

Development and Sensory Analysis of *Adansonia Digitata* L. Fruit-Based Beverages

Desenvolvimento e Análise Sensorial de Bebidas à Base da Fruta da *Adansonia Digitata* L.

Agnelo Monteiro ¹ , Eduardo Gomes ¹ , Iuri Lopes ¹, Sayra Bal ², and Leandro Oliveira ³  

Keywords: Mucua, baobab, beverages, sensorial analysis, innovation

Palavras-chave: Múcua, baobá, bebidas, análise sensorial, inovação

To Cite:

Monteiro, A. *et. al* (2023) Development and Sensory Analysis of *Adansonia Digitata* L. Fruit-Based Beverages. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*, 20(2), 1-15.

 [10.19277/bbr.20.2.327](https://doi.org/10.19277/bbr.20.2.327)

1 - School of Sciences and Health Technologies, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Av. Campo Grande 376, 1749-024 Lisbon, Portugal

2 - Department of Nutrition and Dietetics, Health Sciences Faculty, Istinye University, Istanbul 34010, Turkey

3 - CBIOS – Universidade Lusófona's Research Center for Biosciences & Health Technologies, Campo Grande 376, 1749-024 Lisbon, Portugal

Correspondence to / Correspondência a:
leandroliveira.nut@gmail.com

Received / Recebido: 27/10/2023
Accepted / Aceite: 31/12/2023

Abstract

Baobab or mucua, the fruit of Baobab tree (*Adansonia digitata* L.), has interesting nutritional and functional properties for human health. This study aims to develop and realize a sensory analysis and the purchase intentions of two mucua beverages by a sample of adults residing in Portugal. The beverages were developed containing mucua, water, sugar, and one also included vanilla aroma. Participants were recruited within the academic community in May 2023. The tasters evaluated the sensory characteristics of mucua beverages. The sensory analysis involved 45 tasters who were university students and residents in the Lisbon metropolitan area, and for 80% of participants this was the first time they were tasting mucua. Although no significant differences were observed between the attributes of the beverages when compared, the vanilla flavor obtained a higher score in taste and sweetness (median of 6 (4;8) in both), while the beverage without vanilla obtained a higher score in taste (median of 7 (4;8)). Some attributes that need improvement were identified, as approximately 30% of participants pointed out texture as a negative aspect in both beverages. It was also found that tasters would be willing to consume the beverages one to four times a week and pay about € 3 per liter for them. These results suggest that mucua-based beverages with and without vanilla aroma have good acceptance by tasters.

Resumo

O Baobá ou mucua é o fruto da árvore do Baobá (*Adansonia digitata* L.), possui propriedades nutricionais e funcionais interessantes para a saúde humana. Este estudo tem como objetivo desenvolver, realizar a análise sensorial, e avaliar intenções de compra de duas bebidas de mucua por parte de uma amostra de adultos residentes em Portugal. As bebidas foram desenvolvidas contendo mucua, água, açúcar, e uma delas também foi adicionado aroma de baunilha. Os participantes foram recrutados na comunidade académica em maio de 2023. Os provadores avaliaram as características sensoriais das bebidas de mucua. A análise sensorial envolveu 45 provadores, estudantes universitários e residentes na área metropolitana de Lisboa, sendo que para 80% dos participantes esta foi a primeira vez que provaram mucua. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas entre os atributos das bebidas quando comparadas, o aroma de baunilha obteve maior pontuação em sabor e doçura (mediana de 6 (4; 8) em ambos), enquanto a bebida sem baunilha obteve maior pontuação em sabor (mediana de 7 (4; 8)). Foram identificados alguns atributos que precisam de melhorias, cerca de 30 % dos participantes apontou a textura como aspeto negativo em ambas as bebidas. Verificou-se também que os provadores estariam dispostos a consumir as bebidas semanalmente e a pagar cerca de 3€ por litro pelas mesmas. Estes resultados sugerem que as bebidas à base de mucua com e sem aroma de baunilha apresentam boa aceitação pelos provadores.

Introduction

Fruit-based beverages have been an essential part of the food and beverage industry, providing a variety of tasty and nutritious options for consumers worldwide (1). In 2022, the global fruit juice market reached a size of US\$ 147.5 billion (€ 160.8 billion)(2). The market is projected to grow steadily in the coming years, and by 2028, it is expected to reach US\$ 189.9 billion (€ 207.0 billion) (2), displaying a Compound Annual Growth Rate (CAGR) of 4.3% during the period from 2022 to 2028. The fruit and vegetable juice market in Europe is expected to exhibit a CAGR of 1.47% over the next five years (3).

However, in a competitive and constantly evolving scenario, the need for innovation in this sector is more pressing than ever (4). The demand for new ideas and innovative practices has become a requirement to maintain relevance, attract new consumers and face the challenges of the 21st century (5).

Over the past ten years, research in the food sector has focused on meeting consumer market needs, developing new healthier food options. Consumers are increasingly seeking natural products that are generally recognized as safe, produced through sustainable technologies and exhibit specific functional properties (6).

High sugar-content fruit drinks and artificial ingredients have lost space for healthier alternatives, with less added sugar and natural ingredients (5,7). Innovation in the fruit beverage sector can focus on developing options with reduced sugar content, organic ingredients, and additional nutrients to meet the demands of consumers concerned with health (5,8). The incorporation of functional ingredients can add nutritional value and attractiveness to fruit beverages, making them not only tasty but also beneficial to health (8).

Adansonia digitata is a deciduous tree that is part of the *Malvaceae* family (*Bombacoideae*), included in the genus *Adansonia*. It is commonly found in arid or semi-arid regions, predominantly in areas of Africa, Madagascar and Australia. Due to its distinctive morphology, this tree is known by several names, the most common being “baobab” or “imbondeiro”

Introdução

As bebidas à base de frutas têm sido uma parte essencial da indústria de alimentos e bebidas, proporcionando uma variedade de opções saborosas e nutritivas para consumidores em todo o mundo (1). Em 2022, o mercado global de sumos de frutas atingiu US\$ 147,5 mil milhões (€ 160,8 mil milhões (2)). O mercado deverá crescer de forma constante nos próximos anos e, até 2028, deverá atingir US\$ 189,9 mil milhões (€ 207,0 mil milhões (2)), apresentando uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 4,3% durante o período de 2022 a 2028. Nos próximos cinco anos, espera-se que o mercado de sumos de frutas e vegetais na Europa apresente um CAGR de 1,47% (3).

Contudo, num cenário competitivo e em constante evolução, a necessidade de inovação neste setor é mais premente do que nunca (4). A procura por novas ideias e práticas inovadoras tornou-se uma exigência para manter a relevância, atrair novos consumidores e enfrentar os desafios do século XXI (5).

Nos últimos dez anos, a investigação no sector alimentar concentrou-se em satisfazer as necessidades do mercado consumidor, desenvolvendo novas opções alimentares mais saudáveis. Os consumidores procuram cada vez mais produtos seguros e naturais, geralmente reconhecidos como seguros, produzidos através de tecnologias sustentáveis e propriedades funcionais específicas (6).

As bebidas de frutas com alto teor de açúcar e os ingredientes artificiais perderam espaço para alternativas mais saudáveis, com menos adição de açúcar e ingredientes naturais (5,7). A inovação no setor de bebidas de frutas pode concentrar-se no desenvolvimento de opções com teor reduzido de açúcar, ingredientes orgânicos e nutrientes adicionais para atender às procuras por parte de consumidores preocupados com a saúde (5,8). Além disso, a incorporação de ingredientes funcionais pode acrescentar valor nutricional e atratividade às bebidas de frutas, tornando-as não apenas saborosas, mas também benéficas à saúde (8).

