85-94, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146685641300043X> >.
- CHIKH-ROUHOU, H. *et al.* Fruit quality assessment and characterization of melon genotypes. **International Journal of Vegetable Science**, p. 1-17, 2019. Disponível em: < <https://doi.org/10.1080/19315260.2019.1692268> >.
- CHIM, J. F.; ZAMBIAZI, R. C.; RODRIGUES, R. D. S. Estabilidade da vitamina c em néctar de acerola sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 321-327, 2013.
- CHOI, L. H.; NIELSEN, S. S. The effects of thermal and nonthermal processing methods on apple cider quality and consumer acceptability. **Journal of Food Quality**, v. 28, n. 1, p. 13-29, 2005. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4557.2005.00002.x> >.
- CILLA, A. *et al.* Bioaccessibility of tocopherols, carotenoids, and ascorbic acid from milk- and soy-based fruit beverages: influence of food matrix and processing. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, n. 29, p. 7282-7290, 2012. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf301165r> >.

- CILLA, A. *et al.* Effect of processing on the bioaccessibility of bioactive compounds – A review focusing on carotenoids, minerals, ascorbic acid, tocopherols and polyphenols. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 68, p. 3-15, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157517300261> >.
- CORTÉS, C.; ESTEVE, M. J.; FRÍGOLA, A. Color of orange juice treated by High Intensity Pulsed Electric Fields during refrigerated storage and comparison with pasteurized juice. **Food Control**, v. 19, n. 2, p. 151-158, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713507000503> >.
- CSERHALMI, Z. *et al.* Study of pulsed electric field treated citrus juices. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 7, n. 1, p. 49-54, 2006. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856405001086> >.
- CURI, P. N. *et al.* Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 37, p. 308-314, 2017.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900.
- DANYLUK, M. D. *et al.* **Outbreaks of foodborne disease associated with fruit and vegetable juices, 1922–2010**. SCIENCES, University of Florida 2012.
- DAS, I.; ARORA, A. Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. **Journal of Food Engineering**, v. 194, p. 87-98, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877416303223> >.
- DE ABREU, F. P. *et al.* Cashew apple (*Anacardium occidentale L.*) extract from by-product of juice processing: A focus on carotenoids. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 25-31, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612015403> >.
- DE BRITO, E. S. *et al.* Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1112-1118, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814607001896> >.
- DE JESUS, A. L. T. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure on the microbial inactivation and extraction of bioactive compounds from açai (*Euterpe oleracea Martius*) pulp. **Food Research International**, v. 130, p. 108856, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919307422> >.
- DE LIMA, A. C. S. *et al.* In vitro bioaccessibility of copper, iron, zinc and antioxidant compounds of whole cashew apple juice and cashew apple fibre (*Anacardium occidentale L.*) following simulated gastro-intestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 161, p. 142-147, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614005263> >.
- FERRARI, G.; MARESCA, P.; CICCARONE, R. The application of high hydrostatic pressure for the stabilization of functional foods: Pomegranate juice. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 245-253, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877410001871> >.
- FRANCO, B. D. G. D. M.; LANDGRAF, M. Alterações químicas causadas por microrganismos. In: ATHENEU (Ed.). **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo, v.1, 1996. p.186.
- GARCÍA-VIGUERA, C.; BRIDLE, P. Influence of structure on colour stability of anthocyanins and flavylum salts with ascorbic acid. **Food Chemistry**, v. 64, n. 1, p. 21-26, 1999. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814698001071> >.
- GIORI, F. P. **Adaptação de metodologia de digestão in vitro e determinação da Bioacessibilidade in vitro GHù- caroteno em três variedades de batata-doce de polpa alaranjada**. 2010. 67 (Mestrado). Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2010.
- GÓMEZ-MAQUEO, A.; WELTI-CHANES, J.; CANO, M. P. Release mechanisms of bioactive compounds in fruits submitted to high hydrostatic pressure: A dynamic microstructural analysis based on prickly pear cells. **Food Research International**, v. 130, p. 108909, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919307951> >.

- GUPTA, R. *et al.* Combined pressure–temperature effects on carotenoid retention and bioaccessibility in tomato juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 14, p. 7808-7817, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf200575t> >.
- IKAWA, M. *et al.* Utilization of folin–ciocalteu phenol reagent for the detection of certain nitrogen compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 7, p. 1811-1815, 2003. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf021099r> >.
- HIWILEPO-VAN HAL, P. *et al.* Kinetics of thermal degradation of vitamin C in marula fruit (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) as compared to other selected tropical fruits. **LWT - Food Science and Technology**, v. 49, n. 2, p. 188-191, 2012. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643812000540> >.
- HOUGH, G. **Sensory shelf life estimation of food products**. Boca Raton: TF: CRC Press, 2010. 264p.
- HUANG, H.-W.; HSU, C.-P.; WANG, C.-Y. Healthy expectations of high hydrostatic pressure treatment in food processing industry. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 28, n. 1, p. 1-13, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1021949819300973> >.
- HUANG, W. *et al.* Comparative study of enzymes, phenolics, carotenoids and color of apricot nectars treated by high hydrostatic pressure and high temperature short time. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 18, p. 74-82, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413000027> >.
- HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf030723c> >.
- JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A. *et al.* Nonthermal processing technologies as elicitors to induce the biosynthesis and accumulation of nutraceuticals in plant foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 60, n. Supplement C, p. 80-87, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416301194> >.
- JAEGER, S. R. *et al.* Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, v. 30, n. 1, p. 56-67, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329313000578> >.
- JIMENEZ, C. *et al.* Alternatives to conventional thermal treatments in fruit-juice processing. Part 2: Effect on Composition, Phytochemical Content, and Physicochemical, Rheological, and Organoleptic Properties of Fruit Juices. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, 2015.
- KARADIREK, Ş. *et al.* Determination of total antioxidant capacity of humic acids using CUPRAC, Folin–Ciocalteu, noble metal nanoparticle- and solid–liquid extraction-based methods. **Talanta**, v. 153, p. 120-129, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003991401630131X> >.
- KORNACKI, J.; L. JOHNSON, J. **Enterobacteriaceae, coliforms, and escherichia coli as quality and safety indicators**. 2001.
- KOUTCHMA, T. *et al.* Effects of ultraviolet light and high-pressure processing on quality and health-related constituents of fresh juice products. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 5, p. 844-867, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12214> >.
- LABOISSIÈRE, L. H. E. S. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on sensory characteristics of yellow passion fruit juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 8, n. 4, p. 469-477, 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407000549> >.
- LAVINAS, F. C. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) juice preservation. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 6, p. M273-M277, 2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00791.x> >.
- LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food: Principles and practices 2**. New York: Springer-Verlag New York, 2010.

- LEE, H. S.; COATES, G. A. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. **LWT - Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 153-156, 2003. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643802000877> >.
- LIMA, M. A. **Suco misto tropical homogeneizado à alta pressão: efeitos nos compostos bioativos, estabilidade física e características reológicas**. 2020. 71 (Mestrado). Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.2020.
- LIU, F. *et al.* Effects of high hydrostatic pressure and high temperature short time on antioxidant activity, antioxidant compounds and color of mango nectars. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 21, p. 35-43, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856413001537> >.
- MAIA, G. A. *et al.* Development of mixed beverages based on tropical fruits. In: GRUMEZESCU, A. M. e HOLBAN, A. M. (Ed.). **Non-Alcoholic Beverages**: Woodhead Publishing, 2019. p.129-162.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. **Food Research International**, v. 125, p. 108555, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919304338> >.
- MARTINS, I. B. A. *et al.* How do processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice? **International Journal of Food Science & Technology**, v. n/a, n. n/a, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14519> >.
- MENG, L. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on the bioactive compounds, antioxidant activity and in vitro digestibility of cooked black rice during refrigerated storage. **Journal of Cereal Science**, v. 86, p. 54-59, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521018307239> >.
- MEYERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-All-That-Apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**, v. 49, p. 1-10, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329315300045> >.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: Estudos com o consumidor**. Viçosa: UFV, 2013. 332.
- MOREIRA, R. M. *et al.* Development of a juçara and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **LWT - Food Science and Technology**, v. 77, n. Supplement C, p. 259-268, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643816307216> >.
- MOURA, C. F. H. *et al.* Acerola (*Malpighia emarginata*). In: RODRIGUES, S.; DE OLIVEIRA SILVA, E., *et al.* (Ed.). **Exotic Fruits**: Academic Press, 2018. p.7-14.
- MÚJICA-PAZ, H. *et al.* High-pressure processing technologies for the pasteurization and sterilization of foods. **Food and Bioprocess Technology**, v. 4, n. 6, p. 969, 2011. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0543-5> >.
- MUKHOPADHYAY, S. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure processing on the background microbial loads and quality of cantaloupe puree. **Food Research International**, v. 91, p. 55-62, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916305877> >.
- OEY, I. *et al.* Effect of high-pressure processing on colour, texture and flavour of fruit- and vegetable-based food products: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 6, p. 320-328, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224408001118> >.
- OLIVEIRA, L. S. *et al.* The influence of processing and long-term storage on the antioxidant metabolism of acerola (*Malpighia emarginata*) purée. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, p. 151-160, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202011000200007&nrm=iso >.
- OOMEN, A. G. *et al.* Development of an in vitro digestion model for estimating the bioaccessibility of soil contaminants. **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, v. 44, p. 281-287, 2003. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00244-002-1278-0#citeas> >.
- OPPERMANN, A. K. L. *et al.* Comparison of Rate-All-That-Apply (RATA) and Descriptive sensory Analysis (DA) of model double emulsions with subtle perceptual differences. **Food Quality and Preference**, v. 56, p. 55-68, 2017. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316301987> >.

- PATRAS, A. *et al.* Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 3, p. 308-313, 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856408001288> >.
- PLAZA, L. *et al.* Effect of refrigerated storage on vitamin C and antioxidant activity of orange juice processed by high-pressure or pulsed electric fields with regard to low pasteurization. **European Food Research and Technology**, v. 223, n. 4, p. 487-493, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s00217-005-0228-2> >.
- POLYDERA, A. C.; STOFOROS, N. G.; TAOUKIS, P. S. Comparative shelf life study and vitamin C loss kinetics in pasteurised and high pressure processed reconstituted orange juice. **Journal of Food Engineering**, v. 60, n. 1, p. 21-29, 2003. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877403000062> >.
- PUTNIK, P. *et al.* Comparing the effects of thermal and non-thermal technologies on pomegranate juice quality: A review. **Food Chemistry**, v. 279, p. 150-161, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814618320788> >.
- QUEIROZ, C. *et al.* Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1459-1462, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911001785> >.
- QUEIROZ, C. *et al.* Effect of high hydrostatic pressure on phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity in cashew apple juice. **High Pressure Research**, v. 30, n. 4, p. 507-513, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/08957959.2010.530598> >.
- RAWSON, A. *et al.* Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products: Review of recent advances. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1875-1887, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996911001554> >.
- RE, R. *et al.* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, 1999. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0891584998003153> >.
- RIOS-CORRIPIO, G. *et al.* Influence of high hydrostatic pressure processing on physicochemical characteristics of a fermented pomegranate (*Punica granatum* L.) beverage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 59, p. 102249, 2020. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856419302498> >.
- RODRÍGUEZ-ROQUE, M. J. *et al.* Impact of food matrix and processing on the in vitro bioaccessibility of vitamin C, phenolic compounds, and hydrophilic antioxidant activity from fruit juice-based beverages. **Journal of Functional Foods**, v. 14, n. Supplement C, p. 33-43, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464615000249> >.
- RODRIGUEZ-ROQUE, M. J. *et al.* Food matrix and processing influence on carotenoid bioaccessibility and lipophilic antioxidant activity of fruit juice-based beverages. **Food & Function**, v. 7, n. 1, p. 380-389, 2016. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1039/C5FO01060H> >.
- ROMANO, K. R.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R. How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. **Food Research International**, v. 74, n. Supplement C, p. 123-130, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996915001969> >.
- ROSA, J. S. D. *et al.* Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 27, p. 837-846, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000400025&nrm=iso >.
- RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610001172> >.

- RYU, D.; WOLF-HALL, C. 21. Yeasts and Molds. In: (Ed.). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**: American Public Health Association, 2013. cap. Chapter 21,
- SALAZAR, F. A. *et al.* HHP influence on food quality and bioactive compounds: a review of the last decade. In: (Ed.). **Reference Module in Food Science**: Elsevier, 2020.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152-178, 1999. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0076687999990171> >.
- SOBHANA, A. *et al.* Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium. 2015, p.369-375.
- SOUZA, K. O. D. *et al.* Antioxidant compounds and total antioxidant activity in fruits of acerola from cv. Flor Branca, Florida Sweet and BRS 366. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 294-304, 2014. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000200004&nrm=iso >.
- SOUZA, L. F. D. S. *et al.* Avaliação físico-química e estabilidade do ácido ascórbico em sucos de frutas comercializados no município de Frutal, Minas Gerais. **2017**, v. 12, n. 4, p. 7, 2017. Disponível em: < <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4184/4755> >.
- SROY, S. *et al.* Impact of ozone processing on microbiological, physicochemical, and bioactive characteristics of refrigerated stored Cantaloupe melon juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 12, p. e14276, 2019. Disponível em: < <https://online.library.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.14276> >.
- STEFFEN, A. Exploring the benefits of employing market insights and consumer trends in food product innovation: a case study from Germany. In: CAVICCHI, A. e SANTINI, C. (Ed.). **Case Studies in the Traditional Food Sector**: Woodhead Publishing, 2018. p.209-237.
- TADAPANENI, R. K. *et al.* High-pressure processing of berry and other fruit products: implications for bioactive compounds and food safety. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, n. 18, p. 3877-3885, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1021/jf404400q> >.
- TALASILA, U.; SHAIK, K. B. Quality, spoilage and preservation of cashew apple juice: A review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 1, p. 54-62, 2015. Disponível em: < <https://doi.org/10.1007/s13197-013-0931-0> >.
- TORRES, B. *et al.* Stability of anthocyanins and ascorbic acid of high pressure processed blood orange juice during storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 12, n. 2, p. 93-97, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856411000087> >.
- VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. Compendium of Methods for the microbiological examination of food. 3. ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1992. 1219 p.
- VEGA-GÁLVEZ, A. *et al.* High hydrostatic pressure effect on chemical composition, color, phenolic acids and antioxidant capacity of Cape gooseberry pulp (*Physalis peruviana* L.). **LWT - Food Science and Technology**, v. 58, n. 2, p. 519-526, 2014. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643814002035> >.
- VEGARA, S. *et al.* Effect of pasteurization process and storage on color and shelf-life of pomegranate juices. **LWT - Food Science and Technology**, v. 54, n. 2, p. 592-596, 2013. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643813002430> >.
- VIDAL, L. *et al.* Comparison of rate-all-that-apply (RATA) and check-all-that-apply (CATA) questions across seven consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 67, p. 49-58, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329316302695> >.
- WIBOWO, S. *et al.* Comparing the impact of high pressure, pulsed electric field and thermal pasteurization on quality attributes of cloudy apple juice using targeted and untargeted analyses. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 54, p. 64-77, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856418315170> >.
- WOLBANG, C. M.; FITOS, J. L.; TREEBY, M. T. The effect of high pressure processing on nutritional value and quality attributes of Cucumis melo L. **Innovative Food Science & Emerging**

- Technologies**, v. 9, n. 2, p. 196-200, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856407001269> >.
- WURLITZER, N. *et al.* Tropical fruit juice: effect of thermal treatment and storage time on sensory and functional properties. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, 2019.
- XU, X. *et al.* Comparative study of high hydrostatic pressure and high temperature short time processing on quality of clear and cloudy Se-enriched kiwifruit juices. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 49, p. 1-12, 2018. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1466856417305593> >.
- ZABETAKIS, I.; LECLERC, D.; KAJDA, P. The effect of high hydrostatic pressure on the strawberry anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, n. 7, p. 2749-2754, 2000. Disponível em: < <https://doi.org/10.1021/jf9911085> >.
- ZHANG, W. *et al.* Characterization of the major aroma-active compounds in Keitt mango juice: Comparison among fresh, pasteurization and high hydrostatic pressure processing juices. **Food Chemistry**, v. 289, p. 215-222, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814619305412> >.

CAPÍTULO V

Como a tecnologia de processamento e a formulação influenciam a escolha de suco de frutas pelos consumidores?³

³Artigo publicado no periódico **International Journal of Food Science & Technology**, 2020. (Apêndice III).

RESUMO

O estudo teve como objetivo investigar a influência de quatro variáveis relacionadas à tecnologia de processamento e à formulação na escolha do suco de frutas pelo consumidor e explorar o efeito moderador da neofobia à tecnologia de alimentos (FTN). A análise conjunta de fatores por meio da tarefa de escolha foi implementada considerando quatro variáveis: tecnologia de processamento, adição de açúcar, conservantes e prensagem a frio. Dezesesseis pares de rótulos foram apresentados a 369 consumidores brasileiros que foram solicitados a indicar qual dos produtos comprariam em cada par. Em seguida, responderam às escalas FTN e a um questionário sócio demográfico. Os dados foram analisados usando um modelo logit com parâmetros aleatórios. Os resultados mostraram que prensagem a frio, pressurização e as alegações "sem adição de açúcar" e "sem conservantes" tiveram efeito positivo nas escolhas dos consumidores, enquanto a alegação "não pressurizada" teve efeito negativo. A FTN moderou o efeito das variáveis nas escolhas de sucos de frutas dos participantes. A principal diferença entre grupos de consumidores com diferentes níveis de neofobia (baixa, média e alta) foi relacionada ao efeito das informações sobre o processamento do suco.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES GERAIS

Os estudos realizados nesta tese permitiram desenvolver um suco misto tropical pressurizado com baixo teor de açúcar utilizando os aspectos sensoriais, nutricionais e tecnológicos como norteadores do desenvolvimento. O estudo apresentou diferentes etapas do desenvolvimento do produto, desde a avaliação da expectativa e da percepção do consumidor em relação a diferentes conceitos, produtos e tecnologias, testes sensoriais e nutricionais de formulações, caracterização do produto, avaliação dos efeitos do processamento na qualidade do produto, até a simulação do momento da compra, os quais forneceram importantes informações para a tomada de decisões em prol da criação de um produto com apelo saudável e que atendessem aos anseios e expectativas dos consumidores. Além disso, também fornecem *insights* que podem ser utilizados por empresas que já atuam ou desejam entrar nessa categoria de produtos.

