

Desenvolvimento e avaliação de néctares mistos de abacaxi e gengibre

RESUMO

Natasha Nascimento Lima
natasha.lima@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0002-9153-0992
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Edmara Moreira de Souza
edmara.souza@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0001-6069-4356
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Paloma Cristina dos Santos
paloma.santos@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0002-2483-7097
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Ana Clara Costa Dias
ana.clara2@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0003-1117-8528
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Matheus Macedo Zinato
matheus.zinato@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0001-5395-0139
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Lais Cristina dos Santos Barbosa
lais.barbosa1@aluno.ufop.edu.br
orcid.org/0000-0001-5886-554X
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Luciana Rodrigues da Cunha
lrcunha@ufop.edu.br
orcid.org/0000-0001-5725-048X
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Kelly Moreira Bezerra Gandra
kelly.gandra@ufop.edu.br
orcid.org/0000-0002-7934-9218
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira
patricia.pereira@ufop.edu.br
orcid.org/0000-0002-6774-7884
Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Considerando os benefícios proporcionados pelo gengibre e pelo abacaxi, esse trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar néctares mistos de abacaxi e gengibre desenvolver e avaliar néctares mistos de abacaxi e gengibre em relação às suas características sensoriais, físico-químicas e nutricionais afim de identificar a proporção ideal dos dois fatores em estudo no produto final. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento central composto rotacional (DCCR) ($2^2 + 4$ pontos axiais + 3 pontos centrais). As formulações foram submetidas ao teste de aceitação avaliando os atributos cor, aparência, aroma, consistência, sabor e impressão global, utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos e intenção de compra mediante escala de atitude. Foram realizadas análises de pH, sólidos solúveis totais, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante pela metodologia de captura do radical DPPH e vitamina C. Os resultados foram avaliados por meio de superfície de resposta, teste de médias, mapa de preferência interno e função de desejabilidade. Verificou-se que a utilização do abacaxi e do gengibre, quando combinados, podem apresentar néctares mistos com melhores características sensoriais e nutricionais. Além disso, o uso dos dois fatores em produtos mistos é de extrema relevância, pois pode contribuir para o maior aproveitamento e agregação de valor para cada um deles coletivamente, em vez de individualmente. De acordo com a função de desejabilidade, o néctar com maior qualidade sensorial e nutricional deve conter entre 30% e 31,45% de abacaxi e 0,40% e 0,49% de gengibre.

PALAVRAS-CHAVE: Frutas. Novo produto. Aceitação sensorial. Avaliação físico-química Compostos funcionais.

INTRODUÇÃO

Sucos e néctares de frutas são bebidas populares à base de frutas que possuem grande demanda por parte dos consumidores (RICCI *et al.*, 2021). Podem ser definidos como um sistema bifásico, composto por partículas sólidas que estão dispersas em um meio aquoso (BEZERRA *et al.*, 2013). Seu processamento é considerado uma importante atividade agroindustrial, que minimiza as perdas em comercialização de produtos, evita desperdícios, agrega valor econômico e oferece uso alternativo das frutas ao produtor (DAHDOUH *et al.*, 2018).

A inovação desempenha um papel importante como ferramenta para melhorar a competitividade da indústria de alimentos (MARTINS *et al.*, 2019). Uma das estratégias que vem sendo adotada pela indústria alimentícia é desenvolver novos produtos que ofereçam uma série de benefícios em termos de segurança alimentar, extensão da vida útil e aumento da qualidade nutricional e sensorial (VIDIGAL *et al.*, 2015). O mercado de sucos e néctares de frutas continua em expansão (GERALDI *et al.*, 2021), sendo que o mercado de sucos e néctares compostos por misturas de frutas e vegetais está se expandindo no segmento de bebidas por melhorar as características sensoriais e nutricionais, agregando valor ao produto final, seja através da adição de compostos funcionais ou aumentando o teor de vitaminas, minerais e sólidos solúveis do produto (SCHIASSI *et al.*, 2018). O desenvolvimento de sucos e néctares mistos permite novos sabores a serem obtidos, melhorando a cor e a consistência dos produtos finais (SOBHANA *et al.*, 2015).