A *Adansonia digitata* é uma árvore decídua que faz parte da família *Malvaceae* (*Bombacoideae*), incluída no género *Adansonia*. Ela é comumente encontrada em regiões áridas ou semiáridas, predominando em áreas da África, Madagáscar e Austrália. Devido à sua morfologia distintiva, esta árvore é conhecida por vários nomes, sendo o mais comum “baobá” ou

or "imbondeiro" (9). Mucua or Baobab is the fruit of *Adansonia digitata* L. (Figure 1), and since ancestral times, it has been valued as food and "medicine" by its properties and benefits for human health (10). However, urban growth and the deforestation of forest areas have placed the baobab tree on the red list of endangered species in Angola, as warned by the national director of Biodiversity at the Ministry of the Environment, in Luanda (11). In addition to putting biodiversity at risk, the felling of these trees puts at risk the income of several families who live from the local sale of their fruits (11). Therefore, it is suggested that the valorization of mucua (at a regional and international level) could contribute to the preservation of baobab, as well as encourage its cultivation, and promote the development of the rural economy in Africa (12). The ripe mucua naturally dehydrates in the tree and does not require any artificial process to conserve. The mucua pulp has a slightly sweet acid taste due to its contents of malic acid, citric acid, tartaric acid, ascorbic acid, gallic acid and succinic acid (13,14).

In terms of nutritional composition, per 100 g of dry fruit, the mucua contains: 39.2 g of starch, 7.9 g of glucose, 7.0 g fructose, 1.7 g of sucrose, 0.5 g of lipids, 3.0 g proteins, 80.3 g of dietary fibres, 466 mg vitamin C, 309 mg calcium; 775 mg phosphorus, 14.97 mg of iron, and 155 mg of magnesium. It also has bioactive compounds such as phenolic compounds (total phenols: 702.39 mg/100 g fresh weight of mucua Pulp) and carotenoids (total: 0.29 mg/100 g fresh weight of mucua pulp) (15). Biological studies have indicated that mucua pulp has antidiabetic,

"imbondeiro" ou "embondeiro" (9). A múcua ou baobá é fruto da *Adansonia digitata* L. (Figura 1) e, desde os tempos ancestrais, é valorizada como alimento e "remédio" pelas suas propriedades e benefícios para a saúde humana (10). Contudo, o crescimento urbano e a desmatagem de áreas florestais colocaram o imbondeiro na lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção em Angola, conforme alertado pelo diretor nacional da Biodiversidade do Ministério do Ambiente, em Luanda (11). O abate destas árvores além de pôr em risco a biodiversidade, põe em risco o rendimento de várias famílias que vivem da venda local dos seus frutos (11). Deste modo, sugere-se que a valorização da múcua (a nível regional e internacional) poderá contribuir para a preservação do imbondeiro, bem como incentivar o seu cultivo, e promover o desenvolvimento da economia rural em África (12). A múcua, quando madura, desidrata naturalmente na árvore e não necessita de nenhum processo artificial para conservar, a polpa da múcua tem sabor ácido levemente adocicado devido ao seu conteúdo de ácido málico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido ascórbico, ácido gálico e ácido succínico (13,14).

Em termos de composição nutricional, a múcua apresenta, por 100g de fruto seco: 39,2 g de amido, 7,9 g de glicose, 7,0 g de frutose, 1,7 g de sacarose, 0,5 g de lípidos, 3,0 g de proteínas, 80,3 g de fibras alimentares, 466 mg de vitamina C, 309 mg de cálcio; 775 mg de fósforo, 14,97 mg de ferro e 155 mg de magnésio. Possui também compostos bioativos como compostos fenólicos (fenóis totais: 702,39 mg/100 g de peso fresco de polpa de múcua) e carotenóides (total: 0,29 mg/100 g de peso fresco de polpa de múcua) (15). Estudos biológicos referem que a polpa



Figure 1 - Mucua (baobab): fruit and seeds (Source: Rahul et al. 2015 (9)) /
Figura 1 – Múcua (baobab): fruto e sementes. (Fonte: Rahul et al. 2015 (9))

hepatoprotective, anti-tumor and cardioprotective effects (15). The advantages of developing food products using baobab pulp are diverse due to its nutritional properties. Specifically, the pulp of this fruit can be used in ice cream, yogurts, bakery and pastry products (9), as well as for the development of beverages (16).

Regarding mucua beverages, few studies were found in the literature (16-18). Most of these develop the beverages by mixing 2.5-33.3% of mucua pulp with another fruit, such as banana, pineapple, black-plum, and tigernut (16,17). Of these studies, only one was conducted in Portugal (18), in which seed roasting was used to develop a beverage similar to coffee; however, this study involved a small sample and in a specified region where the majority of the participants knew the fruit.

In fact, despite its nutritional and health properties, the mucua is not yet well known or easily available in Portugal. It is mostly known by members of African and Afro-descendant communities living in Portugal and is sold in some specialised African shops. The aim of this study was to develop two beverages based on mucua fruit and conduct a sensory analysis, specifically evaluating their acceptability, and explore the willingness of potential consumers to consume them.

Materials and Methods

Preparation of mucua-based beverage

The mucua under study was acquired in a local market in Angola and brought to Portugal. Good food safety practices were observed during transportation, storage, and provision of the mucua pulp to the beverage formulation. Both beverages were prepared following a traditional African recipe, which involved combining the ingredients listed in Table 1. The water was brought to a boil in a container, and once it reached the boiling point, the remaining ingredients were added. They were manually mixed for 10 minutes over low heat. Afterward, the drinks were allowed to cool at room temperature for 30 minutes, filtered to remove some insoluble residues, and then stored under refrigeration (0°-4°C) until consumption (tasting). Both had a similar

da múcua tem efeito antidiabético, hepatoprotetor, antitumoral e cardioprotetor (15). As vantagens de desenvolver produtos alimentares utilizando polpa de múcua são diversas devido às suas propriedades nutricionais. Especificamente, a polpa desta fruta pode ser utilizada em gelados, iogurtes, produtos de panificação e pastelaria (9), bem como para o desenvolvimento de bebidas (16).

Em relação às bebidas múcua, poucos estudos foram encontrados na literatura (16-18). A maioria deles desenvolve as bebidas misturando 2,5-33,3% de polpa de múcua com outras frutas, como banana, abacaxi, ameixa preta e *Tigernut* (16,17). Destes estudos, apenas um foi realizado em Portugal (18), que utilizou a torrefação das sementes para desenvolver uma bebida semelhante ao café, contudo este contou com uma amostra pequena e em uma região específica onde a maioria dos participantes conhecia a fruta.

Na verdade, apesar das suas propriedades nutricionais e de saúde, a múcua ainda não é muito conhecida ou facilmente disponível em Portugal. Este é maioritariamente conhecido por elementos de comunidades africanas e afrodescendentes a residirem em Portugal, sendo comercializado em algumas lojas especializadas africanas. O objetivo deste estudo é desenvolver duas bebidas à base de múcua e realizar uma análise sensorial, avaliando especificamente a sua aceitabilidade, e explorar a vontade de potenciais consumidores em consumi-las.