Os resultados do estudo I sugerem que é arriscado apresentar informações sobre o uso da tecnologia APH sem ensinar o consumidor sobre ela e suas vantagens, uma vez que foi associada a produtos processados e não saudáveis. De forma oposta, os consumidores perceberam a informação “Não pressurizado” como positiva, pois a associaram a um produto natural e não processado. Estratégias de marketing podem criar vieses e influenciar as escolhas dos consumidores, o que pode, conseqüentemente, afetar o sucesso de tecnologias ainda não estabelecidas no mercado. Portanto, a indústria e os cientistas de alimentos devem fornecer evidências que convençam os consumidores de que o uso da APH é seguro para o processamento de alimentos. Além disso, especificamente para os consumidores brasileiros, parece importante que eles entendam que a nova tecnologia não afeta o conteúdo nutricional do produto. Como relatado na literatura, informações no rótulo do produto sobre o benefício da APH pode promover efeitos positivos em relação às expectativas e escolhas dos consumidores; no entanto, nem todos os consumidores confiam em tais informações, uma vez que traços de personalidade e características psicológicas específicas, como a neofobia à tecnologia de alimentos (FTN) moderam o impacto dessas informações na escolha dos consumidores.

Os estudos I e V identificaram que a maioria dos consumidores brasileiros apresentam nível médio de FTN (neutros), o que significa que possuem aversão a algumas tecnologias e a outras não. Especificamente no estudo V, os resultados mostraram que as alegações "Sem adição de açúcar", "Sem conservantes" e "Suco prensado a frio" tiveram impacto positivo na escolha dos consumidores. As variáveis que denotam o suco misto tropical como mais saudável e mais natural tiveram papel importante no direcionamento da preferência e escolha do consumidor, enquanto a informação sobre a tecnologia de processamento dependeu da FTN. Para os consumidores brasileiros neofóbicos, qualquer menção à tecnologia ou a um produto não natural foi percebido como negativo, demonstrando certa aversão aos alimentos processados.

Embora no estudo V a alegação “Sem adição de açúcar” tenha sido o fator mais importante na escolha do suco misto tropical pelos consumidores; o estudo III onde os participantes provaram os sucos, revelou que as formulações sem adição de açúcar foram significativamente menos aceitas que aquelas adicionadas de açúcar. Tal resultado comprova a importância das características sensoriais na avaliação do produto. Estudos avaliando amostras sem açúcar juntamente com a informação “Sem adição de açúcar” devem ser realizados, uma vez que podem fornecer resultados mais completos quanto à aceitação do produto. Apesar das formulações mais aceitas terem sido as adicionadas de 3% de açúcar, considerando a alta acidez e adstringência das frutas utilizadas, as formulações continham teor de açúcar inferior às bebidas disponíveis no mercado, sendo considerado com menor concentração de açúcar adicionado. A inclusão de produtos no mercado com teor de açúcar mais baixo pode ser um passo importante em direção à adaptação do paladar da população aos produtos menos doce contribuindo para diminuição das doenças crônicas não transmissíveis e, portanto, para a melhoria da saúde.

A formulação menos aceita (estudo III) continha a maior concentração de melão, sendo caracterizadas como *Sabor de melão* e *Aguado*. Apesar de no estudo II as menores médias na expectativa da aceitação tenham sido dos sucos mistos tropicais com o melão dentre os ingredientes, na etapa de avaliações às cegas, a formulação mais aceita foi a composta de caju, melão e acerola. Estudos para avaliar a percepção dos consumidores em relação ao suco de melão podem ajudar a entender os motivos da baixa expectativa e menor aceitação para formulações com alta concentração de melão.

Curiosamente, adição de aroma de melão como estratégia para aumentar a percepção de doçura do consumidor provocou maiores mudanças nas características sensoriais do suco misto tropical, em comparação aos aromas de maçã e abacaxi. A adição de aroma de melão, não só aumentou a percepção do *Sabor de melão*, como mascarou os sabores de caju e acerola. Além disso, aumentou a intensidade de *Sabor estranho*. A adição de aromas não influenciou a intensidade do *Gosto doce*. Entretanto, é importante destacar que a estratégia de aumentar a percepção de doçura em produtos reduzidos de açúcar por meio da integração multissensorial (aroma-gosto) é recente. Estudos realizados até o momento foram principalmente em base láctea, menos complexas do que em um suco misto com frutas com sabor e odor intensos, tais como caju, acerola e melão. Portanto, novos estudos devem ser realizados em sucos de frutas menos complexos, com fruta única, a fim de minimizar as interferências na interação sabor-aroma. Recomenda-se também investigar diferentes concentrações de aromas de maçã no suco.

Embora a avaliação sensorial tenha gerado resultados importantes, a caracterização física e química dos sucos misto adicionados de açúcar permitiu identificar a formulação composta por 60% de polpa (60% de caju, 30% de acerola e 10% de melão), 37% de água e 3% de açúcar com potencial para ser melhor estudada.

Os resultados do estudo IV mostraram que a pasteurização possibilitou a manutenção das características funcionais do suco ao longo do armazenamento. No entanto, maiores alterações nas características sensoriais foram percebidas em sucos pasteurizados. Redução significativa nas concentrações de compostos bioativos e na capacidade antioxidante foram observadas para os sucos pressurizados a 300 MPa e 400MPa/ 5 e 10 min, além das maiores variações na cor, com escurecimento e degradação total da vitamina C ao longo do armazenamento. As melhores performances de sucos APH foram observadas para os sucos processados a 500 MPa/ 5 e 10 min tanto em relação às características físicas-químicas quanto microbiológicas. Considerando que a escolha de um processo deve levar em consideração em primeiro lugar a segurança do produto, foi bastante positivo ter identificado que as pressões elevadas também favoreceram a manutenção da qualidade funcional da matriz estudada.

Considerando que cada fruta apresenta composição única, com diferentes compostos nutricionais e bioativos, bem como, diferentes enzimas oxidativas e em diferentes concentrações, os resultados sugerem a importância de avaliar a contribuição de cada matriz usada na formulação do suco em relação às reduções acentuadas dos compostos bioativos, ou seja, avaliar o comportamento de cada polpa individualmente submetida às pressões estudadas na presente pesquisa, a fim de investigar se existe interação entre os componentes da matriz que influenciam ou potencializam a degradação dos referidos compostos bioativos. Até o momento poucos estudos avaliaram o efeito da APH em sucos mistos, e nenhum avaliou a interação dos componentes do suco sob as características funcionais do produto. Juntamente a isso, estudos devem ser realizados para avaliar o efeito do nível de pressão e tempo sobre a atividade enzimática do suco misto tropical de caju, acerola e melão, bem como de cada polpa individualmente. Tais recomendações são endossadas pela forte tendência da produção de sucos mistos, além do potencial de APH para garantir a segurança e atender aos consumidores que priorizam o consumo de produtos com apelo saudável e naturais.

APÊNDICE I

Brazilian consumer's perception of food processing technologies : A case study with fruit juice

Inayara Beatriz Araujo Martins ¹, Denize Oliveira ², Amauri Rosenthal ³, Gastón Ares ⁴,
Rosires Deliza ³

¹Food Technology Department - Technology Institute - Federal Rural University of Rio de Janeiro, Rodovia BR 456, km 7- Seropédica – RJ, Brazil.

²PDJ-CNPq/Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brazil

³Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brazil

⁴Sensometrics & Consumer Science, Instituto Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química, Universidad de la República. By Pass de Rutas 8 y 101 s/n. Pando, Uruguay

*Corresponding author: inayarabeatriz@yahoo.com.br

Received 22 January 2019; Received in revised form 11 June 2019; Accepted 11 July 2019; Available online 12 July 2019.

Reference

MARTINS, I. B. A. et al. Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. **Food Research International**, v. 125, p. 108555, 2019. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996919304338> >.

ABSTRACT

New processing technologies are gaining popularity worldwide due to several advantages related to food safety, shelf life extension, nutritional and sensory quality. However, consumers can be cautious of food products produced using these technologies. In this context, the objectives of the study were to explore consumers' spontaneous associations with fruit juices processed using different technologies, and to study the influence of food technology neophobia on those associations. A study with 423 Brazilian consumers was conducted to evaluate their perception of five types of juices (*fresh juice, cold pressed juice, pasteurized juice, pressurized juice and non-pressurized juice*) using word association. Participants also answered the Food Technology Neophobia Scale (FTNS) and a series of socio-demographic questions. Results showed that consumers' attitudes towards processing technologies were mainly defined by top-down processes. *Fresh, cold pressed and non-pressurized* juice were mainly associated with healthy and natural products, whereas concepts including references to processing technologies were associated with processed products and unhealthiness. Food technology neophobia moderated consumers' perceptions of juice processing technologies. Interestingly, consumers with high technology neophobia perceived juices processed by both conventional and innovative technologies more negatively than those with low or medium levels of neophobia.

Keywords: *Consumer studies; Qualitative techniques; Food technology; High hydrostatic pressure; cold pressed*

1. INTRODUCTION

Innovation plays an important role as a tool to improve the competitiveness of the food industry (Coppola & Verneau, 2018). In recent years, one of the strategies that has been adopted by the food industry to develop new products is the implementation of new food technologies, which provide a series of benefits in terms of food safety, shelf life extension, and increased nutritional and sensory quality (Coppola & Verneau, 2018; Rollin, Kennedy, & Wills, 2011; Vidigal et al., 2015)

The fruit juice industry is one of the food sectors that has invested the most in the implementation of new technologies, such as non-thermal technologies. High hydrostatic pressure (HPP) is a technology that applies pressures up to 1000 MPa for a certain period time, which has several advantages over traditional thermal methods (e.g. juice pasteurization). HPP preserves the sensory characteristics and nutritional components like vitamins, in addition to ensuring the microbiological safety and extending the shelf life of products (Romano, Rosenthal, & Deliza, 2015).

Although the benefits of new technologies, such as HPP, are extensively recognized by the scientific community, consumers are quite cautious of new products and new technologies, mainly due to the lack of perceived benefits and possible risks (Cardello, Schutz, & Lesher, 2007; Coppola & Verneau, 2018; Frewer et al., 2011). Perceptions and negative attitudes toward food technologies may prevent their adoption and cause product failure (De Steur, Odongo, & Gellynck, 2016). In the absence of any knowledge or experience, attitudes towards new technologies may be formed through associations with other concepts, according to a top-down attitude formation process (Deliza & Ares, 2018). In this way, the mental representation of new technologies can be incorporated into a multidimensional structure, which is composed of a large number of interrelated concepts that can determine these attitudes (Olsen, Grunert, & Sonne, 2010; Scholderer & Frewer, 2003; Søndeargaard, Grunert, & Scholderer, 2005). Attitudes generated from a top-down process are inferred from attitudes about other more abstract and general concepts related to the target object. For example, when the object is a processing technology, more abstract and general attitudes may be related to the environment, attitudes towards technology in general, or fear or distrust regarding industrial processing (Nielsen et al., 2009). In general, consumers only have a vague idea about the technological processes applied to food (Cardello, 2003; Nielsen et al., 2009) and, as a consequence, attitudes towards new technologies are often unfavorable due to the negative associations towards industrial processing (Deliza & Ares, 2018). For this reason, consumers consider processed foods unhealthy and are many times skeptical about their benefits (Deliza & Ares, 2018; Dubé, Fatemi, Lu, & Hertzler, 2016).

In addition, consumers are increasingly looking for fresh and natural foods, less processed, and with no additives (Lavilla & Gayán, 2018; Timmermans et al., 2011). Recent research has shown that consumers are often willing to pay a higher price for premium products with high sensory quality (Zhu et al., 2018). This has motivated the food industry to develop premium quality juices. These juices are obtained directly from fruits (not obtained from concentrates or pulps) and require refrigeration. Although they have a short shelf life and a high price, they have several benefits, such as reduced sugar content or no added sugar, and increased sensory quality, and are advertised with messages such as "made of organic ingredients", "fresh juice", and "all natural" (Esteve, Frígola, Rodrigo, & Rodrigo, 2005; Koutchma, Popović, Ros-Polski, & Popielarz, 2016; Timmermans et al., 2011). To ensure such characteristics, cold pressing has been commonly used. This extraction method utilizes hydraulic presses and crushers of low speed and rotation, which minimize extraction temperature and the contact with oxygen, reducing nutrient oxidation and denaturation of

enzymes (Biancaniello, Popović, Fernandez-Avila, Ros-Polski, & Koutchma, 2018; Koutchma et al., 2016).

The increased interest in fresh fruit juices and the skepticism about new technologies have encouraged the use of messages such as "HPP free", "No HPP", "We don't use of artificial means to extend the life a product," "HPP is an industry trick", and "HPP does not preserve or *lock-in* the nutrients" on product labels and juice company websites (Coobeet, 2014; Juice-Generation, 2018; ZestJuiceCo, 2018; Zula, 2018). Considering that information about the benefits of new technologies has been shown to have a positive influence on consumer perception and choice (Abadio Finco, Deliza, Rosenthal, & Silva, 2010; Deliza, Rosenthal, Abadio, Silva, & Castillo, 2005; Romano et al., 2015), negative messages can also affect consumer perceptions. However, no studies exploring how consumers perceive these messages have been found.

Consumers' personality traits are expected to influence their perception of food processing technologies (Deliza & Ares, 2018). In particular, food neophobia, which is the reluctance or rejection some people have about new foods or unfamiliar foods (Pliner & Hobden, 1992), may affect consumer perception of products produced using new technologies. Cox and Evans (2008) developed the concept of food technology neophobia, which specifically measures an individual's tendency to reject new technologies. The Food Technology Neophobia Scale (FTNS) has been used to identify consumer segments that differ in their acceptance/rejection of the use of technology in food products (Vidigal et al., 2015). This scale has been found to be a valid and reliable measure (De Steur et al., 2016), and has been applied to evaluate consumer reaction towards different technologies (e.g. genetic modification, nanotechnology, high pressure) (De Steur et al., 2016; Evans, Kermarrec, Sable, & Cox, 2010; Vidigal et al., 2015), processed foods (e.g. fat reduced food, enriched drinks and yoghurt, functional foods) (Coppola, Verneau, & Caracciolo, 2014; Verneau, Caracciolo, Coppola, & Lombardi, 2014) and food packaging (e.g. vacuum packaging and nanotechnology) (Chen, Anders, & An, 2013; Matin et al., 2012).

In this context, the objectives of the study were to explore consumers' spontaneous associations with fruit juices processed using different technologies, and to study the influence of food technology neophobia on those associations. The focus was placed on Brazilian consumers, who frequently consume both natural and processed juices (Carmo, Dantas, & Ribeiro, 2014; Mintel, 2018).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Participants

A total of 423 people participated in the study. They were recruited using two approaches: i) a Facebook advertisement targeted at Brazilian users' older than 18 years (n=210), and ii) intercepts in a supermarket in the city of Rio de Janeiro (n=213). The Facebook advertisement appeared on the Facebook News feed of 9478 users during 120 days. The advertisement included a link to the study, which participants had to click to access the questionnaire. In the supermarket, participants answered the questionnaire using tablets provided by the researchers. The two approaches were used to get a more diverse consumer sample. The socio-demographic characteristics of the participants are shown in Table 1.

Respondents completed an informed consent agreement form and were entered into a raffle for a gift card equivalent to US\$ 25. The study was approved by the Brazilian Ethics Committee (CAAE - 0013.0.309.000-08).

Table 1. Socio-demographic characteristics of the participants (n=423).

Characteristic	Percentage of participants (%)			
	Total sample (n=423)	Food Technology Neophobia		
		Low (n=78)	Medium (n=225)	High (n=120)
Gender				
Male	32	47	30	28
Female	68	53	70	73
		χ^2 (p-value)		
		10.1 (0.006)		
Age (years)				
18-25	13	17	14	11
26-35	25	32	31	10
36-45	23	27	24	18
46-55	18	13	18	21
56-65	13	6	9	24
>65	7	5	4	16
		χ^2 (p-value)		
		53.4 (<0.001)		
Education				
Primary school	14	3	9	32
High school	48	49	48	49
University degree	24	32	25	17
Post-graduate studies	14	17	19	3
		χ^2 (p-value)		
		58.2 (<0.001)		
Income (monthly)				
US\$ 237 – US\$ 1183	64	56	63	73
> US\$ 1183 – US\$ 2366	26	33	29	18
> US\$ 2366 – US\$ 4732	7	10	5	8
> US\$ 4732– US\$ 7099	2	0	3	2
		χ^2 (p-value)		
		12.8 (0.046)		

2.2. Experimental Procedure

Participants were asked to complete a word association task with five concepts: *fresh juice*, *pasteurized juice*, *non-pressurized juice*, *pressurized juice* and *cold pressed juice*. The choice of stimuli was based on the juice processing technologies available in the Brazilian market. Fresh juice is a juice directly made from mature and fresh fruit and it is not processed by any conservation method, which leads to a short shelf life. Pasteurized juice is obtained from using high-temperatures from short periods of time, and can be regarded as the standard method to extend juice shelf-life and assure its safety (Rupasinghe & Yu, 2012). Pressurized juices are processed by using high pressures (usually in the range of 400-600 MPa) with low retention time and lower temperatures compared to thermal technologies (Romano et al., 2015; Zabetakis, Leclerc, & Kajda, 2000). The non-pressurized juice was selected to represent a juice not processed by high pressure. The concept of non-pressurized juice was introduced to evaluate the effect of this information on consumer perception, although it has been not extensively used yet in the Brazilian marketplace. The cold pressed juice is a minimally processed product subject to cold-pressing or other extraction methods that minimizes temperature rise and

exposure to oxygen. This juice has a shelf-life of a few days. The stimuli were presented one at a time, following a Williams' Latin square design. Participants were asked to write down the first four words, associations, thoughts or feelings that come to mind when thinking of each concept.

After completing the word association task they were asked to complete the Portuguese version of the Food Technology Neophobia Scale (FTNS) (Cox & Evans, 2008), which has already been validated with Brazilian consumers (Vidigal et al., 2014). This scale consists of 13 statements (Table 2), which were assessed on 7-point Likert scales (1= totally disagree, 7= totally agree). The order of the statements was randomized across participants.

Finally, the participants were asked to answer a few socio-demographic questions. The questionnaire was implemented in Portuguese using Compusense Cloud (Compusense Inc., Canada). Data were collected between March and July 2018.

Table 2. Food Technology Neophobia Scale: Items and loadings from the Exploratory Factor Analysis. Cronbach's alpha coefficient for each factor is also shown.