De acordo com o Decreto nº 6871/09, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, néctar misto é a bebida obtida da diluição em água potável da mistura de partes comestíveis de vegetais, de seus extratos ou combinação de ambos, e adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto sendo a denominação constituída da expressão néctar misto seguida da relação de frutas ou vegetais utilizados, em ordem decrescente das quantidades presentes na mistura, devendo conter, no mínimo, 30% de massa da respectiva parte comestível da fruta ou do vegetal, ressalvado o caso de vegetal com acidez muito elevada ou sabor muito forte, em que o conteúdo da polpa de fruta ou

do suco de fruta ou de vegetal não deve ser inferior a 20% da composição do néctar (BRASIL, 2009).

Neste contexto, tem-se o gengibre (*Zingiber officinale*) que é uma planta tropical, cujo rizoma é rico em nutrientes, como compostos fenólicos e compostos antioxidantes (PROMDAM *et al.*, 2022; REN *et al.*, 2022). Possui diversas propriedades como atividade anti-inflamatória, hipoglicêmica, antibacteriana, e termogênica devido aos efeitos do gingerol e substâncias fenólicas (ARABLOU e ARYAEIAN, 2018). Além disso, de acordo com Muhialdin *et al.* (2020), a utilização de gengibre em produtos alimentícios melhora as propriedades físico-químicas e estende a vida útil de certos produtos.

Já o abacaxi (*Ananas comosus*), pertencente à família Bromeliaceae, é muito apreciado e pode ser consumido no estado natural ou como ingrediente em bebidas, como sucos e refrigerantes (BRAGA *et al.*, 2020). É uma fruta tropical, rica em vitaminas, ácidos orgânicos, carboidratos, fibra dietética e compostos fenólicos, como ácido clorogênico, galocatequina e quercetina, entre outros (JUNCAL-GUZMAN *et al.*, 2021).

Tendo em vista todos os benefícios proporcionados pelo gengibre e pelo abacaxi, esse trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar néctares mistos de abacaxi e gengibre em relação às suas características sensoriais, físico-químicas e nutricionais afim de identificar a proporção ideal dos dois fatores em estudo no produto final.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Utilizaram-se abacaxis da variedade Pérola, gengibre *in natura* e açúcar do tipo cristal (Delta®). Todos os materiais foram adquiridos em mercado local de Ouro Preto - MG.

Métodos

Processo de Elaboração dos Néctares

Os abacaxis e os gengibres foram lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (2,5 %) por 20 min e descascados manualmente. Em seguida, foram processados, separadamente, em liquidificador industrial

(Tron[®], Modelo Master) por 1 minuto, em velocidade máxima. As polpas homogêneas obtidas foram envasadas em potes plásticos, identificadas e protegidas com papel alumínio, de forma a evitar a degradação dos compostos bioativos; sendo congeladas em freezer convencional (-18 °C) até o momento de elaboração dos sucos.

As proporções dos ingredientes utilizados para a elaboração dos néctares mistos de abacaxi e gengibre foram definidas por meio de testes prévios e dados da literatura (Brasil, 2009), sendo estabelecidos os valores fixos de 2,7% de açúcar e 67% de água. Foram avaliados os efeitos de dois fatores (abacaxi e gengibre), considerando delineamento composto central rotacional (DCCR) 2² + 4 pontos axiais + 3 pontos centrais. Os valores codificados e reais dos fatores estão especificados na Tabela 1. Todas as formulações foram ajustadas para 100%.

Tabela 1 – Nível e composição de abacaxi e gengibre nas formulações de néctares mistos

Formulações	Variáveis Codificadas		Variáveis Reais	
	Abacaxi	Gengibre	Abacaxi %	Gengibre %
1	-1	-1	31,45	0,49
2	1	-1	38,55	0,49
3	-1	1	31,45	0,91
4	1	1	38,55	0,91
5	-1,41	0	30	0,7
6	1,41	0	40	0,7
7	0	-1,41	35	0,4
8	0	1,41	35	1
9	0	0	35	0,7
10	0	0	35	0,7
11	0	0	35	0,7

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para permitir o ajuste de um modelo de regressão, pontos axiais foram adicionados para tornar o número de pontos de dados maior do que o número de parâmetros estimados.