Material e Métodos

Preparação de bebidas à base de múcua

A múcua em estudo foi adquirida num mercado local em Angola e trazida para Portugal. Foram observadas boas práticas de segurança alimentar durante o transporte, armazenamento e fornecimento da polpa da múcua para a formulação da bebida. Ambas as bebidas foram preparadas de acordo com uma receita tradicional africana, combinando os ingredientes listados na Tabela 1. A água foi colocada a ferver num recipiente, quando atingiu o ponto de ebulição foram adicionados os restantes ingredientes, procedendo-se à mistura manual dos mesmos durante 10 minutos em lume brando. Passado esse tempo as bebidas foram colocadas a arrefecer à temperatura ambiente durante 30 minutos, filtradas para retirada de alguns resíduos insolúveis, em seguida foram armazenadas sob refrigeração (0°-4°C) até ao momento do

Table 1 - Composition of the mucua-based beverages, without (A) and with (B) vanilla aroma. /
Tabela 1 - Composição das bebidas à base de múcua, sem (A) e com (B) aroma de baunilha.

	Beverage / Bebida A (g)	Beverage / Bebida B (g)
Boiled water / Água a fervida	850	845
Mucua pulp / Polpa de múcua	75	75
Sugar / Açúcar	75	75
Vanilla aroma / Aroma de baunilha	-----	5
Total / Total	1000	1000

composition, differing only in the addition of artificial vanilla flavoring in one of the formulations. Vanilla flavoring was chosen due to its wide acceptance by consumers and its versatility in combination with different sugar concentrations and types of sweeteners (25,26). The cost per liter of mucua-based drinks was also calculated, taking into account only the price of the ingredients in a local supermarket in Angola.

Sensory analysis

The sensory analysis consisted of an acceptability test with untrained tasters, including students and student workers from Universidade Lusófona – Lisbon, in May 2023. The samples were individually presented in disposable paper cups, accompanied by an online sensory evaluation questionnaire. Access to the questionnaire was provided through a QR code previously made available in paper format. Participants could complete the questionnaire using their own smartphones or tablets or the devices provided by the researchers.

The questionnaire was adapted from a previous study on the sensory analysis of the fruit of *Adansonia digitata* L. (Baobá) *in natura* (19), applied to the same target population. The questionnaire consisted of three sections: 1. Socioeconomic characterization (sex, age, education, etc.); 2. Acceptability test using a 9-point hedonic scale (1 - disliked extremely; 9 - liked extremely); 3. Consumption availability (frequency of consumption and willingness to pay).

In the acceptability test, the tasters evaluated the sensory characteristics of mucua, namely: overall appearance, color, taste, aroma, texture, sweetness, and acidity. The consumption availability was assessed with the following question: "To what extent would you be willing to consume this beverage [with or without vanilla flavoring] regularly?" with responses on a five-point scale (1 - not at all; 5 - very much). The frequency of consumption was evaluated with the question: "How often would you be willing to consume the mucua-based beverage [with or without

consumo (provas). Ambas apresentaram composição semelhante, diferindo apenas na adição de aroma artificial de baunilha em uma das formulações. Escolheu-se o aroma de baunilha devido à sua ampla aceitação pelos consumidores e à sua versatilidade na combinação com diversas concentrações de açúcar e tipos de edulcorantes (25,26). Foi ainda calculado o custo por litro das bebidas à base de múcua, tendo apenas em conta o preço dos ingredientes num supermercado local em Angola.

Análise sensorial

A análise sensorial consistiu num teste de aceitabilidade com provadores não treinados, incluindo estudantes e trabalhadores-estudantes da Universidade Lusófona - Lisboa, no final de maio de 2023. As amostras foram apresentadas individualmente em copos de papel descartáveis, acompanhadas de um questionário de avaliação sensorial online. O acesso ao questionário foi facultado através de um código QR previamente disponibilizado em formato papel. Os participantes poderiam preencher o questionário utilizando seus próprios smartphones ou tablets ou dispositivos fornecidos pelos pesquisadores.

O questionário foi adaptado de um estudo anterior sobre a análise sensorial do fruto da *Adansonia digitata* L. (Baobá) *in natura* (19), aplicado na mesma população-alvo. Este era composto por três seções: 1. Caracterização socioeconómica (sexo, idade, escolaridade, etc.); 2. Teste de aceitabilidade utilizando escala hedónica de 9 pontos (1 - desgostei muitíssimo; 9 - gostei muitíssimo); 3. Disponibilidade de consumo (frequência de consumo e disposição a pagar).

No teste de aceitabilidade, os provadores avaliaram as características sensoriais da múcua, a saber: aparência geral, cor, sabor, aroma, textura, doçura e acidez. A disponibilidade de consumo foi avaliada com a seguinte questão: "Até que ponto estaria disposto a consumir esta bebida [com ou sem aroma de baunilha] regularmente?" com respostas em

Table 2 - Sociodemographic characteristics of the participants. /
Tabela 2 – Características sociodemográficas dos participantes.

	n=45	Median / Mediana (P25; P75)
Age / Idade		21 (19; 22.5)
		n (%)
Sex / Sexo		
Male / Masculino		24 (53.3)
Female / Feminino		21 (46.7)
Occupation / Ocupação		
Student / Estudante		39 (86.7)
Student Worker / Trabalhador-estudante		6 (13.3)
Nationality / Nacionalidade		
Portugal		35 (77.8)
Angola		7 (15.6)
Brazil / Brasil		2 (4.4)
Mozambique / Moçambique		1 (2.2)
Do you like to try new foods? / Gosta de provar novos alimentos?		
Yes / Sim		36 (93.3)
No / Não		9 (6.7)
Is this the first time you will taste mucua? / É a primeira vez que prova múcua?		
Yes/ Sim		36 (80.0)
No/ Não		9 (20.0)

vanilla flavoring] if it were available in the market at an affordable price?" with responses on an 8-point scale (1 - never; 8 - every day). The willingness to pay was assessed with the question: "What price per liter would you be willing to pay for this beverage [with or without vanilla]?" with an open-ended response. The procedures used were those recommended by Teixeira (20) for sensory analysis, namely the provision of 50 ml of the sample and the provision of water for papillary cleansing during the evaluation.

Ethical approval

This work was approved by the Ethics Committee of the School of Health Sciences and Technologies of the Lusófona University (P15-23). All the ethical guidelines established by the 1964 Helsinki Declaration, as well as subsequent amendments and other equivalent ethical norms were followed. Before participating, all volunteers received complete information about the study and gave their informed consent, fully apprised of the objective and procedure of the study. To protect

uma escala de cinco pontos (1 - nada; 5 - muito). A frequência de consumo foi avaliada com a pergunta: "Com que frequência estaria disposto a consumir a bebida à base de múcua [com ou sem aroma de baunilha] se ela estivesse disponível no mercado a um preço acessível?" com respostas em escala de 8 pontos (1 - nunca; 8 - todos os dias). A disposição a pagar foi avaliada através da pergunta: "Qual o preço por litro que estaria disposto a pagar por esta bebida [com ou sem baunilha]?" com uma resposta aberta. Os procedimentos utilizados foram os recomendados por Teixeira (20) para análise sensorial, nomeadamente o fornecimento de 50 ml da amostra e o fornecimento de água para limpeza papilar durante a avaliação.