Item	F 1	F 2
1 New food technologies are something I am uncertain about.	0.22	0.11
2 New foods are not healthier than traditional foods.	0.55	-0.12
3 The benefits of new food technologies are often grossly overstated.	0.50	0.04
4 There are plenty of tasty foods around so we do not need to use new food technologies to produce more.	0.65	-0.20
5 New food technologies decrease the natural quality of food.	0.57	0.03
6 New food technologies are unlikely to have long term negative health effects.	-0.07	0.43
7 New food technologies give people more control over their food choices.	0.06	0.40
8 New products using new food technologies can help people have a balanced diet.	0.25	0.42
9 New food technologies may have long term negative environmental effects.	0.47	0.12
10 It can be risky to switch to new food technologies too quickly.	0.57	0.01
11 Society should not depend heavily on technologies to solve its food problems.	0.56	0.1
12 There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.	0.66	-0.17
13 The media usually provides a balanced and unbiased view of new food technologies.	-0.12	0.45
<i>Cronbach's alpha:</i>		0.78
		0.48

Loadings higher than 0.40 are highlighted in bold.

2.3. Data Analyses

All data analyses were performed using R software (R Core Team, 2017).

2.3.1. Word association task

All valid responses from participants were considered for data analysis (responses corresponding to strings of characters without sense were not considered). Data were analyzed using content analysis, following an inductive approach. A search for recurring terms on the five fruit juice concepts was performed. Terms with similar meaning were grouped into categories using inductive coding by triangulation (Guerrero et al., 2010). Three different researchers with a minimum of two-year experience in consumer research evaluated the data and classified the words into categories. Then, a consensus between them was achieved through open discussion. The categories were translated into English after the triangulation. Categories mentioned by at least 5% of the consumers were considered for further analysis. Frequencies in each category were determined by counting the number of consumers that used those words to describe the fruit juice information. The existence of statistical differences in the frequency of mention of the categories for the five concepts were evaluated using chi-square tests. A chi-square per cell test was used to identify the source of variation of the global chi-square (Symoneaux, Galmarini, & Mehinagic, 2012). Correspondence analysis was used to visualize the relationship between concepts and categories. This analysis was performed on the frequency table to obtain a bi-dimensional representation of the concepts and the categories, which enables visualization of the similarities and differences among concepts, as well as their main characteristics (Greenacre, 2010). Hierarchical cluster analysis was used to group the concepts according to their position in the first and second dimension of the correspondence analysis. Euclidean distances and Ward's aggregation criterion were considered.

2.3.2. Food Technology Neophobia Scale (FTNS)

Data from the FTNS were analyzed using Exploratory Factor Analysis (EFA). EFA a statistical multivariate technique used to reduce the complexity of a large number of variables to a relatively simple structure, consisting of a smaller number of factors (Henson & Roberts, 2006; Iantovics, Rotar, & Morar, 2019). Scores of questions 6, 7, 8 and 13 were reversed prior to analysis. Parallel analysis was used to determine the number of factors. This analysis minimizes over identification of factors based on sampling error and is superior to reliance solely on eigenvalue scores for the identification of the meaningful number of factors in EFA (Wood, Aklobou Gnonhosou, & Bowling, 2015). The maximum likelihood estimation method and varimax were considered. The items with an absolute factor loading of 0.4 or higher were interpreted as having the meaningful part on the whole domain (Paupério et al., 2014; Stevens, 1992). Reliability of the factors was estimated using Cronbach's alpha.

2.3.3. Comparison of groups with different food technology neophobia

Participants were classified into three groups according to the sum of scores of the individual items of the FTNS that correlated with Factor 1 in the Factor Analysis (c.f. Table 2). The sum of scores was obtained for each participant, which resulted in scores ranging from 8 to 56 points. The range of scores was split into three groups, corresponding to low (8-23), medium (24-38) and high (39-56) neophobia (Cox & Evans, 2008) and participants were then assigned to each of the groups according to their sum of scores. Chi-square test was used to evaluate differences between the groups in their gender, age, education and income distribution.

3. RESULTS

3.1. Consumer's Associations with Fruit Juices Processed using Different Technologies

A total of 4467 associations were mentioned when participants were asked to write the first four words, associations, thoughts, or feelings that came to mind when they read each of the five concepts. Responses were grouped into 31 categories. Table 3 shows the frequency of mention of each of the categories for the 5 fruit juice concepts, as well as the examples of individual responses. Significant differences ($p < 0.05$) were found in the frequency of the mention of the categories for the different concepts of fruit juice, which suggests that processing technologies significantly influenced consumers' associations.

The most frequently mentioned categories when participants thought of *fresh juice* were "Natural", "Healthy", "Tasty", "100% fruit", "Fresh", and "No preservatives, additives, and other ingredients". In addition, fresh juice showed the highest frequency of mention of the categories "Nutrients and vitamins" and "No added sugar". Participants tended to mention these categories less frequently when references to processing technologies were included in the concepts (Table 3).

When participants thought of *cold pressed juice*, the most mentioned categories were "Unfamiliarity", "Low temperatures and freezing", "Natural", "Processed food", "Tasty", and "Ice cold". The categories "Unprocessed", "Nutrients and vitamins", "Conservation", "Pressing", and "Pulp" more frequently mentioned when participants thought of this concept than when they thought of the remaining four concepts (Table 3). It is worth highlighting that the most frequently mentioned words within the category "Unprocessed" were *squeeze the fruit*, *squeeze naturally*, and *crushed fruit*.

The main associations for the *pasteurized juice* concept were mainly related to "Processed food", "Additives, preservatives, and other ingredients", "Unfamiliarity", "Bad", "Destruction of microorganisms", and "Other food and beverages". It is interesting to note that the category "Other food and beverages" mainly included words related to milk and other dairy products, which are also pasteurized. The categories "High temperature", "Conservation", "Unhealthy", "Flavor", "Other sensory characteristics", and "Quality" were markedly more frequently mentioned for this concept than for the other four (Table 3). Interestingly, within the "Flavor" category, the main associations for this concept were *change in taste*, *cooked flavor*, and *tasteless*. In addition, for the category "Other sensory characteristics", *color change* and *darkening* were the most frequently mentioned words.

When participants thought about *pressurized juice*, the most relevant categories were "Unfamiliarity", "Processed Food", "Pressurized", "Packaging and Storage", "Additives, preservatives, and other ingredients", and "Bad". Responses related to *vacuum, pressure filling*, *bottle juice*, and *juice box* were frequently mentioned for this concept within the category "Packaging and Storage". In addition, it is interesting to note that the category "Artificial" was markedly more mentioned for the *pressurized* and *pasteurized* juices compared to the other concepts.

Finally, the most relevant associations when participants were asked to think about the concept of *non-pressurized juice* were related to "Unfamiliarity", "Natural", "Healthy", "Unprocessed", "Bad", and "Non-pasteurized and non-pressurized".

Correspondence analysis was used to visualize the relationship between the different juice concepts and their associations. The first two dimensions of correspondence analysis explained 75.4% of the inertia (Figure 1). According to cluster analysis, the first dimension separated the juice concepts into three groups, according to the level of processing. The first group comprised the concepts *pasteurized juice* and *pressurized juice* and it was located in the positive values of the first dimension (Figure 1). The second group, composed of the concepts

Table 3. Categories identified in the content analysis, examples of individual responses and frequency of mention (expressed as percentage of consumers who mentioned the category) for the five fruit juice concepts included in the word association task

Category	Examples	Frequency of mention (%)				
		Fresh Juice	Cold Pressed Juice	Pasteurized Juice	Pressurized Juice	Non-Pressurized Juice
Unfamiliarity	I do not know, I have no opinion, I do not know what it means	3 (-)	32 (+)	14 (-)	31 (+)	31 (+)
Natural	Natural, natural juice, farm	37 (+)	14	3 (-)	4 (-)	21 (+)
Healthy	Healthy, health, good for health	36 (+)	9 (-)	7 (-)	5 (-)	12
Processed food	Processed, industrialized, technology	0 (-)	12	29 (+)	22 (+)	6 (-)
Tasty	Tasty, yummy, good, delicious	32 (+)	12	8 (-)	7 (-)	9
100% fruit	Fruit, pure, whole juice, juice directly from the fruit.	30 (+)	9 (-)	6 (-)	6 (-)	9
Fresh	Fresh, little time since it was produced	30 (+)	4 (-)	1 (-)	1 (-)	5
Additives, preservatives and other ingredients	Preservatives, addition of chemicals, addition of water, sugar	3 (-)	5 (-)	17 (+)	12 (+)	4 (-)
Packaging and storage	Bottled juice, box of juice, vacuum packed, pressure packed	1 (-)	8 (+)	8 (+)	14 (+)	5
Bad	Bad	0 (-)	3 (-)	13 (+)	9 (+)	10 (+)

Table 3. Continuation.

No preservatives, additives and other ingredients	No preservatives, without chemicals, without the addition of other substances	15 (+)	5	2 (-)	4 (-)	8
Conservation	Preserved, no change, maintains properties, maintains fruit freshness.	1 (-)	9 (+)	10 (+)	7	4
Unhealthy	Unhealthy, health risk, loss of vitamins, without nutrients, diseases.	1 (-)	4	10 (+)	7	7
Unprocessed	Unprocessed, non-industrialized, manual, homemade	7	8 (+)	0 (-)	0 (-)	11 (+)
Flavor	cooked flavor, tasteless, flavor	7	4	8 (+)	6	3 (-)
Nutrients and Vitamins	Vitamins, nutrients, nutritive, more fiber	9 (+)	9 (+)	1 (-)	3 (-)	4
Quality	Quality, hygiene, clean	6	5	7 (+)	4	3
Artificial	Artificial, unnatural, synthetic, false.	0 (-)	3 (-)	9 (+)	9 (+)	3 (-)
Other sensory characteristics	Refreshing, sweet, consistent, bright color, dark	8 (+)	4	8 (+)	3	3
Shelf life	Expiration date, deterioration, spoils fast	7	2 (-)	4	4	5
Pressurized	Pressure, pressurized, pressure cooker	0 (-)	3 (-)	0 (-)	17 (+)	3
Low temperatures and freezing	To cool, low temperature, cooling, freezing	0 (-)	16 (+)	4	0 (-)	0 (-)
Other food and beverages	Milk, dairy products, olive oil, oil, soda	2 (-)	3	12 (+)	1 (-)	3 (-)

Table 3. Continuation.

Cold	Ice cold, refrigerated, cold, very cold juice	5	10 (+)	1 (-)	1 (-)	1 (-)
Destruction of microorganisms	Destruction of microorganisms eliminates microorganisms, without bacteria, sterile.	0 (-)	1 (-)	12 (+)	3	0 (-)
Pressing	Extraction, pressed, extraction with frozen fruit, cold pressed	0 (-)	10 (+)	0 (-)	4	1 (-)
High temperature	Heat, heating, to heat, high temperature, temperature rise.	0 (-)	0 (-)	11 (+)	1 (-)	0 (-)
No added sugar	No sugar, No added sugar.	5 (+)	1	1	1	2
Non-pasteurized and non-pressurized	No pressure, out of the pressure cooker, normal pressure, without heating, non-pasteurized.	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	8 (+)
Pulp	Pulp	0 (-)	5 (+)	1	0	1
Others	Price, practicality, expensive, cheap and etc.	3 (-)	5	6	7 (+)	5

non-pressurized juice and *cold pressed juice*, was located at the negative values of the second dimension and were considered foods with minimum processing and/or no processed. Finally, *the fresh juice* was located at the negative values of the first dimension and positive values of the second dimension.

Results of cluster analysis showed that the second dimension mainly separated the concepts into two groups according to familiarity. The first group included the concepts *fresh juice* and *pasteurized Juice*, which were more familiar to the participants, while the second group consisted of *non-pressurized juice*, *cold pressed juice*, and *pressurized juice* (Figure 1).

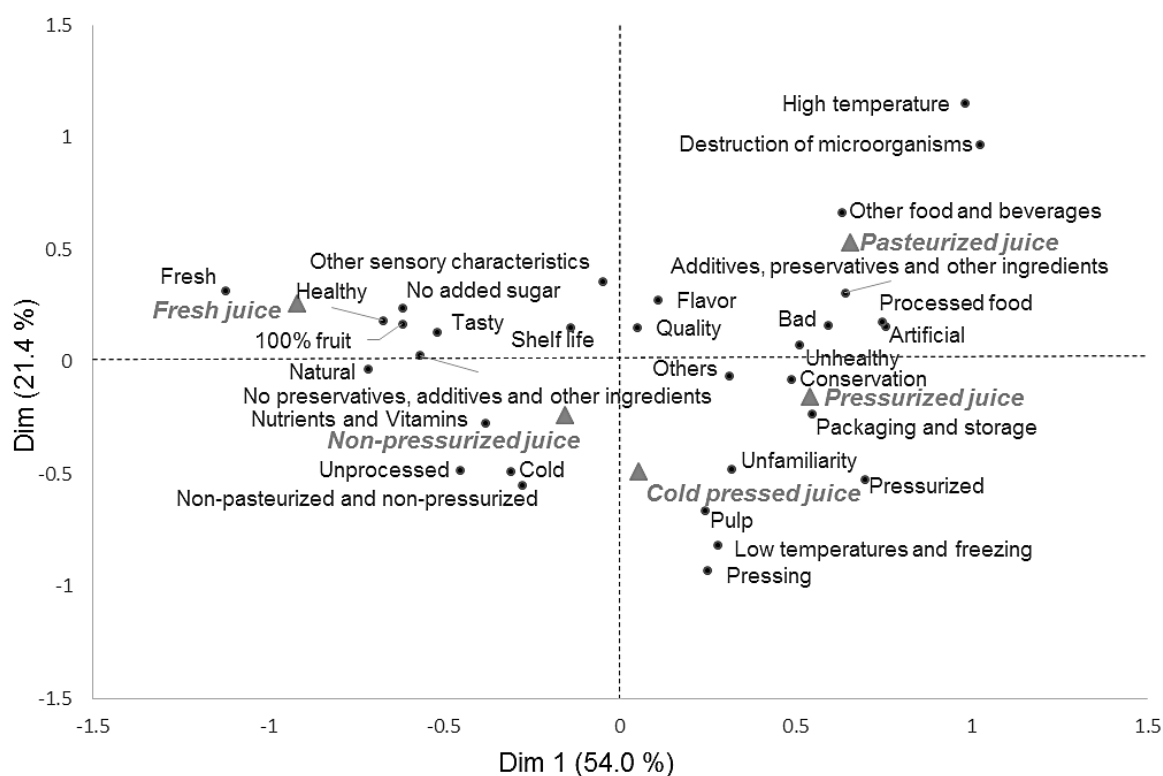


Figure 1. Representation of the concepts and the categories identified in the word association task in the first two dimensions of the correspondence analysis.

3.2. Exploratory Factor Analysis of the Food Technology Neophobia Scale

Parallel analysis indicated that a 2-factor solution was appropriate. As shown in Table 2, factor 1 was composed of eight items (2, 3, 4, 5, 9, 10, 11 and 12), all related to the perceived risks of new food technologies, whereas factor 2 was composed of 4 items (6, 7, 8 and 13) related to the benefits of food technologies. Given the high values of the Cronbach's Alpha test for internal reliability (>0.75) the Factor 1 was selected to divide the groups of food technology neophobia. Factor 2 showed a low Cronbach's alpha coefficient (0.48), which indicates low reliability. For this reason, only factor 1 was selected.

Consumers were divided into three groups (low, medium, and high) according to the level of their neophobia in relation to food technology. Participants were divided into three equally spaced groups: low (scores 8-23, $n=78$); medium (scores 24- 38, $n=225$) and high (scores 39-56, $n=120$). The groups with different levels of neophobia in relation to food technology significantly differed ($p<0.05$) in their gender, age, education level, and income distribution (Table 1). Females, older subjects (>56 years), with low education level, and lower income tended to show higher food technology neophobia.

3.3. Influence of Food Technology Neophobia on Consumers' Associations with Fruit Juices obtained using Different Processing Technologies.

No significant differences were found between the three groups with different degree of food technology neophobia in the frequency of mention of the categories for the concepts *fresh juice* ($p = 0.12$) and *cold pressed juice* ($p = 0.31$). On the contrary, significant differences between the groups were found for the concepts *pasteurized juice* ($p < 0.001$), *pressurized juice* ($p = 0.02$), and *non-pressurized juice* ($p = 0.01$).

For the *pasteurized juice* concept (Table 4), participants with high neophobia mentioned the categories "Bad", "Unhealthy", and "Packaging and storage" significantly more frequently than the other groups. Participants with medium neophobia mainly associated this concept to the category "Processed food". Low neophobia individuals associated showed a higher frequency of mention of technical categories that describe the technology and its effects: "Destruction of microorganism", "High temperature", "Shelf life", and "Low temperatures and freezing".

In the case of the *pressurized juice* (Table 5), the category "Unfamiliarity" was more frequently mentioned by the group with high neophobia compared to the others. Similar to the previous concept, high neophobic consumers also significantly associated the *pressurized juice* concept with the categories "Bad" and "Unhealthy". The categories "Nutrients and vitamins" and "Other sensory characteristics" were more frequently mentioned by participants with medium neophobia compared to the others.

Finally, the concept *non-pressurized juice* was markedly associated with "Bad" and "Processed food" by high neophobia participants. On the other hand, medium and low neophobia participants associated this concept to the categories "Shelf life" and "Low temperatures and freezing", respectively (Table 6).

4. DISCUSSION

Word association provided insights into consumers' perception of fruit juice concepts related to different processing technologies, which could be useful for product development and marketing. Results showed that participants mainly associated the *fresh juice* concept with a product with positive characteristics, being a more natural, fresh, healthy and tasty juice compared to processed juices. Such a relationship can be justified by an increase in consumer awareness of the relationship between food and food and health, as well as a growing interest in natural or minimally processed food without additives (Lavilla & Gayán, 2018; Ragaert, Verbeke, Devlieghere, & Debevere, 2004; Timmermans et al., 2011). Natural is an attribute that is generally considered positive by consumers and is often used as opposite to processed foods (Coppola & Verneau, 2018). Fresh juice was markedly associated with a product without preservatives and added sugar. These attributes may have an important role in driving consumer preference and choice in relation to this category. Other authors have also found that healthy foods are associated with freshness, presence of nutrients, and high nutritional value (low fat and/or low sugar content) (Hoek, Pearson, James, Lawrence, & Friel, 2017).

Positive associations were also frequently mentioned when participants thought of the *cold pressed juice* concept, although the technology itself seemed to be not well known for participants. This indicates that top-down processes related to the name of the technology may have been responsible for consumer attitudes. Participants associated this concept to an unprocessed and natural product, possibly due to the association with the words "pressed" and "cold". In addition, the word "cold" could explain the high frequency of mention of the category "Low temperatures and freezing". Jaeger, Knorr, Szabó, Hámori, and Bánáti (2015) have

Table 4. Frequency of mention (expressed as percentage of participants) of the categories identified in the content analysis for *pasteurized juice* for the three groups with different level of food technology neophobia (FTN).