Avaliação Sensorial das Diferentes Formulações de Néctares Mistos de Abacaxi e Gengibre

O teste de aceitação em relação aos atributos cor, aparência, aroma, consistência, sabor, impressão global foi conduzido em laboratório, com 100 consumidores de sucos e/ou néctares de frutas utilizando-se a escala hedônica estruturada de 9 pontos (1= desgostei extremamente a 9= gostei

extremamente). Além disso, foi avaliada a intenção de compra por meio da escala de atitude (1=certamente não compraria a 5=certamente compraria) (STONE e SIDEL, 1993).

As amostras, com aproximadamente 30 mL, foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, em temperatura de refrigeração (10 °C), seguindo a ordem de apresentação proposta por Wakeling e MacFie (1995). Estas foram codificadas com algarismos de três dígitos retirados de uma tabela de números aleatórios. O teste foi realizado em cabines individuais sob luz branca. A avaliação sensorial foi realizada em 2 sessões. O trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa n° 79263517.9.0000.5150.

Avaliação Físico-Química das Diferentes Formulações de Néctares Mistos de Abacaxi com Gengibre

As formulações foram avaliadas quanto ao pH, com uso de potenciômetro digital (Bel Equipamentos Analíticos – Modelo W3B), segundo o método do Instituto Adolfo Lutz (2008) e quanto aos teores de sólidos solúveis totais utilizando refratômetro digital de escala 0 - 95 °Brix modelo RTD-95, de acordo com a metodologia da AOAC (2003).

Avaliação dos Compostos Bioativos e da Atividade Antioxidante das Diferentes Formulações de Néctares Mistos de Abacaxi com Gengibre

Determinação de ácido Ascórbico (Vitamina C)

A determinação do teor de ácido ascórbico foi realizada utilizando o método padrão da AOAC (1984) modificado por Benassi e Antunes (1988), que substituíram a solução de extração padrão (ácido metafosfórico) por ácido oxálico. As diluições foram feitas diretamente em ácido oxálico 2%.

As amostras (1 mL de cada néctar) foram diluídas a 100 mL com solução de ácido oxálico 2% e uma alíquota de 25 mL foi titulada com solução de DCFI (2,6 – diclorofenolindofenol) a 0,025% até atingir a coloração rósea.

A solução de 2,6-diclorofenolindofenol a 0,025% foi padronizada com solução de ácido L-ascórbico imediatamente antes das determinações do teor de ácido ascórbico das amostras de néctares mistos de abacaxi e

gingibre, em triplicata. Os resultados foram expressos por mg de ácido ascórbico/100 mL.

Obtenção dos extratos das amostras para análise de compostos fenólicos e para a atividade antioxidante

O procedimento da obtenção do extrato foi adaptado de Larrauri *et al.* (1997), com modificações. Foram utilizados 15 mL de cada amostra, adicionando-se 40 mL de solução metanol/água (50:50 v/v) e 40 mL de acetona/água (70:30 v/v). A mistura permaneceu em repouso por 1 h a temperatura de refrigeração (8 °C). Completado o período, a mistura foi transferida para o balão volumétrico completado o volume para 100 mL com água destilada. Todo o procedimento foi realizado ao abrigo da luz, e o extrato estocado à temperatura de -18 °C.

Compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais dos néctares mistos de abacaxi e gengibre foram quantificados, em triplicata, de acordo com o método adaptado de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). Uma alíquota 0,5 mL da solução de cada extrato diluído (diluição 1:4) foi pipetada e transferida para tubos de ensaio contendo 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu 10 % (v/v) e 2,0 mL da solução de carbonato de sódio 4 % (p/v). Os tubos foram homogeneizados e mantidos em repouso por 120 minutos, ao abrigo de luz, e a absorbância foi determinada a 750 nm, tendo o etanol absoluto como branco.