Aprovação ética

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética da Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde da Universidade Lusófona (P15-23). Foram seguidas todas as orientações éticas estabelecidas pela Declaração de Helsínquia de 1964, bem como as alterações subsequentes e outras normas éticas equivalentes. Antes de participarem, todos os voluntários receberam informações completas sobre o estudo e deram o seu consentimento informado, plenamente esclarecidos sobre o objetivo e o

the privacy of the participants, the confidentiality of the collected data was guaranteed, with its exclusive use for this study, and anonymity ensured.

Statistical analysis

The statistical evaluation of this study was conducted using the IBM SPSS Statistics software, version 26 for the Windows operating system. The descriptive analysis included the calculation of medians and percentiles (P25; P75), together with the presentation of absolute (n) and relative frequencies (%). Fisher's exact test was used to verify the independence between paired variables. The Mann-Whitney test was chosen to compare ordered means between independent samples. The null hypothesis was rejected when the p value was less than 0.05.

Results and discussion

The aim of this work was to create two mucua-based drinks and evaluate them on a sensory level, as well as to study their acceptability and purchasing interest among potential consumers.

At the time this study was made, the vanilla-flavored mucua drink with vanilla flavoring had a cost per liter of Kz 219.4 (€ 0.24) and the non-vanilla version of Kz 140 (€ 0.15), respectively.

The sociodemographic characterization of the tasters is presented in Table 2. This study involved 45 tasters who were university students and residents in the Lisbon metropolitan area. Most of them were male (53.3%), Portuguese (77.8%), with a median age of 21 (19; 22.5) years. Approximately 90% of participants reported enjoying trying new foods. For 80% of participants, this study was the first time they were tasting mucua.

Table 3 presents the acceptability test results for the mucua beverage with and without vanilla flavor. For the mucua beverage without vanilla flavor, the taste attribute obtained the highest median score, while the appearance attribute obtained the lowest median score. On the other hand, for the mucua beverage with vanilla, the attributes taste, sweetness, and overall appreciation obtained the highest median scores, while the attributes appearance and color obtained the lowest median scores. There were no significant differences observed between the attributes of the mucua beverages with and without vanilla flavoring.

procedimento do estudo. Para proteger a privacidade dos participantes, foi garantida a confidencialidade dos dados recolhidos, com a sua utilização exclusiva para este estudo, e assegurado o anonimato.

Análise estatística

A avaliação estatística deste estudo foi conduzida utilizando o software IBM SPSS Statistics, na versão 26 para o sistema operacional Windows. A análise descritiva abrangeu o cálculo de medianas e percentis (P25; P75), juntamente com a apresentação de frequências absolutas (n) e relativas (%). O teste exato de Fisher foi aplicado para verificar a independência entre as variáveis emparelhadas. Para a comparação das médias ordenadas entre amostras independentes, optou-se pelo teste de Mann-Whitney. A hipótese nula foi rejeitada quando o valor de p fosse inferior a 0,05.

Resultados e discussão

O objetivo deste trabalho foi criar duas bebidas à base de múcua e avaliá-las a nível sensorial, bem como estudar a sua aceitabilidade e interesse de compra por parte de potenciais consumidores.

Na altura em que este estudo foi realizado, a bebida à base de múcua com aroma de baunilha tinha um custo por litro de Kz 219,4 (€ 0.24) e a versão sem aroma de baunilha de Kz 140,8 (€ 0.15), respetivamente.

Na Tabela 2 é apresentada a caracterização sociodemográfica dos provadores. Este estudo envolveu 45 provadores, estudantes universitários e residentes na área metropolitana de Lisboa. A maioria era do sexo masculino (53,3%), portugueses (77,8%), com mediana de idade de 21 (19; 22,5) anos. Aproximadamente 90% deles gostam de experimentar novos alimentos. Para 80% dos participantes esta foi a primeira vez que provaram múcua.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos testes de aceitabilidade para a bebida de múcua com e sem aroma de baunilha. Para a bebida de múcua sem aroma de baunilha, o atributo sabor obteve a mediana mais alta, enquanto o atributo aparência obteve a mediana mais baixa. Por outro lado, para a bebida de múcua com baunilha, os atributos sabor, doçura e apreciação global obtiveram as medianas mais altas, enquanto os atributos aparência e cor obtiveram as medianas mais baixas. Não foram observadas diferenças significativas entre os atributos das bebidas de múcua com e sem aroma de baunilha.

Table 3 - Acceptability test of the mucua beverages without and with vanilla aroma (n=45)/**Tabela 3** - Teste de aceitabilidade das bebidas de múcua sem e com aroma de baunilha (n=45).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Median/ Mediana
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	(P25; P75)
Mucua Beverage without vanilla aroma/ Bebida Mucua sem aroma de baunilha										
Appearance / Aparência	6 (13.3)	6 (13.3)	11 (24.4)	8 (17.8)	5 (11.1)	2 (4.4)	2 (4.4)	2 (4.4)	3 (6.7)	3 (2; 5)
Color / Cor	5 (11.1)	10 (22.2)	6 (13.3)	7 (15.6)	6 (13.3)	4 (8.9)	3 (6.7)	1 (2.2)	3 (6.7)	4 (2; 5.5)
Aroma	0 (0.0)	7 (15.6)	8 (17.8)	6 (13.3)	6 (13.3)	3 (6.7)	3 (6.7)	5 (11.1)	7 (15.6)	5 (3; 8)
Texture / Textura	1 (2.2)	7 (15.6)	5 (11.1)	8 (17.8)	2 (4.4)	10 (22.2)	2 (4.4)	5 (11.1)	5 (11.1)	5 (3; 7)
Taste / Sabor	0 (0.0)	3 (6.7)	4 (8.9)	8 (17.8)	4 (8.9)	3 (6.7)	5 (11.1)	10 (22.2)	8 (17.8)	7 (4; 8)
Sweetness / Doçura	0 (0.0)	5 (11.1)	5 (11.1)	10 (22.2)	4 (8.9)	3 (6.7)	8 (17.8)	5 (11.1)	5 (11.1)	5 (4; 7)
Acidity / Acidez	4 (8.9)	4 (8.9)	9 (20.0)	5 (11.1)	9 (20.0)	3 (6.7)	3 (6.7)	5 (11.1)	3 (6.7)	5 (3; 6.5)
Overall appreciation / Apreciação geral	0 (0.0)	5 (11.1)	4 (8.9)	7 (15.6)	2 (4.4)	5 (11.1)	8 (17.8)	6 (13.3)	8 (17.8)	6 (4; 8)
Mucua Beverage with vanilla aroma / Bebida Mucua com aroma de baunilha										
Appearance / Aparência	5 (11.1)	11 (24.4)	4 (8.9)	10 (22.2)	6 (13.3)	0 (0.0)	2 (4.4)	4 (8.9)	3 (6.7)	4 (2; 5)
Color / Cor	5 (11.1)	9 (20.0)	4 (8.9)	6 (13.3)	6 (13.3)	5 (11.1)	5 (11.1)	2 (4.4)	3 (6.7)	4 (2; 6)
Aroma	3 (6.7)	7 (15.6)	3 (6.7)	9 (20.0)	5 (11.1)	3 (6.7)	4 (8.9)	7 (15.6)	4 (8.9)	5 (3; 7.5)
Texture / Textura	0 (0.0)	6 (13.3)	6 (13.3)	8 (17.8)	7 (15.6)	3 (6.7)	3 (6.7)	7 (15.6)	5 (11.1)	5 (3; 8)
Taste / Sabor	3 (6.7)	2 (4.4)	5 (11.1)	7 (15.6)	3 (6.7)	3 (6.7)	2 (4.4)	12 (26.7)	8 (17.8)	6 (4; 8)
Sweetness / Doçura	2 (4.4)	3 (6.7)	5 (11.1)	7 (15.6)	4 (8.9)	3 (6.7)	5 (11.1)	8 (17.8)	8 (17.8)	6 (4; 8)
Acidity / Acidez	4 (8.9)	5 (11.1)	5 (11.1)	8 (17.8)	8 (17.8)	2 (4.4)	4 (8.9)	6 (13.3)	3 (6.7)	5 (3; 7)
Overall appreciation/ Apreciação geral	1 (2.2)	5 (11.1)	3 (6.7)	7 (15.6)	3 (6.7)	7 (15.6)	3 (6.7)	15 (33.3)	4 (8.9)	6 (4; 8)
Legend: 1 - Strongly disliked 2 - Disliked very much 3 - Disliked moderately 4 - Disliked slightly 5 - Neither liked nor disliked 6 - Liked slightly 7 - Liked moderately 8 - Liked very much 9 - Liked extremely. / Legenda: 1 - Desgostei muito 2 - Desgostei muito 3 - Desgostei moderadamente 4 - Desgostei ligeiramente 5 - Nem gostei nem desgostei 6 - Gostei ligeiramente 7 - Gostei moderadamente 8 - Gostei muito 9 - Gostei extremamente										