Category	Frequency of mention (%)		
	Low FTN (n= 78)	Medium FTN (n= 225)	High FTN (n= 120)
Unfamiliarity	12	12	18
Natural	3	4	2
Healthy	12	6	5
Processed food	26	33 (+)	23
Tasty	14	7	7
100% fruit	3	5	8
Fresh	0	1	1
Additives, preservatives and other ingredients	13	15	22
Packaging and storage	5	5 (-)	16 (+)
Bad	5 (-)	10	25 (+)
No preservatives, additives and other ingredients	4	2	3
Conservation	14	12	4 (-)
Unhealthy	5 (-)	9	21 (+)
Unprocessed	0	0	0
Flavor	10	8	6
Nutrients and Vitamins	1	1	2
Quality	10	8	3 (-)
Artificial	10	9	9
Other sensory characteristics	3 (-)	8	10
Shelf life	14 (+)	5	3
Pressurized	1 (+)	0	0
Low temperatures and freezing	10 (+)	3	1
Other food and beverages	12	10	14
Cold	3	0	1
Destruction of microorganisms	24 (+)	12	4 (-)
Pressing	0	1	0
High temperature	19 (+)	11	4 (-)
No added sugar	0	2 (+)	0
Non-pasteurized and non-pressurized	0	0	0
Pulp	1	2	1
Others	8	7	5

Percentages for each group do not sum up to 100% as each participant could write down up to four words. (-) and (+) indicates that the frequency of use of the category was significantly lower or higher than the expected value, respectively, according to chi-square per cell test, respectively.

Table 5. Frequency of mention (expressed as percentage of participants) of the categories identified in the content analysis for *pressurized juice* for the three groups with different level of food technology neophobia (FTN).

Category	Frequency of mention (%)		
	Low FTN (n= 78)	Medium FTN (n= 225)	High FTN (n= 120)
Unfamiliarity	29	25 (-)	43 (+)
Natural	3	4	3
Healthy	6	6	3
Processed food	19	24	18
Tasty	9	9	3 (-)
100% fruit	9	5	5
Fresh	1	1	1
Additives, preservatives and other ingredients	13	10	17
Packaging and storage	14	12	14
Bad	5	4 (-)	18 (+)
No preservatives, additives and other ingredients	0	5	4
Conservation	9	9	3 (-)
Unhealthy	6	5	12 (+)
Unprocessed	0	0	1
Flavor	5	5	6
Nutrients and Vitamins	1	4 (+)	1
Quality	4	4	2
Artificial	3 (-)	10	13
Other sensory characteristics	1	4 (+)	1
Shelf life	6	4	4
Pressurized	21	17	16
Low temperatures and freezing	1	0	0
Other food and beverages	3	1	1
Cold	3	1	0
Destruction of microorganisms	4	3	1
Pressing	3	3	5
High temperature	1	1	0
No added sugar	0	1	1
Pulp	1	0	1
Others	6	8	7

Percentages for each group do not sum up to 100% as each participant could write down up to four words. (-) and (+) indicates that the frequency of use of the category was significantly lower or higher than the expected value, respectively, according to chi-square per cell test, respectively.

Table 6. Frequency of mention (expressed as percentage of participants) of the categories identified in the content analysis for *non-pressurized juice* for the three groups with different level of food technology neophobia (FTN).

Category	Frequency of mention (%)		
	Low FTN (n= 78)	Medium FTN (n= 225)	High FTN (n= 120)
Unfamiliarity	32	28	36
Natural	12 (-)	22	24
Healthy	14	12	9
Processed food	6	3 (-)	13 (+)
Tasty	8	9	12
100% fruit	10	6	12
Fresh	9	4	4
Additives, preservatives and other ingredients	4	2	6
Packaging and storage	5	5	6
Bad	5	8	16 (+)
No preservatives, additives and other ingredients	9	8	7
Conservation	3	4	3
Unhealthy	5	8	4
Unprocessed	12	12	8
Flavor	4	2	3
Nutrients and Vitamins	1	4	7
Quality	6	1 (-)	4
Artificial	1	3	4
Other sensory characteristics	3	3	2
Shelf life	6	7 (+)	0 (-)
Pressurized	4	2	3
Low temperatures and freezing	3 (+)	0	0
Other food and beverages	1	0	1
Cold	3	1	0
Pressing	0	1	0
High temperature	0	0	1
No added sugar	0	3 (+)	1
Non-pasteurized and non-pressurized	13	8	5
Pulp	3 (+)	0	0
Others	5	5	3

Percentages for each group do not sum up to 100% as each participant could write down up to four words. (-) and (+) indicates that the frequency of use of the category was significantly lower or higher than the expected value, respectively, according to chi-square per cell test, respectively.

already demonstrated that the name of technology can influence consumers' associations and attitudes towards new technologies.

Concepts associated with industrial processing had a lower frequency of mention of categories related to positive characteristics (i.e. natural, healthy, tasty, fresh, nutrients and vitamins) and a higher frequency of mention of categories related to negative characteristics (i.e. additives, preservatives and other ingredients, bad, artificial). These results may reflect the growing trend towards a natural and minimally processed products. In this sense, the dietary guidelines for the Brazilian population (Brasil, 2014), recommends *in natura* and minimally processed foods instead of processed products.

In particular, the concept *pasteurized juice* was associated with a product with negative characteristics, such as processed, poor, artificial food, and added preservatives. Such associations possibly refer to top-down processes related to industrial processing. Processed foods are often associated with the addition of preservatives and additives at the same time, being considered a negative consequence of technological development (Lee, Lusk, Miroso, & Oey, 2015). In addition, bottom-up processes, which are formed from pre-existing knowledge and information about the product/technology (Nielsen et al., 2009) may have also influenced consumer perception. In particular, the high frequency of mention of categories related to processing, such as high temperature, microorganism destruction, conservation, and product quality, suggest that most participants recognize the purpose and importance of pasteurization in food processing, as well as the negative effects on the nutritional and sensory characteristics of the products. The greater familiarity with the pasteurization may also explain the high citations to other products, particularly milk.

The *pressurized juice* concept was also highly associated with negative characteristics, such as processed food, the addition of additives and preservatives, and artificial and bad products. Top-down processes may also have affected these attitudes as consumers seem to lack knowledge about this processing technology. Low familiarity and lack of knowledge generate insecurity and concern among consumers (Lee et al., 2015; Mireaux, Cox, Cotton, & Evans, 2007). Deliza, Rosenthal, and Silva (2003) reported that the mention of HPP technology caught the attention of consumers; however, this information was not clear enough and made the participants considered it negative, leading to a low purchase intention. On the other hand, when the advantages of HPP were presented (better sensory and nutritional characteristics), participants demonstrated a higher intention to purchase for this product.

In this sense, several studies have evaluated consumer perception of pressurized products and reported positive attitudes towards the new technology (Butz et al., 2003; Cardello et al., 2007; Deliza et al., 2005; Mireaux et al., 2007; Sonne et al., 2012). However, results may be biased, since participants are generally not familiar with the new technology prior to participating in the studies and are only informed of the potential (dis)advantages at the beginning of the research (Frewer et al., 2011). Therefore, consumers' attitudes may be generated from the new information provided, which may not represent what would happen in a real-life situation, for example when facing the information on the label of a real product on the market. Lee et al. (2015) Investigated the perception of Chinese consumers regarding HPP without presenting information about the technology and verified that 90% of the interviewees were unaware of the processing, and showed concerns about the appearance, flavor, and nutritional content of the foods processed by HPP. The authors also evaluated consumer perception after presenting the information on the advantages of HPP and verified that after being informed characteristics such as healthy product, safety, and high cost were mentioned. Overall, information about the advantages of new technologies is useful in developing more positive attitudes. However, studies reveal that, even so, not all consumers are convinced after reading the claims, often expressing some skepticism about the benefits of using a new technology (Mireaux et al., 2007; Sonne et al., 2012; Sorenson & Henschion, 2009).

According to the results, it seems risky to present information on the use of HPP technology without the actual understanding of consumers regarding its advantages. The food industry and food scientists should, therefore, provide evidences that convince consumers that the use of HPP is safe for food processing (Sonne et al., 2012). In addition, specifically for Brazilian consumers, it seems to be important for them to understand that the new technology does not affect the nutritional content of the product. Thus, for the success of products processed by non-thermal technologies, consumer education together with experiences with products processed by HPP through free trials in supermarkets, as well as information on the product label informing them about the HPP benefit are essential (Lee et al., 2015).

As expected, unawareness also characterized attitudes towards the concept *non-pressurized juice*. However, consumers perceived the concept as positive, since they associated it with an unprocessed and natural product. This may suggest that reporting the "non-use" of a particular technology may have a positive influence on consumer perception. Thus, marketing strategies can create biases and exert a strong influence on consumer choices, and this can consequently affect the success of not yet established technologies in the marketplace.

Consumer perception of food technologies was influenced by the degree of food technology neophobia. Consumers with higher food technology neophobia associated the concepts related to industrial processing, *pasteurized*, *pressurized*, and *non-pressurized juice*, to negative characteristics. This result indicated that greater neophobia may influence consumer perception of processed products in general and not only those processed using new technologies. For high neophobic consumers, any mention to technology or on an unnatural product was seen as negative, demonstrating a certain aversion to processed foods. This result may also be related to the preference for natural foods. Results suggest that the most important attribute for high neophobic consumers is naturalness.

Neophobia to food technology was influenced by socioeconomic factors. The group with high neophobia was composed of a larger proportion of women, older consumers and less educated consumers, in agreement with results from previous studies. In general, women seemed to be less likely to perceive benefits and are less willing to accept new food technologies than men (Cardello, 2003; Cardello et al., 2007; Ronteltap, van Trijp, Renes, & Frewer, 2007). According to Rozin, Fischler, Imada, Sarubin, and Wrzesniewski (1999), this difference may be related to the different meanings and values that women generally attribute to foods, when compared to men, which probably, are due to their greater involvement in food-related activities that can reinforce concern and care in choosing the right foods for their families. Vidigal et al. (2015) reported that older individuals showed more cautious behavior, taking them to safer and more familiar foods. In addition, the authors suggested that low acceptance of new technologies among respondents with lower income and education level may be due to the lack of knowledge about new foods and technologies.

5. CONCLUSION

Consumers seemed to be interested in natural and less processed foods, such as fresh or cold-pressed juices. Top-down processes were primarily responsible for forming consumer attitudes towards food technologies. Juices obtained using food technologies were perceived as not natural and not healthy. In the case of HPP, the lack of knowledge about this technology stresses the need for more information to increase the confidence and knowledge of Brazilian consumers. Food technology neophobia moderated consumers' perceptions of juice processing technologies. In general, more neophobic consumers perceived juices processed by both conventional and innovative technologies more negatively than those with low or medium levels of neophobia. Further studies may explore the motives underlying the negative attitudes towards processed foods of consumers with high technology neophobia.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) for the scholarship to the first author, and the CNPq and Faperj for the financial support.

6. REFERENCES

- Abadio Finco, F. D. B., Deliza, R., Rosenthal, A., & Silva, C. H. O. (2010). The Effect of Extrinsic Product Attributes of Pineapple Juice on Consumer Intention to Purchase. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 22 (1-2), 125-142. 10.1080/08974430903372963
- Biancaniello, M., Popović, V., Fernandez-Avila, C., Ros-Polski, V., & Koutchma, T. (2018). Feasibility of a Novel Industrial-Scale Treatment of Green Cold-Pressed Juices by UV-C Light Exposure. *Beverages*, 4 (2), 29. <https://doi.org/10.3390/beverages4020029>
- Brasil. (2014). Guia alimentar para a população brasileira. In (2 ed.). Brasília: Ministério da Saúde. .
- Butz, P., Needs, E. C., Baron, A., Bayer, O., Geisel, B., Gupta, B., Oltersdorf, U., & Tauscher, B. (2003). Consumer attitudes to high pressure food processing. *Food, Agriculture & Environment*, 1 (1), 30-34
- Cardello, A. V. (2003). Consumer concerns and expectations about novel food processing technologies: effects on product liking☆. *Appetite*, 40 (3), 217-233. [https://doi.org/10.1016/S0195-6663\(03\)00008-4](https://doi.org/10.1016/S0195-6663(03)00008-4)
- Cardello, A. V., Schutz, H. G., & Leshner, L. L. (2007). Consumer perceptions of foods processed by innovative and emerging technologies: A conjoint analytic study. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8 (1), 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.07.002>
- Carmo, M. C. L. d., Dantas, M. I. d. S., & Ribeiro, S. M. R. (2014). Caracterização do mercado consumidor de sucos prontos para o consumo. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17, 305-309. <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.29.14>
- Chen, Q., Anders, S., & An, H. (2013). Measuring consumer resistance to a new food technology: A choice experiment in meat packaging. *Food Quality and Preference*, 28 (2), 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.10.008>
- Coobeet. (2014). What is hpp? Why don't you hpp at the cocobeet juice bar? In (Vol. 2018).
- Coppola, A., & Verneau, F. (2018). Food Neophobia in Consumers. In *Reference Module in Food Science*: Elsevier.
- Coppola, A., Verneau, F., & Caracciolo, F. (2014). Neophobia in food consumption: an empirical application of the ftns scale in southern Italy. *Italian Journal of Food Science*, 26 (1), 81-90
- Cox, D. N., & Evans, G. (2008). Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. *Food Quality and Preference*, 19 (8), 704-710. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.04.005>
- De Steur, H., Odongo, W., & Gellynck, X. (2016). Applying the food technology neophobia scale in a developing country context. A case-study on processed matooke (cooking banana) flour in Central Uganda. *Appetite*, 96, 391-398. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.10.009>
- Deliza, R., & Ares, G. (2018). Consumer perception of novel technologies. In Springer (Ed.), *Fruit Preservation - Novel and Conventional Technologies* (Vol. 1, pp. 1-20). New York: Springer.

- Deliza, R., Rosenthal, A., Abadio, F. B. D., Silva, C. H. O., & Castillo, C. (2005). Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. *Journal of Food Engineering*, 67 (1), 241-246. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.068>
- Deliza, R., Rosenthal, A., & Silva, A. L. S. (2003). Consumer attitude towards information on non conventional technology. *Trends in Food Science & Technology*, 14 (1), 43-49. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00240-6](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00240-6)
- Dubé, L., Fatemi, H., Lu, J., & Hertzler, C. (2016). The Healthier the Tastier? USA-India Comparison Studies on Consumer Perception of a Nutritious Agricultural Product at Different Food Processing Levels. *Frontiers in public health*, 4, 6-6. [10.3389/fpubh.2016.00006](https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00006)
- Esteve, M. J., Frígola, A., Rodrigo, C., & Rodrigo, D. (2005). Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices. *Food and Chemical Toxicology*, 43 (9), 1413-1422. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2005.03.016>
- Evans, G., Kermarrec, C., Sable, T., & Cox, D. N. (2010). Reliability and predictive validity of the Food Technology Neophobia Scale. *Appetite*, 54 (2), 390-393. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2009.11.014>
- Frewer, L. J., Bergmann, K., Brennan, M., Lion, R., Meertens, R., Rowe, G., Siegrist, M., & Vereijken, C. (2011). Consumer response to novel agri-food technologies: Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22 (8), 442-456. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.05.005>
- Greenacre, M. (2010). Correspondence analysis of raw data. *Ecology*, 91 (4), 958-963. [doi:10.1890/09-0239.1](https://doi.org/10.1890/09-0239.1)
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Granli, B. S., Scaldedi, L., Contel, M., & Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *Food Quality and Preference*, 21 (2), 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>
- Henson, R. K., & Roberts, J. K. (2006). Use of Exploratory Factor Analysis in Published Research: Common Errors and Some Comment on Improved Practice. *Educational and Psychological Measurement*, 66 (3), 393-416. [10.1177/0013164405282485](https://doi.org/10.1177/0013164405282485)
- Hoek, A. C., Pearson, D., James, S. W., Lawrence, M. A., & Friel, S. (2017). Shrinking the food-print: A qualitative study into consumer perceptions, experiences and attitudes towards healthy and environmentally friendly food behaviours. *Appetite*, 108, 117-131. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.09.030>
- Iantovics, L. B., Rotar, C., & Morar, F. (2019). Survey on establishing the optimal number of factors in exploratory factor analysis applied to data mining. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9 (2), e1294. [doi:10.1002/widm.1294](https://doi.org/10.1002/widm.1294)
- Jaeger, H., Knorr, D., Szabó, E., Hámori, J., & Bánáti, D. (2015). Impact of terminology on consumer acceptance of emerging technologies through the example of PEF technology. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 29, 87-93. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2014.12.004>
- Juice-Generation. (2018). What is HPP? In (Vol. 2018).
- Koutchma, T., Popović, V., Ros-Polski, V., & Popielarz, A. (2016). Effects of Ultraviolet Light and High-Pressure Processing on Quality and Health-Related Constituents of Fresh Juice Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15 (5), 844-867. [10.1111/1541-4337.12214](https://doi.org/10.1111/1541-4337.12214)
- Lavilla, M., & Gayán, E. (2018). Chapter 7 - Consumer Acceptance and Marketing of Foods Processed Through Emerging Technologies. In F. J. Barba, A. S. Sant'Ana, V. Orlien &