A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada por meio da interpolação da absorbância da amostra contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)/mL de néctar.

Avaliação da capacidade antioxidante pelo método DPPH

A capacidade antioxidante dos néctares mistos de abacaxi e gengibre foi avaliada, em triplicata, conforme metodologia descrita por Rufino *et al.* (2007), com a utilização do radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) e diluições seriadas do extrato.

Alíquotas de 0,1 mL das diluições dos extratos foram adicionadas a 3,9 mL da solução de DPPH (0,06 mM), e mantidas à temperatura ambiente, ao abrigo da luz, por 120 minutos. A leitura da absorbância foi determinada a 515 nm em espectrofotômetro. A curva padrão foi preparada com soluções de DPPH em diferentes concentrações (10 μ M, 20 μ M, 30 μ M, 40 μ M, 50 μ M e 60 μ M). Os resultados foram expressos em EC₅₀ (mL de néctar/g DPPH).

Avaliação dos Resultados

Os resultados de todas as análises foram avaliados pela metodologia de superfície de resposta utilizando o software Chemoface 1.6 (NUNES et al., 2012). O modelo polinomial (melhor ajuste) foi selecionado por meio da comparação de diferentes parâmetros, que incluem falta de ajuste e coeficiente de variação.

Além disso, as diferentes formulações foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e teste de médias (Scott-Knott $p \leq 0,05$), utilizando software Sisvar (FERREIRA, 2014). Ainda, para melhor visualização da aceitação sensorial do consumidor foi gerado um mapa de preferência interno de três vias obtido por PARAFAC (NUNES et al., 2011). O modelo PARAFAC foi otimizado usando o valor do Core Consistency Diagnostic (CORCONDIA) para escolha o número de fatores (NUNES et al., 2011), utilizando o software SensoMaker versão 1.8 (PINHEIRO et al., 2013).

Para a otimização dos néctares mistos de abacaxi e gengibre, os atributos sensoriais (cor, aparência, aroma, consistência e intenção de compra) e o teor de compostos fenólicos totais foram transformados em função de desejabilidade com base no tipo de resposta para otimizar o néctar misto: maior-melhor (Larger-The-Best - LTB) para todos os dados, com parâmetro específico (r) de 1,0. As transformações generalizadas do tipo exponencial foram propostas por Derringer e Suich (1980). Com base na equação do modelo previsto, um gráfico de contorno da função de desejabilidade foi gerado. Consequentemente, a região ótima, que produz um néctar com melhores características sensoriais e nutricionais, foi identificada. A ANOVA usada para examinar a significância dos dados ajustados ao modelo e o gráfico de contorno gerado a partir da equação polinomial foram gerados utilizando o software Chemoface 1.6 (Nunes et al., 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabela 2 e 3 estão apresentados os coeficientes de regressão atributos sensoriais, dos parâmetros físico-químicos, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante das diferentes formulações de néctares mistos de abacaxi e gengibre.

Tabela 2 - Coeficientes de regressão dos atributos sensoriais das diferentes formulações de néctares mistos de abacaxi e gengibre

Coeficientes de regressão	Cor	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor	Impressão Global	Intenção de Compra
Intercepto (β_0)	7,06*	7,07**	6,87**	7,03**	6,32**	6,69**	3,36**
A-Abacaxi (β_1)	0,06	-0,02	-0,02	0,22*	0,13	0,08	0,06
B-Gengibre (β_2)	0,04	0,006	0,02	-0,04	-0,14	-0,11	-0,06
A ² (β_{11})	0,03	-0,06	0,07	0,09	-0,04	-0,03	-0,01
B ² (β_{22})	0,08	0,13	0,23*	0,14	0,21	0,15	0,12*
AB (β_{12})	0,34*	0,33*	0,12	0,24*	0,26	0,20	0,09
R ²	0,67	0,87	0,87	0,68	0,81	0,84	0,92
Falta de ajuste (p-valor)	0,50	0,39	0,48	0,19	0,80	0,87	0,76