These results indicate that in both cases the taste of mucua beverage was well appreciated by the participants. In addition, the inclusion of vanilla flavoring seemed to enhance the attributes of taste, sweetness, and overall appreciation of the mucua beverage. However, it is important to note that appearance and color attributes have received lower scores, suggesting that there may be room for improvements in the visual aspects of the beverage. The presence of vanilla flavoring did not significantly impact the attributes of the mucua beverage, indicating that the addition of vanilla did not drastically alter the overall appreciation of the beverage. In fact, the overall appreciation and taste

Estes resultados indicam que em ambos os casos o sabor da bebida de múcua foi muito apreciado pelos participantes. Além disso, a inclusão do aroma de baunilha pareceu realçar os atributos de sabor, doçura e apreciação geral da bebida de múcua. Porém, é importante ressaltar que os atributos aparência e cor receberam pontuações mais baixas, sugerindo que pode haver espaço para melhorias nos aspectos visuais da bebida. A presença do aroma de baunilha não impactou significativamente os atributos da bebida de múcua, indicando que a adição de baunilha não alterou drasticamente a apreciação global da bebida. Na verdade, a apreciação global e o sabor destas bebidas foram semelhantes aos de outro estudo com

Table 4 - Positive and negative aspects of the mucua beverages with and without vanilla aroma. /
Tabela 4 - Aspetos positivos e negativos das bebidas de múcua com e sem aroma de baunilha..

		Mucua beverage with vanilla aroma / Bebida de múcua com aroma de baunilha n (%)	Mucua beverage without vanilla aroma / Bebida de múcua sem aroma de baunilha n (%)
Positive aspects / Aspetos positivos		n = 46	n = 57
	Taste / Sabor	34 (73.9)	39 (68.4)
	Texture / Textura	6 (13.0)	7 (12.3)
	Aroma	2 (4.3)	4 (7.0)
	Sweetness / Doçura	4 (8.7)	7 (12.3)
Negative aspects / Aspetos negativos		n=38	n=32
	Aspect / Aspeto	7 (18.4)	8 (25.0)
	Texture / Textura	15 (29.5)	11 (34.4)
	Aroma	4 (10.5)	3 (9.3)
	Sweetness / Doçura	3 (7.9)	2 (6.3)
	Acidity / Acidez	3 (7.9)	2 (6.3)
	Color / Cor	6 (15.8)	6 (18.8)

of these beverages were similar to those of another study with tigernut-mucua beverages (17), but were worse in the color and appearance attributes. Another sensory analysis study (16), involving juice blends from mucua, pineapple, and black-plum fruits, reported lower scores for taste and overall appreciation when compared to the current evaluation of a 100% mucua beverage. This can be explained by the fact that these studies were performed in African countries where the mucua is well known, and therefore tasters are familiar with the aspect, color, texture, and taste of the fruit/ fruit beverages, which is not the case with Portugal.

In the previous study conducted in Portugal (18), one beverage with mucua and another with mucua and banana were developed. The overall appreciation, taste, and the sweetness were the least well-classified attributes for the mucua-based beverage, unlike our study. In this study, individuals who did not know the fruit attributed, in general, lower scores than those who already knew the fruit. As most of our tasters did not know the fruit, this may explain some low scores in some attributes.

Positive and negative aspects of the mucua beverages with and without vanilla flavoring tested in the current study are presented in Table 4. The positive attributes mentioned for the beverages were taste, texture, aroma, and sweetness. Taste was the most mentioned

bebidas de múcua e *tigernut* (17), mas foram piores nos atributos de cor e aparência. Outro estudo (16), envolvendo misturas de sumos de frutas de múcua, abacaxi e ameixa preta, que também passou por análise sensorial, relatou pontuações mais baixas para sabor e apreciação geral quando comparado aos resultados atuais, onde uma bebida feita com 100% de múcua foi avaliado. Isto pode ser explicado pelo facto de estes estudos terem sido realizados em países africanos onde a múcua é bem conhecida e, portanto, os provadores estão familiarizados com o aspeto, cor, textura e sabor das frutas/bebidas de fruta, o que não é o caso com Portugal.

No estudo anterior realizado em Portugal (18), no qual foi desenvolvida uma bebida com múcua e outra com múcua e banana, constatou-se que a apreciação geral, o sabor e a doçura foram os atributos menos bem classificados para a bebida à base de múcua, ao contrário do nosso estudo. Neste estudo constatou-se também que os indivíduos que não conheciam a fruta atribuíram, em geral, pontuações mais baixas em comparação com aqueles que já conheciam a fruta. Isto pode explicar algumas pontuações baixas em alguns atributos, já que a maioria dos nossos provadores não conhecia a fruta.

Na Tabela 4 são apresentados aspetos positivos e negativos das bebidas de múcua com e sem aroma de baunilha. Os atributos positivos mencionados para as bebidas foram sabor, textura, aroma e doçura. Verificou-se que o sabor foi o aspeto positivo mais

Table 5 - Willingness to consume and frequency of consumption mucua-based beverages. /
Tabela 5 - Disposição para consumir e frequência de consumo de bebidas à base de múcua.