- M. Koubaa (Eds.), *Innovative Technologies for Food Preservation* (pp. 233-253): Academic Press.
- Lee, P. Y., Lusk, K., Miroso, M., & Oey, I. (2015). Effect of information on Chinese consumers' perceptions and purchase intention for beverages processed by High Pressure Processing, Pulsed-Electric Field and Heat Treatment. *Food Quality and Preference*, *40*, 16-23. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.08.006>
- Matin, A. H., Goddard, E., Vandermoere, F., Blanchemanche, S., Bieberstein, A., Marette, S., & Roosen, J. (2012). Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? *International Journal of Consumer Studies*, *36* (2), 149-157. doi:10.1111/j.1470-6431.2011.01090.x
- Mintel. (2018). Sucos - Brasil - Junho 2018. In (Vol. 2018). <https://store.mintel.com/sucos-brasil-junho-2018>: Mintel Store.
- Mireaux, M., Cox, D. N., Cotton, A., & Evans, G. (2007). An adaptation of repertory grid methodology to evaluate Australian consumers' perceptions of food products produced by novel technologies. *Food Quality and Preference*, *18* (6), 834-848. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.01.012>
- Nielsen, H. B., Sonne, A.-M., Grunert, K. G., Banati, D., Pollák-Tóth, A., Lakner, Z., Olsen, N. V., Žontar, T. P., & Peterman, M. (2009). Consumer perception of the use of high-pressure processing and pulsed electric field technologies in food production. *Appetite*, *52* (1), 115-126. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2008.09.010>
- Olsen, N. V., Grunert, K. G., & Sonne, A.-M. (2010). Consumer acceptance of high-pressure processing and pulsed-electric field: a review. *Trends in Food Science & Technology*, *21* (9), 464-472. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.07.002>
- Paupério, A., Severo, M., Lopes, C., Moreira, P., Cooke, L., & Oliveira, A. (2014). Could the Food Neophobia Scale be adapted to pregnant women? A confirmatory factor analysis in a Portuguese sample. *Appetite*, *75*, 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.12.023>
- Pliner, P., & Hobden, K. (1992). Development of a scale to measure the trait of food neophobia in humans. *Appetite*, *19* (2), 105-120. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(92\)90014-W](https://doi.org/10.1016/0195-6663(92)90014-W)
- Ragaert, P., Verbeke, W., Devlieghere, F., & Debevere, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, *15* (3), 259-270. [http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293\(03\)00066-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0950-3293(03)00066-1)
- Rollin, F., Kennedy, J., & Wills, J. (2011). Consumers and new food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, *22* (2), 99-111. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.09.001>
- Romano, K. R., Rosenthal, A., & Deliza, R. (2015). How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. *Food Research International*, *74* (Supplement C), 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.04.033>
- Ronteltap, A., van Trijp, J. C. M., Renes, R. J., & Frewer, L. J. (2007). Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. *Appetite*, *49* (1), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.02.002>
- Rozin, P., Fischler, C., Imada, S., Sarubin, A., & Wrzesniewski, A. (1999). Attitudes to Food and the Role of Food in Life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France: Possible Implications for the Diet-Health Debate. *Appetite*, *33* (2), 163-180. <https://doi.org/10.1006/appe.1999.0244>
- Rupasinghe, H. P. V., & Yu, L. J. (2012). Emerging Preservation Methods for Fruit Juices and Beverages. In F. Additive (Ed.), *Yehia El-Samragy*. Rijeka, Croatia.
- Scholderer, J., & Frewer, L. J. (2003). The Biotechnology Communication Paradox: Experimental Evidence and the Need for a New Strategy. *Journal of Consumer Policy*, *26* (2), 125-157. 10.1023/a:1023695519981

- Søndeggaard, H. A., Grunert, K. G., & Scholderer, J. (2005). Consumer attitudes to enzymes in food production. *Trends in Food Science and Technology* 16, 466-474. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.06.003>
- Sonne, A. M., Grunert, K. G., Veflen, O. N., Granli, B. S., Szabó, E., & Banati, D. (2012). Consumers' perceptions of HPP and PEF food products. *British Food Journal*, 114 (1), 85-107. doi:10.1108/00070701211197383
- Sorenson, D., & Henchion, M. (2009). *Consumer's perceptions of novel process technologies: The case of high pressure processed chilled ready meals.*
- Stevens, J. P. (1992). *Applied multivariate statistics for the social sciences* (2nd ed. ed.). Hillsdale, N. J: Lawrence Erlbaum Associates.
- Timmermans, R. A. H., Mastwijk, H. C., Knol, J. J., Quataert, M. C. J., Vervoort, L., der Plancken, I. V., Hendrickx, M. E., & Matser, A. M. (2011). Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12 (3), 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.05.001>
- Verneau, F., Caracciolo, F., Coppola, A., & Lombardi, P. (2014). Consumer fears and familiarity of processed food. The value of information provided by the FTNS. *Appetite*, 73, 140-146. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2013.11.004>
- Vidigal, M. C. T. R., Minim, V. P. R., Moreira, R. T., Pires, A. C. d. S., Ferreira, M. A. M., Gonçalves, A. C. A., & Minim, L. A. (2014). Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: food technology neophobia scale. *Ciência Rural*, 44, 174-180. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782013005000150>.
- Vidigal, M. C. T. R., Minim, V. P. R., Simiqueli, A. A., Souza, P. H. P., Balbino, D. F., & Minim, L. A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. *LWT - Food Science and Technology*, 60 (2, Part 1), 832-840. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.058>
- Wood, N. D., Akloubou Gnonhosou, D. C., & Bowling, J. (2015). Combining Parallel and Exploratory Factor Analysis in Identifying Relationship Scales in Secondary Data. *Marriage & family review*, 51 (5), 385-395. 10.1080/01494929.2015.1059785
- Zabetakis, I., Leclerc, D., & Kajda, P. (2000). The Effect of High Hydrostatic Pressure on the Strawberry Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (7), 2749-2754. 10.1021/jf9911085
- ZestJuiceCo. (2018). HPP free. In (Vol. 2018).
- Zhu, Y., Shen, M., A. Sims, C., Marshall, M., A. House, L., & Sarnoski, P. (2018). Consumer preference and willingness to pay for tomato juice. 21, 1-18. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2017.0117>
- Zula. (2018). HPP. What It Is and Why You Should Care. In (Vol. 2018).

APÉNDICE II

Contribuição do consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: estudo de caso com caju

Rosires Deliza¹, Inayara Beatriz Araujo Martins², Gastón Ares³, Amauri Rosenthal¹

¹Engenheira de Alimentos, doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

² Cientista de Alimentos, bolsista CAPES, doutoranda da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ

³ Engenheiro de Alimentos, doutor em Química de Alimentos, professor da Universidad de la República, Montevideo, Uruguai 4 Engenheiro de Alimentos, doutor em Biotecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ

Referência

DELIZA, R. et al. **Contribuição do Consumidor para o desenvolvimento de novos sabores de suco tropical: Estudo de caso com caju**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 32: 1-19 p.2019.

RESUMO

O desenvolvimento do novo sabor de suco tropical iniciou com a avaliação da percepção do consumidor brasileiro em relação ao suco de caju e a identificação das frutas mais adequadas para compor um suco misto, juntamente com o caju. Para tal, foram utilizados a técnica de associação de palavras e um questionário on-line. Em seguida, as misturas sugeridas (*blends*) foram avaliadas sensorialmente visando identificar a melhor formulação do suco misto tropical desenvolvido a partir da contribuição do consumidor. A avaliação dos *blends* identificados no estudo on-line foi realizada por consumidores de suco em um hortifruti na cidade do Rio de Janeiro, onde a expectativa de aceitação e a aceitação sensorial das bebidas foram investigadas utilizando escala hedônica de nove pontos. As categorias mais relevantes quando os participantes pensavam em suco de caju foram “*Refrescante*”, “*Doce*” e “*Adstringência*”. As frutas mais sugeridas para compor o suco misto com caju foram abacaxi, acerola, maracujá e melão. Foram encontradas diferenças ($p \leq 0,05$) na expectativa e na aceitação das formulações dos sucos mistos. Embora a combinação de frutas com melão tenha revelado menor expectativa, a aceitação (às cegas) da formulação com caju, melão e acerola alcançou as maiores médias de aceitação, sugerindo potencial de sucesso se lançado no mercado.

Palavras-chaves: *frutas tropicais; associação de palavras; percepção do consumidor; expectativa do consumidor; desenvolvimento de produto, aceitação.*

ABSTRACT

The development of the new tropical juice flavor started with the evaluation of Brazilian consumer's perception regarding cashew juice, and the identification of the most suitable fruits to compose a mixed juice, along with cashew. For that, the word association technique and an online questionnaire were used. Then, the blends were evaluated in order to identify the best formulation of mixed tropical juice developed from the consumer's contribution. The evaluation of the blends identified in the online study was carried out by juice consumers in a hortifruti in the city of Rio de Janeiro, where the expectation of acceptance and the acceptance of the beverages were investigated using nine-point hedonic scales. The most relevant categories when participants thought of cashew juice were "Refreshing," "Sweet" and "Astringency". The fruits most suggested for composing the mixed juice with cashew were pineapple, Brazilian cherry (acerola), passion fruit and melon. Differences ($p \leq 0.05$) were found in the expected acceptance and in the consumer acceptance of mixed juice formulations. Although the combination of fruits with melon showed lower expectation, the (blind) acceptance of the formulation with cashew, melon and Brazilian cherry reached the highest average acceptance suggesting the potential for success if launched on the market.

Keywords: *tropical fruits; word association; consumer perception; consumer expectations; product development; acceptance.*

1. INTRODUCTION

As frutas tropicais têm grande conteúdo de compostos bioativos e antioxidantes, os quais são associados aos benefícios à saúde (Pereira et al., 2014). O pedúnculo do caju tem sido muito estudado por ser uma fonte importante de vitamina C e compostos fenólicos (Brito et al., 2007). Além disso, apresenta grande importância socioeconômica para a região nordeste do país (Queiroz et al., 2011). Apesar do excelente valor nutricional, propriedades funcionais e potencial como matéria-prima para vários produtos, cerca de 90% da produção brasileira é descartada anualmente, porque o pseudofruto é altamente perecível e o principal negócio da produção do caju é a comercialização da castanha (Cianci et al., 2005; Bastos et al., 2012). Apesar do potencial para a industrialização devido às características como polpa carnuda, alto teor de açúcar e sabor exótico, alguns genótipos têm elevada adstringência (Lima et al., 2014), o que pode ser responsável pela baixa aceitação de alguns consumidores.

Estudos com o objetivo de aumentar o aproveitamento do pseudofruto do caju e melhorar as características sensoriais e nutricionais têm sido realizados por meio da mistura com outras frutas (Inyang; Abah, 1997; Sousa et al., 2010; Silva et al., 2012; Sousa et al., 2013; Silva et al., 2017). Trata-se de estratégia utilizada pela indústria de alimentos com o intuito de trazer para os consumidores mais opções de bebidas, com novos sabores, cores e consistências (Sobhana et al., 2015; Curi et al., 2017).

Grande parte dos novos produtos desenvolvidos pela indústria de alimentos têm alta taxa de insucesso, resultando em custos substanciais e oportunidades perdidas (Asioli et al., 2017), as quais estão relacionadas tanto com o baixo investimento em atividades de pesquisa e desenvolvimento, como com a falta de incorporação adequada da “voz do consumidor” no processo de desenvolvimento dos novos produtos (Grunert et al., 2010; Dijksterhuis, 2016). Embora inserir a “voz do consumidor” possa ser considerado um processo complexo (Asioli et al., 2017), a chance de sucesso do novo produto pode ser aumentada quando os consumidores fazem parte do processo de inovação e desenvolvimento (Kemp, 2013). Os desenvolvedores de novos alimentos e bebidas devem, portanto, projetar produtos para atender aos desejos dos consumidores.

A inserção de um produto alimentício inexistente no mercado, ou a inovação em determinada categoria de produto, por ex. novos sabores de sucos, deve ser avaliada com cuidado pela indústria, a fim de evitar riscos de rejeição pelos consumidores. Compreender como os consumidores percebem o produto e quais são suas expectativas é extremamente útil e pode ser uma maneira de evitar insucessos (Eldesouky et al., 2015).

Assim, ressalta-se a importância de avaliar a percepção do consumidor em relação ao suco de caju e identificar as frutas para compor o suco misto, juntamente com o caju e, na sequência, avaliar a expectativa da aceitação e a aceitação sensorial de diferentes formulações do suco misto tropical desenvolvidos a partir da construção do consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Avaliação da Percepção do Consumidor em Relação ao Suco de Caju e Identificação de outras Frutas Tropicais para Compor um Suco Misto

O desenvolvimento foi iniciado com um estudo on-line, incluindo perguntas abertas e fechadas sobre hábitos de consumo de suco de frutas. A percepção do consumidor em relação ao suco de caju foi avaliada utilizando a metodologia denominada associação de palavras (Ares et al., 2008). Para isso, consumidores brasileiros de diversas regiões do país foram solicitados a escrever as quatro primeiras palavras, associações, pensamentos ou sentimentos que viessem

à sua mente quando pensavam em suco de caju. Os dados foram analisados qualitativamente por meio de pesquisa de termos recorrentes. Termos com significados similares foram agrupados em diferentes categorias e dimensões. Esta classificação foi realizada individualmente por três pesquisadores com experiência prévia na metodologia e, em seguida, foi realizada uma reunião dos pesquisadores com o intuito de verificar a concordância entre as classificações. Categorias mencionadas por mais de 5% dos consumidores foram consideradas no estudo. A frequência de cada categoria foi determinada pela contagem do número de consumidores que usaram essas palavras para descrever o conceito.

Para identificar as possíveis combinações de frutas tropicais, foi solicitado aos participantes que sugerissem as frutas que consideravam adequadas para compor um suco misto, por meio da seguinte instrução: “Pensando em desenvolver um suco misto com três frutas tropicais, no qual uma delas é o CAJU, gostaríamos de saber a sua opinião sobre quais frutas você acha que COMBINARIAM com o CAJU. Considerando seu conhecimento sobre a cor, o odor e o sabor das frutas listadas abaixo, por favor, marque DUAS opções de frutas que você acha que vai fornecer um suco misto tropical saboroso”. Uma lista contendo 14 opções de frutas tropicais foi apresentada aos participantes em ordem alfabética: *abacaxi, acerola, cajá, carambola, cupuaçu, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá, melão, pitanga, pinha, seriguela*. As frutas tropicais foram selecionadas a partir da legislação brasileira (Brasil, 2003) e de acordo com a facilidade de encontrá-las na região sudeste.

Os dados foram coletados utilizando a plataforma Google Drive - formulários Google (Google Inc., Califórnia, EUA). A escolha das frutas foi realizada por meio da percentagem de frequência de citações das frutas tropicais e as quatro mais citadas foram selecionadas e combinadas entre si, por meio de arranjo e combinação simples, considerando o caju como fixo em todas as combinações. Assim, um total de seis combinações foram identificadas e avaliadas quanto à expectativa de aceitação, conforme descrito a seguir.

2.2 Avaliação da Expectativa de Aceitação das Combinações de Frutas e da Aceitação Sensorial das Formulações de Suco Misto Tropical

Após identificar as quatro frutas mais citadas e combiná-las entre si por meio de arranjo e combinação simples com o caju, seis formulações foram propostas e avaliadas quanto à expectativa de aceitação e aceitação sensorial. Os sucos foram elaborados com total de 50% de polpa, o mínimo exigido pela legislação brasileira para ser considerado suco misto tropical (Brasil, 2003). As polpas foram pesadas, adicionadas de 6% de açúcar, diluídas em água e homogeneizadas. Consumidores de sucos de frutas foram recrutados em um hortifruti na cidade do Rio de Janeiro com base no interesse em participar do estudo. Dados sobre os hábitos de consumo de sucos dos participantes também foram coletados. A expectativa da aceitação em relação às combinações dos sucos mistos foi avaliada utilizando escala hedônica de nove pontos, variando de: 1: “Acho que vou desgostar extremamente” a 9: “Acho que vou gostar extremamente”. Em seguida, os consumidores foram solicitados a avaliar as mesmas formulações às cegas utilizando a escala hedônica de nove pontos. Para avaliação às cegas, cerca de 25 mL de cada amostra foi oferecida aos consumidores de forma monádica em ordem balanceada, servidos em copos plásticos codificados com números de três dígitos à temperatura de 36 ± 2 °C.

Água mineral foi disponibilizada para lavar a boca entre as amostras. Por fim, os consumidores foram solicitados a responder questões socioeconômicas. Os dados da aceitação foram analisados por meio de análise de variância e teste de Tukey ($p \leq 0,05$), considerando as amostras como fonte de variação e os consumidores como efeito aleatório. A análise Cluster foi aplicada a fim de identificar os segmentos de consumidores com diferentes padrões de preferência, considerando a distância Euclidiana e agregação de Ward.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Percepção do Consumidor em Relação ao Suco de Caju e Identificação das Frutas Tropicais para Compor um Suco Misto

Um total de 1577 pessoas participou do estudo on-line, no entanto, participantes da área de alimentos, nutrição e farmácia foram excluídos a fim de evitar viés nas respostas. Portanto, foram analisadas as respostas de 1516 pessoas (75% mulheres, idade de 18-65 anos, renda e escolaridade variadas). 71% dos participantes relataram “gostar extremamente de sucos de frutas, sendo os sucos de laranja (72%), maracujá (65%), abacaxi (51%) e limão (46%) os mais consumidos pelos participantes do estudo.

5186 palavras foram mencionadas quando foram solicitados a escrever as quatro primeiras palavras, associações, pensamentos ou sentimentos que viessem à sua mente quando pensavam em suco de caju. A Figura 1 apresenta as 25 palavras mais mencionadas no estudo, dentre as quais a maioria foi relacionada às características sensoriais e hedônicas. Outras palavras frequentemente mencionadas foram relacionadas à saúde e nutrição, regiões do Brasil e a forma de consumo.

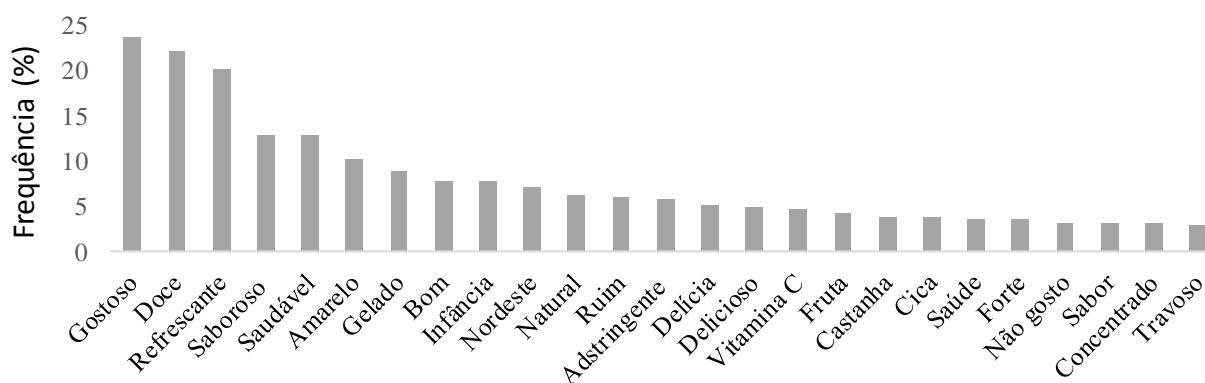


Figura 1. Frequência de menção das palavras mais citadas quando os participantes foram solicitados a escrever as quatro primeiras palavras, termos ou frases que viessem à mente quando pensavam em suco de caju.