* Significância de 0,05, ** Significância de 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Tabela 3 - Coeficientes de regressão dos parâmetros físico-químicos, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante das diferentes formulações de néctares mistos de abacaxi e gengibre

Coeficientes de regressão	pH	Sólidos solúveis totais	Vitamina C (mg/100mL)	Atividade antioxidante – DPPH (EC50 mL néctar/g DPPH)	Compostos fenólicos totais (mg AGE/mL de néctar)
Intercepto (β_0)	3,90**	18,96**	39,58**	45385*	0,06**
A- Abacaxi (β_1)	0,01	-0,01	-1,78	17724	0,003
B- Gengibre (β_2)	-0,01	0,02	-1,29	26490	-0,01*
A ² (β_{11})	-0,01	-0,02	-0,61	34089	-0,002
B ² (β_{22})	0,01	0,02	1,65	16260	-0,0003
AB (β_{12})	-0,03	-0,04	-0,71	-19625	0,01*
R ²	0,04	0,45	0,42	0,81	0,81
Falta de ajuste (p-valor)	0,65	0,38	0,43	0,97	0,38

* Significância de 0,05, ** Significância de 0,01

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Observou-se que a falta de ajuste foi não significativa ($p > 0,05$) para todos os parâmetros avaliados (Tabelas 2 e 3), indicando precisão do modelo estatístico para estes resultados (MEHMOOD *et al.*, 2018). Valor de R^2 próximo à unidade indica que o modelo se ajustou aos dados experimentais. Além disso, um valor baixo de R^2 demonstra que os resultados não foram relevantes o suficiente para explicar a variação de comportamento (MEHMOOD *et al.*, 2019). Já um p-valor baixo indica um efeito altamente significativo na variável resposta (MEHMOOD, 2015).

Em relação aos atributos sensoriais (Tabela 2), observou-se que os fatores em estudo afetaram os escores de aceitação dos atributos de cor, aparência, aroma, consistência e intenção de compra, sendo que o fator interação (β_{12}) teve efeito positivo significativo nos atributos cor, aparência e consistência, sendo que o aumento das duas variáveis em conjunto aumentou os escores para esses atributos. Já o gengibre causou efeito quadrático positivo no aroma e na intenção de compra. Vale ressaltar que todos os efeitos foram positivos, ou seja, o aumento da concentração das variáveis em estudo aumentou os escores dos atributos.

Em relação aos parâmetros físico-químicos, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante (Tabela 3), observou-se que somente o teor de compostos fenólicos totais foram afetados pelas variáveis independentes, sendo afetado negativamente de forma linear pelo fator gengibre e positivamente fator interação (β_{12}), ou seja, o aumento da concentração de gengibre nos néctares fez com que os teores de compostos fenólicos diminuíssem e a interação abacaxi e gengibre contribuiu para o aumento do teor destes compostos. Melo *et al.* (2008), mostraram em seu estudo que a quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, variedade e grau de maturação da fruta bem como das condições climáticas e solo de cultivo. Vale ressaltar que, de acordo com a literatura, o gengibre apresenta elevado teor de compostos fenólicos totais (136,07 mg AGE/g) (JUSTO *et al.*, 2008) e o abacaxi baixo teor (0,09 mg AGE/g) (SOUSA *et al.*, 2011).

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios dos atributos sensoriais, parâmetros físico-químicos, compostos bioativos e da capacidade antioxidante das diferentes formulações de néctares mistos de abacaxi e

gingibre, onde é possível notar que as amostras foram diferenciadas entre si ($p \leq 0,05$) para todos os atributos avaliados, com exceção para cor, aroma, intenção de compra e vitamina C.

Em relação aos atributos sensoriais não significativos (Tabela 4), os resultados obtidos podem ser devidos à quantidade de polpa de abacaxi adicionada ao néctar, que era superior ao gengibre, fato que não permitia variações de coloração e aroma, conseqüentemente, não influenciando na intenção de compra.