	n (%)
Which of the beverages did you like the most? / Qual das bebidas gostou mais?	
Mucua Beverage with vanilla aroma / Bebida de múcua com aroma de baunilha	16 (35.6)
Mucua Beverage without vanilla aroma / Bebida de múcua sem aroma de baunilha	29 (64.4)
How often would you be willing to consume the mucua-based beverage without vanilla aroma if it were available on the market at an affordable price? / Com que frequência estaria disposto a consumir a bebida à base de múcua sem aroma de baunilha se ela estivesse disponível no mercado a um preço acessível?	
Never/ Nunca	5 (11.1)
Once a month or less / Uma vez por mês ou menos	10 (22.2)
Two times in a month / Duas vezes por mês	2 (4.4)
Three to four times a month / Três a quatro vezes por mês	10 (22.2)
One to two times a week / Uma a duas vezes por semana	10 (22.2)
Three to four times a week / Três a quatro vezes por semana	4 (8.9)
Five to six times a week / Cinco a seis vezes por semana	1 (2.2)
Every day / Todos os dias	3 (6.7)
How often would you be willing to consume the mucua-based beverage with vanilla aroma if it were available on the market at an affordable price? / Com que frequência estaria disposto a consumir a bebida à base de múcua com aroma de baunilha se ela estivesse disponível no mercado a um preço acessível?	
Never / Nunca	10 (22.2)
Once a month or less / Uma vez por mês ou menos	14 (31.1)
Two times in a month / Duas vezes por mês	2 (4.4)
Three to four times a month / Três a quatro vezes por mês	5 (11.1)
One to two times a week / Uma a duas vezes por semana	9 (29.0)
Three to four times a week / Três a quatro vezes por semana	3 (6.7)
Five to six times a week / Cinco a seis vezes por semana	1 (2.2)
Every day / Todos os dias	1 (2.2)

positive aspect in both beverages (with and without vanilla flavoring). This suggests that these elements are the most important for the overall appreciation of beverages among participants. The observation that the taste was the most mentioned attribute as a positive aspect in both beverages reinforces its significant relevance in the sensory analysis. This may indicate that participants consider taste a crucial determinant of their choice and acceptance, corroborating the study of Horlu, Egbadzor, Akuaku, and Akumah (21). On the other hand, the negative attributes mentioned for the beverages were appearance, texture, aroma, sweetness, acidity, and color. Texture was found to be the most mentioned negative aspect in both beverages, specifically the fact that they were "very thick". This suggests that texture is an area of critical concern that may need adjustment to improve beverage acceptance. The

mencionado tanto nas bebidas com e sem aroma de baunilha. Isto sugere que estes elementos são os mais importantes para a apreciação global das bebidas entre os participantes. O facto de o sabor ter sido o atributo mais mencionado como aspeto positivo em ambas as bebidas reforça a sua importância para a análise sensorial, isto pode indicar que os participantes consideram o sabor como um determinante crucial da sua escolha e aceitação (21). Por outro lado, os atributos negativos mencionados para as bebidas foram aparência, textura, aroma, doçura, acidez e cor. A textura foi o aspeto negativo mais mencionado tanto nas bebidas com quanto sem aroma de baunilha, mais especificamente foi mencionado o fato de serem "muito espessas". Isto sugere que a textura é um atributo que pode precisar de ajustes para melhorar a aceitação da bebida. Nenhum dos estudos encontrados em bebidas com

attribute of texture was not evaluated in either of the previously published studies regarding beverages with mucua (16,17), however, in the Kivoloka study (18), the “body” of the beverage was evaluated, and a high score was obtained. Again, the familiarity factor with the fruit / mucua beverages may have had some influence.

Regarding acidity, the mucua has an acidic pH (14), which may not be appealing to some tasters.

Table 5 summarises the willingness to consume and the possible frequency of consumption of mucua-based beverages. The majority of the tasters (64.4%) preferred the beverage without vanilla flavoring. This suggests that among the options available, the vanilla-free version seems to have attracted more participants. This preference may be related to the original taste of the mucua beverage or other sensory characteristics that are more appreciated when not masked by the flavor of vanilla.

If the mucua beverage without vanilla flavoring were available in the market at an affordable price, 33.1% of the tasters would be willing to consume it one to four times a week. In the case of the beverage with vanilla flavoring, this value is 35.7% for a consumption willingness of one to four times a week. There seems to be a potential interest in incorporating this beverage into the weekly consumer routine if it were offered at a competitive price. In the case of mucua beverage without vanilla flavoring, although the proportion is slightly smaller (33.1%), a substantial portion of tasters demonstrated interest in consuming it as often. This may indicate that, despite the preference for the mucua beverage with vanilla flavoring, there is a segment of the public that also appreciates the vanilla-free mucua beverage.

When asked about the price they would pay for these beverages, only eight responses were obtained, none of which exceeded €3 per liter for both beverages. This suggests that to ensure the acceptance and commercial viability of these beverages, it is important to consider consumer price sensitivity and adjust the pricing accordingly. Furthermore, the decision to purchase mucua products may depend on their properties, such as their pleasant taste and nutritional benefits (21). In this sense, making the fruit and its properties better known may be important for the launch of new mucua products, including beverages in Portugal. It should also be noted that the price that the participants were willing to pay (€3/liter) is much higher than the production costs of the

múcua (16,17) avaliou o atributo textura da bebida, mas mais uma vez o fator familiaridade com as bebidas de frutas/múcua pode ter alguma influência. No entanto, no estudo de Kivoloka (18), avaliou-se o “corpo” da bebida, obtendo-se uma pontuação elevada, o que pode ser explicado pelo fato de a maioria dos provadores deste estudo ter familiaridade com a mucua.

Quanto à acidez, na verdade a mucua tem pH ácido (14) o que pode não ser atraente para alguns provadores.

Na Tabela 5 são apresentadas a disposição para consumir e a possível frequência de consumo de bebidas à base de mucua. A maioria dos provadores (64,4%) preferiu a bebida sem aroma de baunilha. Isto sugere que entre as opções disponíveis, a versão sem baunilha parece ter atraído mais participantes. Esta preferência pode estar relacionada ao sabor original da bebida de mucua ou a outras características sensoriais que são mais apreciadas quando não mascaradas pelo aroma de baunilha.

Se a bebida de mucua sem aroma de baunilha estivesse disponível no mercado a um preço acessível, 33,1% dos provadores estariam dispostos a consumi-la de 1 a 4 vezes por semana. No caso da bebida com aroma de baunilha, esse valor é de 35,7% para uma disposição de consumo de 1 a 4 vezes por semana. Parece haver um potencial interesse em incorporar esta bebida na rotina semanal do consumidor, caso seja oferecida a um preço competitivo. No caso de uma bebida sem aroma de baunilha, embora a proporção seja um pouco menor (33.1%), ainda há uma parcela substancial de provadores que demonstram interesse em consumi-la com a mesma frequência. Isso pode indicar que, apesar da preferência pela bebida de mucua com aroma de baunilha, existe um segmento de público que também aprecia a versão sem baunilha.

Quando questionados sobre o preço que pagariam por estas bebidas, apenas foram obtidas oito respostas, nenhuma das quais ultrapassava os 3€ por litro para ambas as bebidas. Isto sugere que, para garantir a aceitação e a viabilidade comercial destas bebidas, é importante considerar a sensibilidade dos preços ao consumidor e ajustar os preços em conformidade. Além disso, a decisão de comprar produtos de mucua pode depender das suas propriedades como o seu sabor agradável, e benefícios nutricionais (21). Neste sentido, dar a conhecer o fruto e as suas propriedades poderá ser importante para o lançamento de novos produtos de mucua, incluindo bebidas em Portugal. Importa ainda referir que o preço que os participantes estavam dispostos a pagar (3€/litro) é bastante

drinks (although this estimate was made using only the direct costs of the ingredients and also on a small scale). This could be an indicator of an interesting profit margin with potential for market exploration.

Overall, these results highlight the fundamental importance of taste as a determining positive factor in accepting beverages, as well as the need to address the issue of texture, which seems to be a common and prominent negative aspect. This can guide future adjustments in beverage formulations, aiming to optimize both texture and taste in order to better serve consumers' preferences. In addition, the willingness for regular consumption, provided that the price is affordable, emphasizes the importance of balancing the value perceived by consumers with the commercialization of these beverages.