As palavras foram agrupadas em 70 categorias e então fundidas em 14 dimensões. As 24 categorias mencionadas por mais de 5% de participantes e suas dimensões são mostradas na Tabela 1. A dimensão *Característica sensorial* foi a mais citada quando os participantes pensavam em suco de caju. As categorias mais relevantes dentro desta dimensão foram Refrescante (refrescante, sede, frescor, refrescância), Doce (doce, docinho, muito doce, doçura) e Adstringência (adstringente, “cica”, travoso, adstringência).

A segunda dimensão mais mencionada foi relacionada aos termos hedônicos. Dentro desta dimensão, a categoria Gostoso, que incluía palavras como gostoso, saboroso e delicioso, foi a mais citada. Termos hedônicos negativos também foram relacionados ao suco de caju pelos participantes do estudo. A categoria Ruim foi composta por palavras como ruim, gosto horrível e péssimo. A terceira dimensão mais citada foi relacionada à Saúde e nutrição. A categoria saúde foi composta principalmente por palavras saudável e saúde. Já a categoria Nutrição abrigou vitamina C, vitaminas e nutritivo. As demais dimensões foram menos citadas e foram relacionadas ao consumo, à fruta e outras associações relacionadas a Regiões do Brasil e às Lembranças (Tabela 1).

Tabela 1. Frequência de menção das dimensões e categorias quando os participantes pensavam em *suco de caju*.

Dimensão	Categoria*	Menção (%)
<i>Característica Sensorial</i>	Refrescante	26
	Doce	25
	Adstringência	23
	Cor	16
	Sabor	14
	Viscosidade	11
	Aroma	9
	Acidez	7
<i>Hedônico</i>	Gostoso	50
	Bom	10
	Gosta do suco	8
	Ruim	8
<i>Saúde e Nutrição</i>	Não gosta do suco	5
	Saúde	18
	Nutrição	14
<i>Consumo</i>	Gelado	10
	Lugar de consumo	5
<i>Fruta</i>	Caju	7
	Natural	7
<i>Característico do Brasil</i>	Característico do Brasil	5
	Regiões do Brasil	10
<i>Comercialização</i>	Tipo de suco	8
<i>Psicológico</i>	Lembrança	10
<i>Atípico</i>	Exótico	6

*Mencionadas por mais de 5% dos participantes.

A Tabela 2 apresenta a frequência de menção das frutas sugeridas pelos participantes do estudo após serem perguntados quais frutas tropicais combinariam com o caju e forneceriam um suco misto tropical saboroso. As frutas mais citadas foram abacaxi (41%), acerola (29%), maracujá (23%) e melão (19%).

A Tabela 3 apresenta as diferentes formulações desenvolvidas, por meio de arranjo e combinação simples, considerando o caju como fixo em todas as combinações. Testes preliminares foram realizados a fim de identificar proporções adequadas de cada fruta para elaboração das diferentes formulações de sucos mistos tropicais.

3.2 Expectativa de Aceitação das Combinações de Frutas e Aceitação Sensorial das Formulações de Suco Misto Tropical

Um total de 124 participantes avaliaram a expectativa de aceitação das combinações de suco misto tropical e a aceitação sensorial das formulações. As características socioeconômicas dos participantes, bem como dos segmentos de consumidores identificados, são mostradas na Tabela 4.

Tabela 2. Porcentagem de menção das frutas sugeridas para compor um suco misto tropical juntamente com o caju.

Classificação	Fruta	Menção (%)
1	Abacaxi	41
2	Acerola	29
3	Maracujá	23
4	Melão	19
5	Cajá	15
6	Manga	14
7	Graviola	12
8	Carambola	10
9	Seriguela	9
10	Cupuaçu	7
11	Pitanga	7
12	Goiaba	6
13	Mamão	6
14	Pinha	1

Tabela 3. Formulações dos sucos mistos tropicais

Formulações	Polpa (%)				
	Caju	Abacaxi	Acerola	Maracujá	Melão
CAbAc	50	30	20	-	-
CAbMa	50	35	-	15	-
CMeAb	50	20	-	-	30
CACMa	50	-	25	25	-
CMeAc	50	-	20	-	30
CMeMa	50	-	-	15	35

CAbAc: Caju, Abacaxi e Acerola; CAbMa: Caju, Abacaxi e Maracujá; CMeAb: Caju, Melão e Abacaxi; CACMa: Caju, Acerola e Maracujá; CMeAc: Caju, Melão e Acerola; CMeMa: Caju, Melão e Maracujá.

Tabela 4. Características socioeconômicas dos participantes do estudo

	Total (n=124)	Cluster 1 (n=74)	Cluster 2 (n=50)
Gênero (%)			
Feminino	66	68	64
Masculino	34	32	36
Faixa etária (%)			
18-25	11	15	4
26-35	18	21	14
36-45	27	24	33
46-55	24	25	22
56-65	11	8	14
>65	9	7	12
Escolaridade (%)			
Fundamental completo	2	1	2
Médio incompleto	2	3	2
Médio completo	22	19	26
Superior incompleto	16	19	12
Superior completo	30	25	36
Pós-graduação	28	32	22
Renda (SM#) - (%)			
1-5	28	31	24
>5-10	30	28	33
>10-20	27	28	27
>20-30	11	10	12
>30	4	4	4

SM: salário Mínimo (2018): R\$954,00.

A Tabela 5 apresenta a média da aceitação (esperada e após beber os sucos) das diferentes formulações de suco misto tropical. No geral, as combinações apresentaram boa expectativa de aceitação pelos consumidores, com médias variando de “acho que vou gostar ligeiramente” a “acho que vou gostar moderadamente”. A combinação CAbMa apresentou a maior média da expectativa, diferindo ($p \leq 0,05$) das combinações CMeAc e CMeMa. Entretanto, na avaliação às cegas, as formulações CMeAc, CMeAb e CMeMa apresentaram as maiores médias de aceitação, sendo a formulação CMeAc significativamente mais preferida ($p \leq 0,05$) que as formulações CAbMa, CAcMa e CAbAc.

A análise de cluster identificou dois segmentos de consumidores com padrões de preferência distintos (Tabela 5). Ambos os segmentos apresentaram perfil socioeconômico bastante homogêneo (Tabela 4). Para o Segmento 1 ($n=74$), verificou-se que as combinações CAbAc, CAbMa e CAcMa apresentaram as maiores médias de expectativas, não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$) entre si. Nota-se que as combinações com as menores médias, CMeMa, CMeAc e CMeAb, apresentam o melão na composição, o que pode sugerir que esta fruta tenha sido a responsável pelas menores expectativas ($p \leq 0,05$). No entanto, durante a avaliação às cegas, a amostra CMeAc alcançou a maior média de aceitação, diferindo ($p \leq 0,05$) de CAcMa e CAbAc. É interessante destacar que diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre o tipo de avaliação (expectativa e às cegas) para cada amostra só foram observadas em formulações que continham melão; entretanto, tais formulações apresentaram maiores médias na avaliação às cegas.

Os consumidores do Segmento 2 (n=50) demonstraram expectativa semelhante para as combinações de sucos mistos, com exceção de CMeMa e CMeAb, que diferiram estatisticamente de CAbAc, com maior expectativa. Porém, quando provaram as bebidas, as formulações CMeAc e CMeAb alcançaram as maiores médias de aceitação, diferindo de CAcMa. Não foram encontradas diferenças significativas entre o tipo de avaliação para as amostras para esse grupo de consumidores ($p > 0,05$). Nota-se que a formulação contendo caju, melão e acerola (CMeAc) obteve a melhor performance na avaliação às cegas, tanto na aceitação global quanto considerando os dois segmentos de consumidores, podendo ser a potencial formulação a ser trabalhada em estudos futuros.

Tabela 5. Média da expectativa da aceitação e da aceitação às cegas das diferentes formulações de sucos misto tropical – resultados globais e dos dois segmentos de consumidores identificados.

	Aceitação					
	Aceitação global (n=124)		Segmento 1 (n= 74)		Segmento 2 (n= 50)	
	Expectativa	Às cegas	Expectativa	Às cegas	Expectativa	Às cegas
CAbMa	7,0 ± 2,0 ^{aA}	6,9 ± 2,2 ^{bA}	6,9 ± 2,1 ^{aA}	6,9 ± 2,1 ^{abA}	7,2 ± 2,1 ^{abA}	7,0 ± 2,4 ^{abA}
CAcMa	6,9 ± 2,1 ^{aA}	6,6 ± 2,5 ^{bA}	6,8 ± 2,0 ^{aA}	6,5 ± 2,6 ^{bA}	7,1 ± 2,2 ^{abA}	6,8 ± 2,4 ^{bA}
CAbAc	6,8 ± 2,1 ^{aA}	6,7 ± 2,4 ^{bA}	7,0 ± 1,6 ^{aA}	6,4 ± 2,5 ^{bB}	6,7 ± 2,4 ^{bA}	7,1 ± 1,9 ^{abA}
CMeAb	6,6 ± 2,2 ^{abB}	7,1 ± 2,1 ^{abA}	6,0 ± 2,0 ^{bB}	6,8 ± 2,1 ^{abA}	7,5 ± 2,0 ^{aA}	7,7 ± 2,0 ^{aA}
CMeAc	6,3 ± 2,2 ^{bB}	7,6 ± 1,6 ^{aA}	5,7 ± 1,1 ^{bB}	7,5 ± 1,6 ^{aA}	7,3 ± 2,1 ^{abA}	7,7 ± 1,7 ^{aA}
CMeMa	6,3 ± 2,2 ^{bB}	7,1 ± 2,1 ^{abA}	5,4 ± 2,2 ^{bB}	7,1 ± 2,0 ^{abA}	7,6 ± 1,7 ^{aA}	7,3 ± 2,1 ^{abA}

CAbMa: Caju, Abacaxi e Maracujá; CAcMa: Caju, Acerola e Maracujá; CAbAc: Caju, Abacaxi e Acerola; CMeAb: Caju, Melão e Abacaxi; CMeAc: Caju, Melão e Acerola; CMeMa: Caju, Melão e Maracujá. Letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si significativamente ($p > 0,05$) pelo teste t Student's.

4. CONCLUSÃO

Os resultados forneceram uma visão sobre a percepção dos brasileiros em relação ao suco de caju, a qual pode ser utilizada para desenvolver estratégias de marketing para aumentar o consumo. Embora a combinação de frutas com melão tenha revelado menor expectativa de gostar da bebida, a aceitação às cegas da formulação com caju, melão e acerola alcançou as maiores médias de aceitação, sugerindo que a mesma pode ter um lançamento bem sucedido no mercado.

AGRADECIMENTOS

Embrapa Agroindústria de Alimentos, CAPES, CNPq, FAPERJ.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARES, G.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. **Food Quality and Preference**, v. 19, n. 7, p. 636-643, 2008.

- ASIOLI, D.; VARELA, P.; HERSLETH, M.; ALMLI, V. L.; OLSEN, N. V.; NÆS, T. A discussion of recent methodologies for combining sensory and extrinsic product properties in consumer studies. **Food Quality and Preference**, v. 56, n. Part B, p. 266-273, 2017.
- BASTOS, D. D. S.; GONÇALVES, M. P.; ANDRADE, C. T.; ARAÚJO, K. G. L.; LEÃO, M. H. M. R. Microencapsulation of cashew apple (*Anacardium occidentale*, L.) juice using a new chitosan-commercial bovine whey protein isolate system in spray drying. **Food and Bioprocess Technology**, v. 90, n. 4, p. 683-692, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 12, de 9 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical. **Diário Oficial [da] União**, 09 de set. 2003. Seção 1, p. 2
- BRITO, E. S. DE; ARAUJO, M. C. P.; LIN, L.-Z.; HARNLY, J. Determination of the flavonoid components of cashew apple (*Anacardium occidentale*) by LC-DAD-ESI/MS. **Food Chemistry**, v. 105, n. 3, p. 1112-1118, 2007.
- CIANCI, F. C.; SILVA, L. F. M.; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 579-583, 2005.
- CURI, P. N.; ALMEIDA, A. B.; TAVARES, B. S.; NUNES, C. A.; PIO, R.; PASQUAL, M.; SOUZA, V. R. Optimization of tropical fruit juice based on sensory and nutritional characteristics. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 308-314, 2017.
- DIJKSTERHUIS, G. New product failure: Five potential sources discussed. **Trends in Food Science & Technology**, v. 50, n. Supplement C, p. 243-248, 2016.
- ELDESOUKY, A.; PULIDO, A. F.; MESIAS, F. J. The role of packaging and presentation format in consumers' preferences for food: an application of projective techniques. **Journal of Sensory Studies**, v. 30, n. 5, p. 360-369, 2015.
- GRUNERT, K. G.; JENSEN, B. B.; SONNE, A.; BRUNSO, K.; SCHOLDERER, J.; BYRNE, D. V.; HOLM, L.; CLAUSEN, C.; FRIIS, A.; HYLDIG, G.; KRISTENSEN, N. H.; LETTL, C. Consumer oriented innovation in the food and personal care products sectors: understanding consumers and using their insights in the innovation process. In: JAEGER, S. R.; MACFIE, H. (Ed.). **Consumer Driven Innovation in Food and Personal Care Products**: Woodhead Publishing, 2010. p. 3-24.
- INYANG, U. E.; ABAH, U. J. Chemical composition and organoleptic evaluation of juice from steamed cashew apple blended with orange juice. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 50, n. 4, p. 295-300, 1997.
- KEMP, S. E. Consumers as part of food and beverage industry innovation. In: MARTINEZ, M. G. (Ed.). **Open Innovation in the Food and Beverage Industry**: Woodhead Publishing, 2013. p. 109-138.
- LIMA, A. C. S. DE; SOARES, D. J.; SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; MENEZES, E. A. In vitro bioaccessibility of copper, iron, zinc and antioxidant compounds of whole cashew apple juice and cashew apple fibre (*Anacardium occidentale* L.) following simulated gastro-intestinal digestion. **Food Chemistry**, v. 161, p. 142-147, 2014.
- PEREIRA, A. C. D. S.; DIONÍSIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; SILVA, A. M. O.; BRASIL, I. M.; MANCINI FILHO, J. Effect of antioxidant potential of tropical fruit juices on antioxidant enzyme profiles and lipid peroxidation in rats. **Food Chemistry**, v. 157, p. 179-185, 2014.
- QUEIROZ, C.; LOPES, M. L. M.; FIALHO, E.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Changes in bioactive compounds and antioxidant capacity of fresh-cut cashew apple. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p. 1459-1462, 2011.
- SILVA, L. M. R.; LIMA, A. C. S.; MAIA, A. G.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; RAMOS, A. M. Development of mixed nectar of cashew apple, mango and acerola. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 232-237 2017.
- SILVA, L. M. R. D.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M.; GONZAGA, M. L. C.; FIGUEIREDO, E. A. T. Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.). **Semina**, v. 33, n. 1, p. 237-248, 2012.

- SOBHANA, A.; MATHEW, J.; AMBILIAPPUKUTAN, A.; MREDHULARAGHAVAN, C. Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. **Acta Horticulturae**, v. 1080, p. 369-375, 2015.
- SOUSA, P. H. M. DE; MAIA, G. A.; AZEREDO, H. M. C.; RAMOS, A. M.; FIGUEIREDO, R. W. Storage stability of a tropical fruit (cashew apple, acerola, papaya, guava and passion fruit) mixed nectar added caffeine. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 10, p. 2162-2166, 2010.
- SOUSA, P. H. M.; RAMOS, A. M.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S.; FIGUEIREDO, R. W. Comparison of acceptability of tropical fruit mixed nectars by mean test and multivariate statistical analysis. **Semina**, v. 34, n. 5, p. 2307-2316, 2013.

APÊNDICE III

How does processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice?

Inayara Beatriz Araujo Martins¹, Amauri Rosenthal ², Gastón Ares ³, Rosires Deliza ²

¹Food Technology Department - Technology Institute - Federal Rural University of Rio de Janeiro, Rodovia BR 456, km 7- Seropédica – RJ, Brazil. inayarabeatriz@yahoo.com.br

²Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470 Rio de Janeiro, RJ, Brazil. amauri.rosenthal@embrapa.br; rosires.deliza@embrapa.br

³Sensometrics & Consumer Science, Instituto Polo Tecnológico de Pando, Facultad de Química, Universidad de la República. By Pass de Rutas 8 y 101 s/n. Pando, Uruguay. gares@fq.edu.uy

*Corresponding author: inayarabeatriz@yahoo.com.br

Reference

MARTINS, I. B. A. et al. How do processing technology and formulation influence consumers' choice of fruit juice? **International Journal of Food Science & Technology**, v. n/a, n. n/a, 2020. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijfs.14519> >.

ABSTRACT

The study aimed at investigating the influence of four variables related to processing technology and formulation on consumer's choice of fruit juice, and to explore the moderating effect of Food Technology Neophobia (FTN). A choice-conjoint task was implemented considering four variables: processing technology, added-sugar, preservatives and cold-pressing. Sixteen pairs of labels were presented to 369 Brazilian consumers to that indicate which of the products they would purchase. Then, they answered the FTN scales and a socio-demographic questionnaire. Data were analyzed using a logit model with random parameters. Results showed that cold-pressing, pressurization, and the claims "no added sugar" and "no preservatives" had a positive effect on consumers' choices, whereas the claim "not pressurized" had a negative effect. The FTN moderated the effect of the variables on participants' choices of fruit juices. The main difference between groups of consumers with different level of neophobia (low, medium and high) was related to the effect of information about juice processing.

Keywords: Juices; *Choice-based conjoint*; *Consumer studies*; *Packaging*; Food Technology Neophobia (FTN); *High hydrostatic pressure*; *cold pressed*; *Low sugar*; Preservatives.

1. INTRODUCTION

In recent years, there has been a growing interest in the implementation of processes that minimally modify the sensory, nutritional, and functional properties of fruit and vegetable juices and beverages (Bevilacqua et al. 2018). In particular, premium quality juices obtained by cold pressing have been rapidly growing around the world, mainly due to an increase in consumers' demand for fresh juice (Biancaniello et al. 2018). Cold pressing uses hydraulic presses and grinders of low rotation speed, which minimizes extraction temperature and contact with oxygen and, consequently, the oxidation of nutrients, volatile compounds, and the denaturation of enzymes (Koutchma et al. 2016, Biancaniello et al. 2018). However, one of the disadvantages of cold pressed juices is their short shelf life, in addition to the risk of disease outbreaks and food poisoning (Danyluk et al. 2012, Koutchma et al. 2016).

Non-thermal technologies are increasingly used to preserve the sensory and nutritional characteristics of fresh products, guarantee their microbiological safety and extend their shelf life (Koutchma et al. 2016, Nielsen et al. 2009). In particular, high pressure processing (HPP) is one of the most widely used non-thermal technologies for the production of fruit juice (Romano et al. 2015), and particularly cold-pressed juices (Koutchma et al., 2016). Juices are subjected to high pressures, usually in the range of 400-600 MPa with low retention time and at lower temperatures compared to thermal treatments (Zabetakis et al. 2000).