Ramful et al. (2011) classificaram as frutas em três categorias, de acordo com seu conteúdo de ácido ascórbico: baixo (< 30 mg/100 g), médio (30–50 mg/100 g) e alto (> 50 mg/100 g). De acordo com essa classificação os néctares mistos de abacaxi e gengibre podem ser considerados com teor médio de vitamina C (Tabela 4).

Tabela 4 - Atributos sensoriais, parâmetros físico-químicos, compostos bioativos e da capacidade antioxidante das diferentes formulações de néctares mistos de abacaxi e gengibre

Análises	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9
Cor	7,37 ^a	6,61 ^a	6,91 ^a	7,51 ^a	6,95 ^a	7,42 ^a	7,35 ^a	7,23 ^a	7,03 ^a
Aparência	7,33 ^a	6,83 ^b	6,86 ^b	7,60 ^a	7,04 ^b	6,79 ^b	7,35 ^a	7,22 ^a	7,08 ^b
Aroma	7,13 ^a	6,97 ^a	7,11 ^a	7,37 ^a	7,09 ^a	6,98 ^a	7,41 ^a	7,22 ^a	6,70 ^a
Consistência	7,37 ^a	7,05 ^a	6,73 ^a	7,37 ^a	6,83 ^a	7,86 ^a	7,47 ^a	7,44 ^a	6,87 ^a
Sabor	6,77 ^a	6,65 ^a	5,90 ^b	6,83 ^a	6,12 ^b	6,27 ^b	6,85 ^a	6,56 ^a	6,09 ^b
Impressão Global	7,05 ^a	6,88 ^a	6,39 ^b	7,03 ^a	6,54 ^b	6,66 ^b	6,93 ^a	6,83 ^a	6,42 ^b
Intenção de compra	3,59 ^a	3,47 ^a	3,26 ^a	3,51 ^a	3,22 ^a	3,45 ^a	3,68 ^a	3,54 ^a	3,35 ^a
Parâmetros físico-químicos									
pH	3,76 ^b	4,01 ^a	3,83 ^b	3,97 ^a	4,01 ^a	3,78 ^b	3,95 ^a	3,90 ^a	3,90 ^a
Sólidos solúveis	18,90 ^c	18,90 ^c	19,07 ^a	18,90 ^c	18,97 ^b	19,00 ^b	19,00 ^b	19,00 ^b	18,96 ^b
Compostos bioativos e capacidade antioxidante									
Vitamina C	43,40 ^a	37,71 ^a	46,25 ^a	37,71 ^a	46,88 ^a	37,59 ^a	37,71 ^a	37,71 ^a	37,35 ^a
DPPH EC ₅₀	56758 ^g	134999 ^b	91890 ^d	91630 ^d	92918 ^c	138038 ^a	69417 ^f	90226 ^e	69149 ^f
Fenólicos totais	0,07 ^a	0,05 ^c	0,04 ^c	0,06 ^b	0,04 ^c	0,06 ^b	0,05 ^b	0,04 ^c	0,06 ^b

Valores médios ; n=3. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na linha não diferem pelo teste de Scott-Knott ($p > 0,05$). *Formulação F9: média dos valores obtidos pelas formulações F9, F10 e F11. F1:31,45% de abacaxi e 0,49% de gengibre; F2: 38,55 de abacaxi e 0,49% de gengibre; F3: 31,45% de abacaxi e 0,91% de gengibre; F4: 38,55 de abacaxi e 0,91% de gengibre; F5:30% de abacaxi e 0,7% de gengibre; F6: 40% e abacaxi e 0,7% de gengibre; F7: 35% de abacaxi e 0,4% de gengibre; F8: 35% de abacaxi e 1% de gengibre; F9,F10 e F11: 35% de abacaxi e 0,7% de gengibre.