It is also important to mention some limitations of this study. The reduced sample size ($n = 45$) limits the representativeness of the results. A larger sample could offer a broader view of consumer preferences and attitudes. However, the sample size of this study is sufficient to perform sensory analysis (20). Another limitation is clear from the profile of participants, that is, university students and university collaborators. This may limit the generalization of results to the general population, as different demographic groups can have different preferences (22). In addition, acceptability tests were performed in a controlled environment, which may not completely reflect the real consumer situations. Consumer preferences and attitudes can be influenced by food packaging, as well as by contextual factors outside of the packaging. Consumer preferences and attitudes can be influenced by food packaging, as well as by contextual factors outside the testing environment, including participants' subjective assessment of beverage attributes can be influenced by personal factors and individual expectations, potentially introducing bias in answers (23,24). In addition, the willingness to consume beverages may not necessarily translate into actual market purchase behavior. Finally, it is important to note that the calculation of the costs of "mucua" beverages does not reflect their true value, as costs such as equipment acquisition for large-scale production, human resources, marketing, rental of spaces/facilities, transportation, among others, were not included, which would increase their production cost. Future studies with larger, diverse samples and broader methods can help overcome some of these limitations. A strong point to highlight is the fact that vanilla flavoring was used, this can enhance the perception of sweetness and improve the flavor of drinks, allowing the development of drinks with less added sugar (25). Furthermore, the vanilla flavoring

superior face aos custos de produção das bebidas (ainda que esta estimativa tenha sido feita apenas com os custos diretos dos ingredientes e também a uma escala reduzida). Isto poderá ser um indicador de uma margem de lucro interessante com potencial de exploração de mercado.

Globalmente, estes resultados destacam a importância fundamental do sabor como fator positivo determinante na aceitação de bebidas, bem como a necessidade de abordar a questão da textura, que parece ser um aspeto negativo comum e proeminente. Isso pode orientar futuros ajustes nas formulações de bebidas, visando otimizar tanto a textura quanto o sabor, a fim de melhor atender às preferências dos consumidores. Além disso, a disposição para o consumo regular, desde que o preço seja acessível, ressalta a importância de equilibrar o valor percebido pelos consumidores com a comercialização dessas bebidas.

Também é importante mencionar algumas limitações deste estudo. O tamanho reduzido da amostra ($n = 45$) limita a representatividade dos resultados. Uma amostra maior poderia oferecer uma visão mais ampla das preferências e atitudes dos consumidores. No entanto, o tamanho da amostra deste estudo é suficiente para realizar a análise sensorial (20). Outra limitação fica evidente no perfil dos participantes, o estudo foi realizado com um grupo específico de participantes, nomeadamente estudantes (trabalhadores-estudantes) universitários. Isto pode limitar a generalização dos resultados para a população em geral, uma vez que diferentes grupos demográficos podem ter preferências diferente (22). Além disso, foram realizados testes de aceitabilidade em ambiente controlado, o que pode não refletir completamente a situação real do consumidor. As preferências e atitudes dos consumidores podem ser influenciadas pela embalagem dos alimentos, bem como por fatores contextuais fora do ambiente de teste, inclusive a avaliação subjetiva dos participantes sobre os atributos da bebida pode ser influenciada por fatores pessoais e expectativas individuais, o que pode introduzir vieses nas respostas (23,24). Ademais, a vontade de consumir bebidas pode não se traduzir necessariamente num comportamento real de compra no mercado. Finalmente, importa referir que o cálculo dos custos das bebidas de múcua não refletem o seu valor real, pois não foram incluídos custos de aquisição de equipamentos para produção em larga escala, recursos humanos, marketing, aluguer de espaços/ instalações, transporte, entre outros, que farão aumentar o seu custo de produção.. Estudos futuros com amostras maiores e diversas e métodos mais amplos podem ajudar a superar

has this effect even when combined with sweeteners (26). In this way, this study could serve as a basis for comparing and testing other types of sweeteners in the development of mucua-based drinks with vanilla flavoring and reduced or zero sugar content.

Conclusion

In this study, two mucua-based beverages were developed, one with vanilla flavoring and another without. Despite there being no significant differences between the attributes of the beverages when compared, the one containing vanilla flavoring scored higher in appearance and sweetness, while the one without vanilla flavoring scored higher in taste. Certain attributes that need improvement were identified, especially the texture. It was also found that the tasters would be willing to consume the beverages on a weekly basis and pay approximately €3 per liter for them. This study suggests a potential favorable consumer acceptance of such beverages in Portugal; however, further research is needed, particularly a larger and geographically diverse study to establish a more robust market analysis

Authors Contributions Statement

Conceptualization and supervision, L.O.; data collection, A.M., E.G. and I.L.; methodology and formal analysis, L.O.; writing, review and editing L.O.; writing original draft preparation, L.O., S.B., A.M., E.G. and I.L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

algumas dessas limitações. Um ponto forte a destacar é o facto de se ter utilizado o aroma a baunilha, este tem a capacidade de realçar a perceção de doçura e melhorar o sabor das bebidas, permitindo o desenvolvimento de bebidas com menos açúcar adicionado (25). Além disso, o aroma a baunilha apresenta este efeito mesmo quando combinado com edulcorantes (26). Deste modo, este estudo poderá servir de base para comparar e testar outro tipo de edulcorantes no desenvolvimento de bebidas à base de múcua com aroma a baunilha, e teor reduzido de açúcar ou mesmo sem açúcar.

Conclusões

Neste estudo foram desenvolvidas duas bebidas à base de múcua, uma com e outra sem aroma de baunilha. Apesar de não haver diferenças significativas entre os atributos das bebidas quando comparadas, a que contém aroma de baunilha obteve maior pontuação em aparência e doçura, enquanto a sem aroma de baunilha obteve maior pontuação em sabor. Foram identificados alguns atributos que precisam de melhorias, principalmente a textura. Verificou-se também que os provadores estariam dispostos a consumir as bebidas semanalmente e a pagar cerca de 3€ por litro pelas mesmas. Este estudo sugere uma potencial aceitação favorável por parte dos consumidores destas bebidas em Portugal; no entanto, são necessários mais estudos, especialmente um mais amplo e geograficamente diversificado para estabelecer uma análise de mercado mais robusta.

Declaração sobre as contribuições do autor

Conceção e supervisão, L.O.; recolha de dados, A.M., E.G. e I.L.; metodologia e análise formal, L.O.; redação, revisão e edição de L.O.; redação da preparação do rascunho original, L.O., S.B., A.M., E.G. e I.L. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Funding

This research was funded by the Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) through the CBIOS projects DOI 10.54499/ UIDB/04567/2020 and DOI 10.54499/UIDP/04567/2020.

Acknowledgements

The authors would like to express their thanks to all participants in the study.

Conflict of Interests

The authors declare there are no financial and/or personal relationships that could present a potential conflict of interests.

Financiamento

Este trabalho é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através dos projetos DOI 10.54499/ UIDB/04567/2020 e DOI 10.54499/UIDP/04567/2020.

Agradecimentos

Os autores gostariam de expressar o seu agradecimento a todos os participantes.

Conflito de Interesses

Os autores declaram que não há relações financeiras e/ou pessoais que possam representar um potencial conflito de interesses.