Despite the advantages of non-thermal technologies, consumers are increasingly critical of processing technologies, which they believe are overly modifying the original food and can be dangerous for health and the environment (Sillani and Nassivera 2015; Ares and Deliza 2019). This has led to an increased interest in minimally processed foods, i.e. products similar to natural foods and without the use of additives (Timmermans et al. 2011, Lavilla and Gayán 2018). In the specific case of Brazil, the dietary guidelines for the Brazilian population are mainly focused on promoting consumption of natural and minimally processed foods instead of processed or ultra-processed products (Ministry of health, 2014).

Taking into account the increased interest in fresh fruit juices and the skepticism about new technologies, some food companies have started to use several claims making allusion to the non-use of HPP (e.g. "HPP free", "No HPP") as a marketing strategy (Juice-Generation 2018, Zest Juice Co 2018, Zula 2018). Considering that information about the benefits of this technology have a positive impact on consumers' associations, this strategy is expected to generate negative associations (Romano et al. 2015, Deliza et al. 2005, Abadio Finco et al. 2010).

In the specific case of juice, preservatives have been reported to have a negative influence on consumers' choices. Ferrarezi et al. (2013) reported that the information "without preservatives/natural" was the attribute that had the largest influence on consumers' purchase intention of orange juice. Similarly, Romano et al. (2015) found that information about the addition of preservatives to pomegranate nectar had a negative impact on consumers' purchase intention.

Industrialized juices are among the largest contributors to the intake of free sugars (Gill and Sattar 2014). Given that excessive sugar intake has been associated with obesity and non-communicable diseases, a reduction in the consumption of products with high sugar content has been extensively recommended (World Health Organization, 2015). This has led to an increased interest in the reduction of the added sugar content of fruit juices (Tsitlakidou et al. 2019, Lima et al. 2019a, Oliveira et al. 2018b).

Consumers' perception of food products obtained using novel processing technologies can be affected by food technology neophobia (FTN), i.e. consumers' fear of new technologies used for food processing (De Steur et al. 2016). In order to investigate consumer attitude (acceptance/rejection) towards a novel technology, a specific scale named Food Technology

Neophobia (FTNS) was developed by Cox and Evans (2008). It allows the identification of segments of consumers with similar response (Vidigal et al., 2015). Several studies have pointed out that consumers with high FTN show high levels of concern towards novel food, especially towards those that have undergone a considerable degree of industrial processing (Coppola et al. 2014).

In this context, the aims of the study were: i) to investigate the relative influence of four characteristics related to processing technology and formulation on consumers' choice of a tropical juice, and ii) to explore how food technology neophobia moderates the influence of those variables.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Participants

A total of 369 people participated in the study. They were recruited using a Facebook advertisement targeted at Brazilian users older than 18 years. The advertisement appeared on the news' feed of a sample of 9478 people, selected by Facebook software, between March and July 2018. It contained a general description of the study and included a link to the questionnaire (Table 1). Participants had to click on the advertisement to access the survey. After completing the questionnaire, they were given the chance of entering a raffle for a gift card equivalent to US\$ 25.

Table 1. Socio-demographic characteristics of the participants (n=369).

Characteristic	Participants (%)			
	Food Technology Neophobia			
	Total sample (n=369)	Low (n=117)	Medium (n=228)	High (n=44)
<i>Gender</i>				
Male	25	28	24	27
Female	75	72	76	73
	χ^2 (p-value)			0.94 (0.625)
<i>Age (years)</i>				
18-25	20	19	18	25
26-35	54	54	55	45
36-45	14	15	15	11
46-55	6	7	5	9
56-65	5	4	4	9
>65	2	2	2	0
	χ^2 (p-value)			6.14 (0.803)
<i>Income</i>				
US\$ 236,62 – US\$ 1183,10	56	60	54	50
> US\$ 1183,10 – US\$ 2366,21	33	31	34	30
> US\$ 2366,21 – US\$ 4732,41	8	7	7	18
> US\$ 4732,41 – US\$ 7098,62	4	3	4	2
	χ^2 (p-value)			7.67 (0.263)

2.2 Experimental Design

Thirty-two images of tropical mixed fruit juice bottles were designed according to a 4 x 2 x 2 x 2 full factorial experimental design with the variables: processing technology, added-sugar, preservatives and cold pressing (Table 2).

Table 2. Variables and levels considered in the design of the mixed fruit juice bottles.

Variables	Levels (§)
Technology	Fresh juice (<i>Suco Fresco</i>)
	Pasteurized juice (No information on the bottles)
	Pressurized juice (<i>Suco pressurizado</i>)
	Non-pressurized juice (<i>Suco não pressurizado</i>)
Sugar	No added sugar (<i>Sem adição de açúcar</i>)
	No information
Preservatives	No preservatives (<i>Sem conservante</i>)
	No information
Cold pressing information	Cold pressed (<i>Prensado a frio</i>)
	No information

The four levels for the variable processing technology were selected based on the characteristics of the juices available in the Brazilian market. Fresh juice was selected because of the great availability and preference of Brazilians (Mintel 2018). Pasteurization is the most common industrial process for fruit juices in Brazil. In this case, no information was presented on the label, mimicking the labels of pasteurized juices commercialized in Brazil. HPP is becoming increasingly popular worldwide. Although pressurized juice companies often present the benefits of high pressure on the label, it was decided not to present this detailed information to avoid bias and to enable the evaluation of the technology itself. Finally, a non-pressurized juice level was selected because of the increasing trend to include this information on the label of fresh juices (Juice-Generation 2018, Zest Juice Co 2018, Zula 2018).

Information about cold pressing was included using a claim on the package given the increasing popularity of this technology for obtaining fresh and pressurized fruit juices. (Table 2).

The variable sugar was implemented as a claim about ‘no added sugar’ on the package and as ‘no information’ for the regular juice (with added sugar). Regarding preservatives, the claim ‘no preservatives’ was compared with the control condition (with preservatives), operationalized as ‘no information’.

Bottles were designed by a professional graphic designer with extensive experience in the design of food packaging (Figure 1). To ensure that participants were not familiar with the bottles and to prevent the influence of prior knowledge with the product, the bottles did not correspond to juices or brands currently available in the Brazilian market.

A total of 16 sets of two bottles were created using the mix-and-match procedure using the 32 images generated by full factorial design. The position of the bottles within each set was balanced. Fig. 1 shows an example of one of the choice sets, where it can be seen how the information was presented to consumers.



Fig. 1. Examples of the mixed fruit juice bottle images used in the study. The information included in the labels: left packing – pressurised juice, no added sugar and no preservative; right packing – fresh juice, no added sugar and cold pressed.

2.3 Experimental Procedure

Participants were presented with the 16 choice sets, one by one, following a Williams' Latin Square experimental design. For each of the sets, they had to indicate the one they would choose. Then, participants were asked to complete the Portuguese version of the FTNS (Cox and Evans 2008), which has already been validated with Brazilian consumers (Vidigal et al. 2014). They were asked to indicate their degree of agreement with the 13 statements of the scale using 7-point Likert scales (1: strongly disagree, 7: strongly agree) (Table 3). Finally, they answered a series of socio-demographic questions. The study was implemented using Compusense Cloud (Compusense Inc., Canada).

2.4 Data Analysis

All the analyses were performed using R statistical software (R Core Team, 2017).

2.4.1 Identification of the factorial structure of the Food Technology Neophobia Scale using exploratory factor analysis

Data of the FTNS were analyzed using Exploratory Factor Analysis (EFA). Scores of items 6, 7, 8 and 13 were reversed prior to the analysis (Wood et al. 2015). Maximum likelihood

Table 3 - Food Technology Neophobia Scale (FTNS): Items and loadings from the Exploratory Factor Analysis. Cronbach's alpha coefficient is also shown.

Item	Statement	Exploratory Factor Analysis - Factors			
		F1 (23.0%)	F2 (25.0%)	F3 (40.0%)	F4 (12.0%)
1	New food technologies are something I am uncertain about.	-0.03	0.04	0.43	0.01
2	New foods are not healthier than traditional foods.	0.17	0.14	0.45	-0.25
3	The benefits of new food technologies are often grossly overstated.	0.15	0.09	0.31	0.06
4	There are plenty of tasty foods around, so we do not need to use new food technologies to produce more.	0.33	0.15	0.46	-0.3
5	New food technologies decrease the natural quality of food.	0.16	0.12	0.65	0.06
6*	New food technologies are unlikely to have long term negative health effects.	-0.01	0.15	0.2	0.53
7*	New food technologies give people more control over their food choices.	0.14	0.52	0.19	0.18
8*	New products using new food technologies can help people have a balanced diet.	0.06	0.91	0.21	0.05
9	New food technologies may have long term negative environmental effects.	0.11	0.1	0.55	0.28
10	It can be risky to switch to new food technologies too quickly.	0.17	0.12	0.57	0.19
11	Society should not depend heavily on technologies to solve its food problems.	0.24	0.2	0.46	0.01
12	There is no sense trying out high-tech food products because the ones I eat are already good enough.	0.92	0.27	0.29	0
13*	The media usually provides a balanced and unbiased view of new food technologies.	-0.23	0.17	-0.07	0.22
<i>Cronbach's alpha:</i>		-	0.68	0.74	-

* Items that were reversed prior statistical analysis.

estimation method and varimax rotation were used. The number of factors was estimated using parallel analysis. The items with an absolute factor loading of 0.4 or higher were interpreted as having a meaningful contribution to a factor (Paupério et al., 2014; Stevens, 1992). The reliability of the factors was estimated using Cronbach's alpha.

Individuals were sorted into three groups according to their scores in the identified factors, calculated as the sum of the scores of the items that loaded into the factor. The chi-square test was used to compare the groups in terms of their socio-demographic characteristics.

2.4.2 Choice-based conjoint task

Data from the choice experiment were analyzed using a mixed logit model with random parameters (Scarpa, Ferrini, & Willis, 2005) using the mlogit package in R software. The model considered the main effect of the variables included in the experimental design (i.e. processing technology, added-sugar, preservatives and cold pressing), as well as their interactions with the sum of scores of the factors of the FNTS scale for each participant. This allowed the evaluation

of the effect of the variables on participants' choice of the fruit juice (main effects) and how their effect was moderated by FNT. In the analysis, one of the levels of each variable was considered as reference. The model was also estimated for each of the consumer segments identified using the FTNS (Section 2.4.1).

3. RESULTS

3.1. Factorial structure of the Food Technology Neophobia Scale (FTNS)

Parallel analysis indicated that a 4-factor solution was appropriate. However, most factors were only correlated of one or two items: Factor 1 and Factor 4 were composed of one item (12 and 6, respectively), whereas Factor 2 was composed of two items (7 and 8). Factor 3 was the only factor correlated to a set of items (1, 2, 4, 5, 9, 10 and 11), all related to the perceived risks of new food technologies (Table 3). Taking into account that Factor 3 explained the largest percentage of variance and presented high values of the Cronbach's Alpha for internal reliability (>0.70), it was used to segment participants according to their level of FTN.

Following standard practice, consumers were segmented into three groups based on their FTN scores: low, medium and high (Cox & Evans, 2008). The sum of scores of the items correlated to Factor 3 was obtained for each participant, which resulted in scores ranging from 7 to 49 points. Participants were divided into three equally spaced groups: low neophobia if the sum of scores ranged between 7 and 22 ($n=117$); medium neophobia, scores between 23 and 35 ($n=208$); and high neophobia, scores ranging from 36 to 49 ($n=44$). As shown in Table 1, the groups did not significantly differ ($p>0.26$) in their distribution according to gender, age and income.

3.2 Influence of the Experimental Variables on Consumers' Choice of Fruit Juice Bottles in the Choice-based Conjoint Task

Table 4 shows the coefficients of the main effects and the interaction effects of the logit model. All variables had a significant effect on consumers' choice of fruit juice bottles. Pressurized juice and fresh juice showed positive coefficients, suggesting that, on average, consumers chose pressurized juice and fresh juice bottles over regular pasteurized juice bottles (presented with no information about processing technology). On the contrary, the 'Non-pressurized juice' showed a negative coefficient, suggesting that consumers chose the regular pasteurized juice bottles over those featuring this information. Meanwhile, the inclusion of information about no added sugar, no preservatives and cold pressing had a positive effect on consumers' choices, as evidenced by the positive and significant coefficients. The 'No-added sugar' claim reached the largest coefficient in the model, suggesting this variable as having the highest relative importance.

FTN had a significant interaction effect with variables related to processing technology. The coefficient for the interaction between FTN and pressurized juice was negative, which suggests that the positive effect of the pressurization on consumers' choice of fruit juice bottles decreased with increasing levels of FTN. A similar effect was found for information about cold pressing.

3.3. Choice of Fruit Juice Bottles for Groups of Consumers with Different Food Technology Neophobia

Table 5 shows the results of the logit model for each of the groups identified using data from the FTNS. The main difference between the three groups was related to the effect of

Table 4. Average coefficients of the effects included in the logit model for choice of fruit juice.

Effect	Coefficient	Standard error	p-value
<i>Main effects</i>			
Pressurized juice (vs. No information)	0.928	0.268	<0.001*
‘Not pressurized’ juice (vs. No information)	-0.877	0.286	0.002*
Fresh juice (vs. No information)	0.999	0.349	0.004*
No added sugar (vs. No information)	2.041	0.292	<0.001*
No preservatives (vs. No information)	1.192	0.216	<0.001*
Cold pressed (vs. No information)	1.135	0.186	<0.001*
<i>Interaction effects</i>			
Pressurized:Neophobia (vs. No information)	-0.033	0.009	<0.001*
No pressurized juice:Neophobia (vs. No information)	0.015	0.010	0.147
Fresh juice:Neophobia (vs. No information)	0.018	0.012	0.165
No added sugar:Neophobia (vs. No information)	-0.007	0.010	0.497
No preservatives:Neophobia (vs. No information)	0.012	0.008	0.132
Cold pressed juice:Neophobia (vs. No information)	-0.022	0.006	0.001*

* indicates that the coefficient was significant (p<0.05)

information about juice processing, in agreement with the significant interactions reported in Table 4. Information about pressurized juice had a positive effect on the choice of fruit juice bottles only for consumers with low FTN. On the contrary, this information did not have a significant effect on the choices of consumers with medium and high FTN. Similarly, the claim ‘Not pressurized juice’ had a negative effect on the choices of consumers with low and medium FTN and no significant effect on the choices of consumers with high FTN. Regarding information about cold pressing, it did not significantly influence the choices of consumers with high FTN, whereas it had a positive effect on the choice of fruit juices for consumers with low and medium FTN.

4. DISCUSSION

The present study investigated the effect of processing technology and formulation on consumers’ choice of mixed tropical juices. Results showed that the claims "No added sugar", "No preservatives" and "Cold pressed juice" had a positive impact on consumers' choice. This suggests that product characteristics that denote the product as more natural and healthier can play an important role in driving consumers’ choices of fruit juices. This fits with consumers’ growing interest in health, and natural or minimally processed products (Timmermans et al. 2011, Lavilla and Gayán 2018, Ragaert et al. 2004).

The claim "No added sugar" was the most important driver of consumers’ choices. This result has a great relevance and can reflect the efforts made in recent years around the world, and specifically in Brazil, aiming at reduce added sugar intake (World Health Organization, 2015). Previous studies have reported that consumers are generally positive towards

information on sugar reduction (Lima et al. 2019b, Oliveira et al. 2018a, Hagmann et al. 2018, Li et al. 2014). Among the different strategies that could be implemented to reduce sugar

Table 5. Average coefficients of the effects included in the logit model for the choice of the groups with low, medium and high food technology neophobia

Model variable	Coefficient					
	Low (n=117)	p-value	Medium (n=208)	p-value	High (n=44)	p-value
Pressurized juice (vs. No information)	0.392	0.020*	-0.024	0.817	-0.014	0.950
No pressurized juice (vs. No information)	-0.639	<0.001*	-0.467	<0.001*	-0.301	0.219
Fresh juice (vs. No information)	1.493	<0.001*	1.404	<0.001*	1.565	<0.001*
No added sugar (vs. No information)	2.100	<0.001*	1.848	<0.001*	1.495	<0.001*
No preservatives (vs. No information)	1.440	<0.001*	1.588	<0.001*	1.221	<0.001*
Cold pressed (vs. No information)	0.813	<0.001*	0.473	<0.001*	0.254	0.090

consumption, the inclusion of information about sugar content on the front of the package is the most accepted strategy by consumers (Hagmann et al. 2018). However, it is worth mentioning that although information about no added sugar had a positive effect on consumers' choice, product acceptance strongly depends on the sensory characteristics of the product (Carrillo et al. 2012, Lima et al. 2019b, Oliveira et al. 2018a). Further research should investigate how consumers react to fruit juices with no added sugar after tasting. Information about lack of preservatives ("No preservatives") also had a positive influence on consumers' choices. Other studies have also found a preference for foods with information about the absence of preservatives (Gadioli et al. 2013, Martínez Michel et al. 2011). Romano et al. (2015) reported that preservatives and colorings had a negative impact on consumers' purchase intention of fruit juice. In general, consumers have doubts and fears about the use of food additives, and their acceptance/rejection is based more on their perceived risk than on their technological or sensory benefits (Bearth and Hartmann 2017). In addition, food additives are often associated with artificiality and non-naturalness, terms which are associated with detrimental health effects (Bearth et al. 2014, Behrens et al. 2010, Dickson-Spillmann et al. 2011).

Cold pressing also presented a positive effect on consumers' choice of juices. This technology has become increasingly popular as a large number of companies have started using this method of extraction for the production of premium quality juice (Market research future 2018). Few studies have evaluated the influence of this type of information on consumer perception. Martins et al. (2019) have recently reported that Brazilian consumers mainly associate this concept with an unprocessed and natural product, in agreement with the fact that information about cold pressing had a positive effect on consumers' choices.

Regarding the levels of the variable processing technology, the claims "Fresh juice" and "Pressurized juice" had a positive effect on consumers' choice compared to pasteurized juices. However, their relative importance was lower than that of the other variables. This result may

indicate that participants are more concerned about the ingredients added to the product than how it is produced. Thus, highlighting information on the absence of a particular ingredient harmful to health or of an additive can be an important strategy to attract consumers' attention. The positive effect of the claim "Fresh juice" can be explained by the fact that natural juices are the most preferred by Brazilian consumers (Mintel 2018). Natural products without preservatives and additives are generally more attractive to consumers and are considered healthier (Bruhn 2007, Sijtsema et al. 2007).