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Sendo assim uma dose diária de 200 mL, de qualquer uma das formulações, supriria a ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos, de acordo com resolução RDC Nº 269, que é de 45 mg (BRASIL, 2005). De acordo com RDC Nº 54 de 11/2012 no qual dispõe sobre Informações Nutricionais Complementares os alimentos podem ser classificados como “fonte” ou “rico” em vitaminas dependendo diretamente do teor fornecido por porção. Para que o alimento seja considerado fonte de vitamina C seu teor deve ser igual ou superior a 15% do valor da ingestão diária recomendada e para que seja considerado rico seu teor deverá ser de no mínimo 30%. Diante disso, é possível observar que todas as formulações podem ser classificadas como ricas em vitamina C.

Observou-se que, para os atributos aparência, sabor e impressão global, as maiores notas foram obtidas pelas formulações F1 (31,45% de abacaxi e 0,49% de gengibre), F4 (38,55% de abacaxi e 0,91% de gengibre), F7 (35% de abacaxi e 0,4% de gengibre) e F8 (35% de abacaxi e 1% de gengibre) não diferindo entre si ($p > 0,05$), contendo escores entre 6 (gostei ligeiramente) e 8 (gostei muito). A F2 (38,55% de abacaxi e 0,49% de gengibre), obteve maior aceitação somente para os atributos sabor e impressão global, não diferindo das mais aceitas. Esses resultados podem ser em decorrência da quantidade de suco de abacaxi utilizado (muito maior que o gengibre), uma vez que, segundo Marcellini *et al.* (2006), o suco de abacaxi é muito apreciado em todos os países tropicais em função de seu sabor característico.

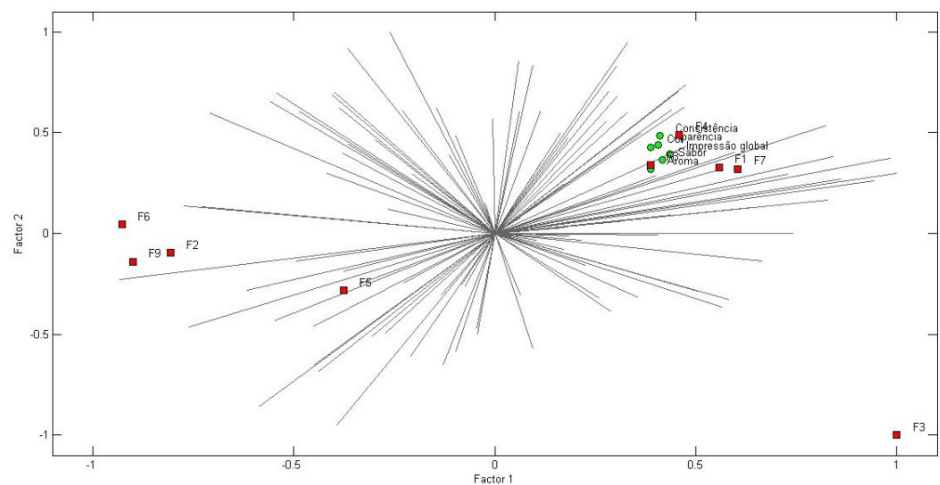
Observou-se que os valores de pH de todos os néctares foram menores que 7, classificando-as como um produto ácido (Tabela 4), sendo que as formulações F1, F3 e F6 apresentaram menores valores de pH não diferindo entre si ($p > 0,05$). Tendo em vista que se trata de um produto aquoso, o abaixamento do pH torna-se extremamente necessário para diminuir a probabilidade de contaminação e proliferação de microrganismos, pois a grande maioria não se desenvolve em meio ácido. Pinheiro *et al.* (2006) ao trabalhar com diferentes amostras de sucos de frutas integrais (abacaxi, caju e maracujá), obtiveram resultados que corroboram com as vantagens competitivas dos fungos e leveduras sobre bactérias em meios ácidos, visto que houve incidência de fungos e leveduras, mas não foram encontrados coliformes e *Salmonella sp.* no suco com pH variando entre 2,72 a 3,17.