References / Referências

1. Moskowitz, H. R., Reisner, M., Itty, B., Katz, R., & Krieger, B. (2006). Steps towards a consumer-driven 'concept innovation machine' for food and drink. *Food Quality and Preference*, 17(7), 536-551. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2006.01.002
2. Banco de Portugal. (2023). Conversor de moeda. Retrieved from https://www.bportugal.pt/page/conversor-de-moeda
3. Research and Markets. (2023). Fruit Juice Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2023-2028. https://www.researchandmarkets.com/reports/5732908/fruit-juice-market-global-industry-trends
4. Heng, Y., House, L. A., & Kim, H. (2018). The Competition of Beverage Products in Current Market: A Composite Demand Analysis. *Agricultural and Resource Economics Review*, 47(1), 118-131. doi:10.1017/age.2017.10
5. Gupta, A., Sanwal, N., Bareen, M. A., Barua, S., Sharma, N., Joshua Olatunji, O., Opeyemi, Prakash, N. & Sahu, J. K. (2023). Trends in functional beverages: Functional ingredients, processing technologies, stability, health benefits, and consumer perspective. *Food Research International*, 170, 113046. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113046
6. Putnik, P., Pavlič, B., Šojić, B., Zavadlav, S., Žuntar, I., Kao, L., Kitonić, D., & Kovačević, D. B. (2020). Innovative Hurdle Technologies for the Preservation of Functional Fruit Juices. *Foods*, 9(6). doi:10.3390/foods9060699
7. Chen, L., Wu, W., Zhang, N., Bak, K. H., Zhang, Y., & Fu, Y. (2022). Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. *Food Research International*, 162, 112076. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112076
8. Vilas-Boas, A. A., Magalhães, D., Campos, D. A., Porretta, S., Dellapina, G., Poli, G., Istanbullu, Y., Demir, S., San Martín, Á. M., García-Gómez, P., Mohammed, R. S., Ibrahim, F. M., El Habbasha, E. S. & Pintado, M. (2022). Innovative Processing Technologies to Develop a New Segment of Functional Citrus-Based Beverages: Current and Future Trends. *Foods*, 11(23). doi:10.3390/foods11233859
9. Rahul, J., Jain, M. K., Singh, S. P., Kamal, R. K., Anuradha, Naz, A., Gupta, A. K., & Mrityunjay, S. K. (2015). *Adansonia digitata* L. (baobab): a review of traditional information and taxonomic description. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(1), 79-84. doi:https://doi.org/10.1016/S2221-1691(15)30174-X
10. Abere, M., Eshete, A., & Alemu, A. (2022). Traditional uses and local management practices of *Adansonia digitata* L. in different ethnic groups of Quara wereda, North West low land of Ethiopia. *Trees, Forests and People*, 7, 100188. doi:https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100188
11. Jornal de Angola. (2019). Emboendeiro na lista das espécies em extinção. Retrieved from https://www.jornaldeangola.ao/ao/noticias/detalhes.php?id=425178
12. Pander, H., & Cascas, A. (2016). Imbondeiros: frutos saudáveis e com potencial económico. Retrieved from https://www.dw.com/pt-002/frutos-dos-imbondeiros-j%C3%A1-d%C3%A3o-emprego-a-muitos-africanos/a-19451645
13. Debelo, H., Fiecke, C., Terekhov, A., Reuhs, B., Hamaker, B., & Ferruzzi, M. G. (2023). Compositional analysis of phytochemicals and polysaccharides from Senegalese plant ingredients: *Adansonia digitata* (baobab), *Moringa oleifera* (moringa) and *Hibiscus sabdariffa* (hibiscus). *NFS Journal*, 32, 100144. doi:https://doi.org/10.1016/j.nfs.2023.100144
14. Stadlmayr, B., Wanangwe, J., Waruhiu, C. G., Jamnadass, R., & Kehlenbeck, K. (2020). Nutritional composition of baobab (*Adansonia digitata* L.) fruit pulp sampled at different geographical locations in Kenya. *Journal of Food Composition and Analysis*, 94, 103617. doi:https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103617
15. Silva, M. L., Rita, K., Bernardo, M. A., Mesquita, M. F. d., Pintão, A. M., & Moncada, M. (2023). *Adansonia digitata* L. (Baobab) Bioactive Compounds, Biological Activities, and the Potential Effect on Glycemia: A Narrative Review. *Nutrients*, 15(9), 2170. https://doi.org/10.3390/nu15092170.
16. Adedokun, T. O., Matem, A., Höglinger, O., Mlyuka, E., & Adedeji, A. (2022). Evaluation of functional attributes and storage stability of novel juice blends from baobab, pineapple, and black-plum fruits. *Heliyon*, 8(5), e09340. doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09340
17. Badejo, A. A., Duyilemi, T. I., Falarunu, A. J., & Akande, O. A. (2020). Inclusion of Baobab (*Adansonia digitata* L.) Fruit Powder Enhances the Mineral Composition and Antioxidative Potential of Processed Tigernut (*Cyperus esculentus*) Beverages. *Preventive Nutrition and Food Science*, 25(4), 400-407. doi:10.3746/pnf.2020.25.4.400
18. Kivoloka, F. (2015). Estudo para valorização da polpa do fruto da *Adansonia digitata* L. (Mestrado em Engenharia Alimentar - Qualidade e Segurança Alimentar). Universidade de Lisboa, Lisboa. http://hdl.handle.net/10284/3734
19. Tomás, A., & Oliveira, L. (2023). Mucua: Sensory analysis of the fruit of *Adansonia digitata* L. (Baobab) in natura. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*, 20(2), 1-11. https://www.alies.pt/BBR%20Editions/Vol-20-2-2023/bbr.20.2.318.pdf
20. Teixeira, L. V. (2013). Análise sensorial na indústria de alimentos. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 64(366), 10. Retrieved from https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/70
21. Horlu, G. S. A., Egbadzor, K. F., Akuaku, J., & Akumah, A. M. (2023). Reasons influencing consumers' choice of baobab (*Adansonia digitata* L.) products: Evidence from four countries in sub-Saharan Africa. *Trees, Forests and People*, 12, 100393. doi:https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100393
22. Livingstone, K. M., Lamb, K. E., Abbott, G., Worsley, T., & McNaughton, S. A. (2020). Ranking of meal preferences and interactions with demographic characteristics: a discrete choice experiment in young adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1), 157. doi:10.1186/s12966-020-01059-7
23. Mouta, J. S., de Sá, N. C., Menezes, E., & Melo, L. (2016). Effect of institutional sensory test location and consumer attitudes on acceptance of foods and beverages having different levels of processing. *Food Quality and Preference*, 48, 262-267. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.10.002
24. Rai, S., Wai, P. P., Koirala, P., Bromage, S., Nirmal, N. P., Pandiselvam, R., . . . Mehta, N. K. (2023). Food product quality, environmental and personal characteristics affecting consumer perception toward food. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. doi:10.3389/fsufs.2023.1222760
25. Bertelsen, A. S., Mielby, L. A., Alexi, N., Byrne, D. V., & Kidmose, U. (2020). Individual Differences in Sweetness Ratings and Cross-Modal Aroma-Taste Interactions. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(2), 146. doi:10.3390/foods9020146
26. Bertelsen, A. S., Zeng, Y., Mielby, L. A., Sun, Y.-X., Byrne, D. V., & Kidmose, U. (2021). Cross-modal Effect of Vanilla Aroma on Sweetness of Different Sweeteners among Chinese and Danish Consumers. *Food Quality and Preference*, 87, 104036. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104036