Although other studies reported that HPP is still unknown by most consumers (Frewer et al. 2011, Nielsen et al. 2009, Lee et al. 2015, Romano et al. 2015), information on pressurization has been reported to have a positive effect on consumers' choice even without additional information on the benefits of the technology (Romano et al., 2015). However, the lack of knowledge about high-pressure technology is a cause for concern, as well as negative associations to products processed by the new technology (Lee et al. 2015). In this sense, in the present study interaction effects between processing technology and FTN was found.

The interaction effects between the variables of the conjoint task and FTN showed that this psychological trait moderated the effect of information related to processing. In particular, FTN moderated the effect of information about pressurization and cold pressing. As FTN increased, the positive effect of pressurization and cold pressing on the choice of juices decreased, whereas the negative effect of the claim "no pressurized juice" disappeared. Conversely, for these participants (with low and medium FTN), information on the absence of processing (No pressurized) negatively affected their choices. According to Coppola et al. (2014a) the demand for modernity and naturalness in relation to food coexist in the marketplace. This was evidenced in the present work as some consumers with low FTN showed a preference for novelty (i.e. cold pressed and pressurized juices), whereas consumers with high technology neophobia showed an aversion for new and unknown foods (high neophobia) and preferred fresh juices without the addition of other ingredients or additives. Other studies have also reported that consumers with high FTN were less willing to try foods produced using new or non-conventional technologies. Matin et al. (2012) and Vidigal et al. (2015) observed that consumers' food technology neophobia significantly affected the acceptance of the use of nanotechnology in food packaging and food applications. Demartini et al. (2019) reported that food technology neophobia was the most important barrier for the acceptance of novel products. This suggest that understanding consumers' food technology neophobia and its determinants is highly relevant when working with new products, especially those involving new technological processes (Vidigal et al. 2015).

5. STRENGTHS AND LIMITATIONS OF THE STUDY

Innovation is a key point for the food industry, very much related to science and technology, and only the companies that are committed to innovation based on science may survive in a competitive market. In this sense, understanding how consumers perceive innovation is a key factor for the differentiation that justifies the use of technology. In the case of High Pressure Processing (HPP) the lack of knowledge about the technology by consumers has motivated marketing strategies that use messages as "HPP Free", "No HPP" or alternative processes, such as "cold pressed" on fruit juice labels, which make the consumer even more confused. At the same time, the food industry has been facing restrictions by consumers concerning processed food, even when healthy processes are used to preserve nutritional quality. Personality traits and specific psychological characteristics such as food technology neophobia moderate the impact of this information on consumers' choice. In this sense, the present study showed that consumers tend to choose fruit juice with claims that denote more natural and healthy characteristics. However, the influence of information about processing

technology was moderated by the level of food technology neophobia. These results can be helpful in guiding the development of communication strategies as well as package design.

The main limitations of the study was the use of a relatively small convenience sample of participants that did not represent the Brazilian population. In particular, in the present study there were many consumers in the 26-35 age group (Millennials or Generation Y). Generation Y have been reported to be concerned about ecological and environmental issue (Wang et al., 2018). In addition, these consumers tend to be health and wellness conscious, with an interest in local, natural, organic, functional and vegetarian/vegan foods and beverages (Lukovitz, 2009). This could have contributed to the results obtained in the study. In addition, few consumers with high food technology neophobia participated in this study. Future studies should replicate and extend the results of the present study with a more diverse consumer sample. In addition, participants' familiarity and knowledge about HPP and cold extraction was not assessed. Familiarity with new technologies and information on their benefits can affect consumer choices. Further research should be conducted to study how food technology neophobia moderates the impact of information about new technologies on consumers' choice.

6. CONCLUSION

Results of the present study showed that variables that denote tropical mixed juice as healthier and more natural have an important role in driving consumer preference and choice, whereas the influence of information about processing technology strongly depended on food technology neophobia. In general, the most important variable for consumer choice was "No added sugar". Although the claims "Pressurized juice" and "Cold pressed juice" also had a positive effect on the general consumer choice of tropical mixed juice bottles. However, this effect decreased with increasing levels of food technology neophobia. This can be justified by the preference for natural and minimally processed foods, along with consumers' lack of knowledge about new technologies.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) for the scholarship provided to the first author, and to CNPq and Faperj for financial support.

7. REFERENCES

- ABADIO FINCO, F. D. B., DELIZA, R., ROSENTHAL, A. & SILVA, C. H. O. (2010). The Effect of Extrinsic Product Attributes of Pineapple Juice on Consumer Intention to Purchase. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 22, 125-142.
- BEARTH, A., COUSIN, M.-E. & SIEGRIST, M. (2014). The consumer's perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefit perceptions. *Food Quality and Preference*, 38, 14-23.
- BEARTH, A. & HARTMANN, C. (2017). Consumers' Perception and Acceptance of Food Additives. In: Reference Module in Food Science.
- BEHRENS, J. H., BARCELLOS, M. N., FREWER, L. J., NUNES, T. P., FRANCO, B. D. G. M., DESTRO, M. T. & LANDGRAF, M. (2010). Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study. *Food Control*, 21, 963-969.
- BEVILACQUA, A., PETRUZZI, L., PERRICONE, M., SPERANZA, B., CAMPANIELLO, D., SINIGAGLIA, M. & CORBO, M. R. (2018). Nonthermal Technologies for Fruit

- and Vegetable Juices and Beverages: Overview and Advances. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17, 2-62.
- BIANCANIELLO, M., POPOVIĆ, V., FERNANDEZ-AVILA, C., ROS-POLSKI, V. & KOUTCHMA, T. (2018). Feasibility of a Novel Industrial-Scale Treatment of Green Cold-Pressed Juices by UV-C Light Exposure. *Beverages*, 4, 29.
- BRUHN, C. M. (2007). Enhancing consumer acceptance of new processing technologies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8, 555-558.
- CARRILLO, E., VARELA, P. & FISZMAN, S. (2012). Packaging information as a modulator of consumers' perception of enriched and reduced-calorie biscuits in tasting and non-tasting tests. *Food Quality and Preference*, 25, 105-115.
- COPPOLA, A., VERNEAU, F. & CARACCILO, F. (2014). Neophobia in food consumption: An empirical application of the FTNS scale in southern Italy. *Italian Journal of Food Science*. 26(1).
- COX, D. N. & EVANS, G. (2008). Construction and validation of a psychometric scale to measure consumers' fears of novel food technologies: The food technology neophobia scale. *Food Quality and Preference*, 19, 704-710.
- DANYLUK, M. D., GOODRICH-SCHNEIDER, R. M., SCHNEIDER, K. R., HARRIS, L. J. & WOROBO, R. W. (2012). Outbreaks of foodborne disease associated with fruit and vegetable juices, 1922–2010. University of Florida.
- DE STEUR, H., ODONGO, W. & GELLYNCK, X. (2016). Applying the food technology neophobia scale in a developing country context. A case-study on processed matooke (cooking banana) flour in Central Uganda. *Appetite*, 96, 391-398.
- DELIZA, R. & ARES, G. (2018). Consumer perception of novel technologies. In: *Fruit Preservation - Novel and Conventional Technologies* (edited by SPRINGER). Pp. 1-20. New York: Springer.
- DELIZA, R., ROSENTHAL, A., ABADIO, F. B. D., SILVA, C. H. O. & CASTILLO, C. (2005). Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. *Journal of Food Engineering*, 67, 241-246.
- DEMARTINI, E., GAVIGLIO, A., LA SALA, P. & FIORE, M. (2019). Impact of information and Food Technology Neophobia in consumers' acceptance of shelf-life extension in packaged fresh fish fillets. *Sustainable Production and Consumption*, 17, 116-125.
- DICKSON-SPILLMANN, M., SIEGRIST, M. & KELLER, C. (2011). Attitudes toward chemicals are associated with preference for natural food. *Food Quality and Preference*, 22, 149-156.
- FERRAREZI, A., MINIM, V. P., DOS SANTOS, K. M. & MONTEIRO, M. (2013). Consumer attitude towards purchasing intent for ready to drink orange juice and nectar. *Nutrition & Food Science*, 43, 304-312.
- FREWER, L. J., BERGMANN, K., BRENNAN, M., LION, R., MEERTENS, R., ROWE, G., SIEGRIST, M. & VEREIJKEN, C. (2011). Consumer response to novel agri-food technologies: Implications for predicting consumer acceptance of emerging food technologies. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 442-456.
- GADIOLI, I. L., PINELI, L. D. L. D. O., RODRIGUES, J. D. S. Q., CAMPOS, A. B., GEROLIM, I. Q. & CHIARELLO, M. D. (2013). Evaluation of Packing Attributes of Orange Juice on Consumers' Intention to Purchase by Conjoint Analysis and Consumer Attitudes Expectation. *Journal of Sensory Studies*, 28, 57-65.
- GILL, J. M. R. & SATTAR, N. (2014). Fruit juice: just another sugary drink? *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2, 444-446.
- HAGMANN, D., SIEGRIST, M. & HARTMANN, C. (2018). Taxes, labels, or nudges? Public acceptance of various interventions designed to reduce sugar intake. *Food Policy*, 79, 156-165.

- JUICE-GENERATION (2018). What is HPP? In: <<https://www.juicegeneration.com/faqs>>.
- KOUTCHMA, T., POPOVIĆ, V., ROS-POLSKI, V. & POPIELARZ, A. (2016). Effects of Ultraviolet Light and High-Pressure Processing on Quality and Health-Related Constituents of Fresh Juice Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 844-867.
- LAVILLA, M. & GAYÁN, E. (2018). Chapter 7 - Consumer Acceptance and Marketing of Foods Processed Through Emerging Technologies. In: *Innovative Technologies for Food Preservation* (edited by BARBA, F. J., SANTANA, A. S., ORLIEN, V. & KOUBAA, M.). Pp. 233-253. Academic Press.
- LEE, P. Y., LUSK, K., MIROSA, M. & OEY, I. (2015). Effect of information on Chinese consumers' perceptions and purchase intention for beverages processed by High Pressure Processing, Pulsed-Electric Field and Heat Treatment. *Food Quality and Preference*, 40, 16-23.
- LI, X. E., LOPETCHARAT, K. & DRAKE, M. (2014). Extrinsic Attributes That Influence Parents' Purchase of Chocolate Milk for Their Children. *Journal of Food Science*, 79, S1407-S1415.
- LIMA, M., ARES, G. & DELIZA, R. (2019a). Comparison of two sugar reduction strategies with children: Case study with grape nectars. *Food Quality and Preference*, 71, 163-167.
- LIMA, M., DE ALCANTARA, M., ARES, G. & DELIZA, R. (2019b). It is not all about information! Sensory experience overrides the impact of nutrition information on consumers' choice of sugar-reduced drinks. *Food Quality and Preference*, 74, 1-9.
- LUKOVITZ, K., 2009. Figuring Out Gen Y's Eclectic Eating Preferences <<https://www.mediapost.com/publications/article/98919/figuring-out-gen-ys-eclectic-eating-preferences.html>>.
- MARKET RESEARCH FUTURE (2018). Cold Pressed Juice Market Research Report - Forecast to 2023. In: *Cooked Research*:<<https://www.reportlinker.com/p05381201/Cold-Pressed-Juice.html>>.
- MARTÍNEZ MICHEL, L., ANDERS, S. & WISMER, W. V. (2011). Consumer Preferences and Willingness to Pay for Value-Added Chicken Product Attributes. *Journal of Food Science*, 76, S469-S477.
- MARTINS, I. B. A., OLIVEIRA, D., ROSENTHAL, A., ARES, G. & DELIZA, R. (2019). Brazilian consumer's perception of food processing technologies: A case study with fruit juice. *Food Research International*, 125, 108555.
- MATIN, A. H., GODDARD, E., VANDERMOERE, F., BLANCHEMANCHE, S., BIEBERSTEIN, A., MARETTE, S. & ROOSEN, J. (2012). Do environmental attitudes and food technology neophobia affect perceptions of the benefits of nanotechnology? *International Journal of Consumer Studies*, 36, 149-157.
- MINISTRY OF HEALTH (2014). Guia alimentar para a população brasileira. 2. ed., 1. reimpr. – Brasília: Ministério da Saúde.
- MINTEL (2018). Sucos - Brasil - Junho 2018. <<https://store.mintel.com/sucos-brasil-junho-2018>>: Mintel Store.
- NIELSEN, H. B., SONNE, A.-M., GRUNERT, K. G., BANATI, D., POLLÁK-TÓTH, A., LAKNER, Z., OLSEN, N. V., ŽONTAR, T. P. & PETERMAN, M. (2009). Consumer perception of the use of high-pressure processing and pulsed electric field technologies in food production. *Appetite*, 52, 115-126.
- OLIVEIRA, D., ARES, G. & DELIZA, R. (2018a). The effect of health/hedonic claims on consumer hedonic and sensory perception of sugar reduction: Case study with orange/passionfruit nectars. *Food Research International*, 108, 111-118.

- OLIVEIRA, D., GALHARDO, J., ARES, G., CUNHA, L. M. & DELIZA, R. (2018b). Sugar reduction in fruit nectars: Impact on consumers' sensory and hedonic perception. *Food Research International*, 107, 371-377.
- RAGAERT, P., VERBEKE, W., DEVLIEGHERE, F. & DEBEVERE, J. (2004). Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference*, 15, 259-270.
- ROMANO, K. R., ROSENTHAL, A. & DELIZA, R. (2015). How do Brazilian consumers perceive a non-traditional and innovative fruit juice? An approach looking at the packaging. *Food Research International*, 74, 123-130.
- SIJTSEMA, S., LINNEMANN, A., BACKUS, G., JONGEN, W., VAN GAASBEEK, T. & DAGEVOS, H. (2007). Exploration of projective techniques to unravel health perception. *British Food Journal*, 109, 443-456.
- SILLANI, S. & NASSIVERA, F. (2015). Consumer behavior in choice of minimally processed vegetables and implications for marketing strategies. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 339-345.
- TIMMERMANS, R. A. H., MASTWIJK, H. C., KNOL, J. J., QUATAERT, M. C. J., VERVOORT, L., DER PLANCKEN, I. V., HENDRICKX, M. E. & MATSER, A. M. (2011). Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 12, 235-243.
- TSITLAKIDOU, P., VAN LOEY, A., METHVEN, L. & ELMORE, J. S. (2019). Effect of sugar reduction on flavour release and sensory perception in an orange juice soft drink model. *Food Chemistry*, 284, 125-132.
- VIDIGAL, M. C. T. R., MINIM, V. P. R., MOREIRA, R. T., PIRES, A. C. D. S., FERREIRA, M. A. M., GONÇALVES, A. C. A. & MINIM, L. A. (2014). Tradução e validação para a língua portuguesa da escala de neofobia em relação à tecnologia de alimentos: food technology neophobia scale. *Ciência Rural*, 44, 174-180.
- VIDIGAL, M. C. T. R., MINIM, V. P. R., SIMIQUELI, A. A., SOUZA, P. H. P., BALBINO, D. F. & MINIM, L. A. (2015). Food technology neophobia and consumer attitudes toward foods produced by new and conventional technologies: A case study in Brazil. *LWT - Food Science and Technology*, 60, 832-840.
- WANG, J.W. S., XUE, H., WANG, Y., LI, J. (2018). Green image and consumers' word-of-mouth intention in the green hotel industry: The moderating effect of Millennials. *Journal of Cleaner Production*, 181, 426-436.
- WOOD, N. D., AKLOUBOU GNONHOSOU, D. C. & BOWLING, J. (2015). Combining Parallel and Exploratory Factor Analysis in Identifying Relationship Scales in Secondary Data. *Marriage & family review*, 51, 385-395.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, W. (2015). Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization.
- ZABETAKIS, I., LECLERC, D. & KAJDA, P. (2000). The Effect of High Hydrostatic Pressure on the Strawberry Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 2749-2754.
- ZEST JUICE CO (2018). HPP free. In: < <https://www.zestjuiceco.com/what-is-hpp/>>.
- ZULA (2018). HPP. What It Is and Why You Should Care. In: <<https://zulajoice.com/hpp-what-is-it/>>.

APÊNDICE IV

Frequência (%) dos termos CATA usados para descrever as amostras na condição Sem informação (Sem inf.) e Com informação (Com inf.).

	F3 + 3 % de açúcar		F3 sem açúcar		F4 + 3 % de açúcar		F4 sem açúcar		F5 + 3 % de açúcar		F5 sem açúcar		F6 + 3 % de açúcar		F6 sem açúcar		F13 + 3 % de açúcar		F13 sem açúcar	
	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.	Sem inf.	Com inf.
Adstringente	9	9	21	15	7	9	15	10	13	7	16	12	7	10	14	12	13	10	23	15
Aparência heterogênea	9	8	7	14	9	14	8	8	12	7	13	12	9	10	10	10	10	12	8	13
Aguado	23	20	35	49	31	35	63	63	15	15	28	34	20	20	35	45	15	20	33	47
Consistente	31	34	20	21	23	26	8	14	38	34	12	26	28	23	12	13	30	29	16	24
Aparência Homogênea	12	14	12	10	14	15	10	13	14	22	8	9	23	19	7	12	20	14	10	13
Cor amarela	48	49	57	50	44	42	56	42	7	5	5	2	8	5	3	5	14	8	12	21
Cor avermelhada	2	0	2	0	1	1	1	2	17	14	17	15	22	9	22	19	8	12	8	3
Doce	30	44	2	7	28	38	0	3	28	27	1	8	24	37	3	5	34	47	1	3
Cor laranja	3	7	0	7	10	9	6	5	43	38	37	33	33	35	33	29	38	31	29	22
Gosto ácido	6	5	9	8	2	1	8	3	12	8	29	31	7	8	24	15	2	6	19	8
Gosto amargo	6	1	15	10	1	2	13	20	8	6	21	27	5	5	22	28	2	2	19	22
Pouco doce	37	31	63	63	43	28	56	50	41	38	58	38	49	31	57	52	34	27	59	50
Presença de partículas	21	28	16	30	16	22	15	26	23	24	16	19	19	23	15	15	15	24	20	28
Refrescante	27	40	16	21	31	38	15	14	35	38	20	21	31	44	16	16	31	37	17	19
Sabor de caju	67	78	62	69	37	37	29	40	28	37	24	27	14	14	14	23	34	48	34	36
Sabor de acerola	7	14	9	10	13	21	7	16	49	58	52	55	53	64	49	50	40	44	28	40
Sabor de melão	15	15	8	19	35	48	26	31	9	21	8	16	15	23	12	10	21	27	17	14