Sólidos solúveis são todos aqueles compostos que se dissociam em água. Em sucos e néctares de frutas, os açúcares (frutose e sacarose) são os componentes mais presentes e correspondem a uma taxa média variando entre 0,4% a 22% (SANTOS, 2017). Observou-se que não houve variações expressivas entre os teores de sólidos solúveis totais encontrados nas formulações (Tabela 4), sendo que a formulação F3 apresentou maior valor médio ($p \leq 0,05$).

Os néctares apresentaram teores de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante pelo método DPPH variando de 0,04 mg AGE/mL de néctar (F3, F5 e F8) a 0,07 mg AGE/mL de néctar (F1) e 56758 EC₅₀ mL néctar /g DPPH (F1) a 138038 EC₅₀ mL néctar /g DPPH (F6), respectivamente (Tabela 4), sendo que a formulação F1 apresentou maior valor para estes parâmetros ($p \leq 0,05$). De acordo com a classificação proposta por Vasco *et al.* (2008), todos os néctares apresentaram baixo teor de compostos fenólicos, mesmo com a contribuição do gengibre, uma vez que, o abacaxi possui baixo teor deste composto (Sousa *et al.*, 2011) e em todos os néctares há maior proporção deste componente.

Como o teste de médias não leva em consideração a individualidade dos provadores (NUNES *et al.*, 2011), fez-se a análise de fatores paralelos (PARAFAC) conforme Figura 1, na qual as formulações estão codificadas pelos quadrados, os atributos estão codificados pelos círculos e os consumidores estão codificados pelos vetores.

Figura 1 – Mapa de Preferência Interno de Três Vias (PARAFAC) da avaliação sensorial dos néctares mistos de abacaxi e gengibre.



*Formulação F9: média dos valores obtidos pelas formulações F9, F10 e F11
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O mapa de preferência interno de três vias é uma ferramenta útil para a análise de testes de aceitação de consumidores, pois podem fornecer uma interpretação mais geral e baseada em evidências dos dados. Além disso, permite uma comparação do desempenho geral das amostras nos testes de aceitação do consumidor, levando em conta simultaneamente a influência de todos os atributos analisados (NUNES *et al.*, 2011).

No modelo Fator Paralelo “*Parallel Factor analysis*” (PARAFAC) de um modo geral todas as formulações avaliadas tiveram boa aceitabilidade, sendo que as formulações F1, F3, F4, F7 e F8 foram as mais aceitas em relação aos atributos estudados. Em cada uma destas formulações foi testada uma concentração diferente de gengibre, desde a menor quantidade (0,49%) até a maior (1%); assim como o abacaxi variou de 31,45% a 38,55%, indicando que a junção dos dois ingredientes, em concentrações variadas tem grande potencial de aceitabilidade. Em estudo semelhante, que visou o desenvolvimento de uma bebida com propriedades antioxidantes a base de chá verde realizado por Amorim *et al.* (2016), o autor notou que ao adicionar abacaxi, gengibre e hortelã em amostras de chá verde, obteve boa aceitação por parte dos provadores. A combinação da refrescância do gengibre com o sabor adocicado do abacaxi pode ter contribuído para uma boa aceitação das formulações entre os provadores (AMORIM *et al.*, 2016). Este resultado vai de encontro ao observado no presente estudo, demonstrando que a interação do gengibre com abacaxi, em concentrações de 31,45% a 38,55% de abacaxi e 0,4% a 1% de gengibre apresenta uma boa aceitação e intenção de compra.

A otimização das formulações de néctares mistos de abacaxi e gengibre foi realizada aplicando a função de desejabilidade, considerando os atributos sensoriais (cor, aparência, aroma, consistência e intenção de compra) e teor de compostos fenólicos totais. Tais parâmetros foram escolhidos pois os fatores em estudo (abacaxi e gengibre) os afetaram (Tabelas 2 e 3). Foi ajustado o modelo quadrático para a função de desejabilidade para os atributos sensoriais e teor de compostos fenólicos totais. O modelo está expresso na equação 1, a qual apresentou valor de R^2 superiores a 0,7, regressão significativa ($p \leq 0,05$) e falta de ajuste não significativa ($p > 0,05$).

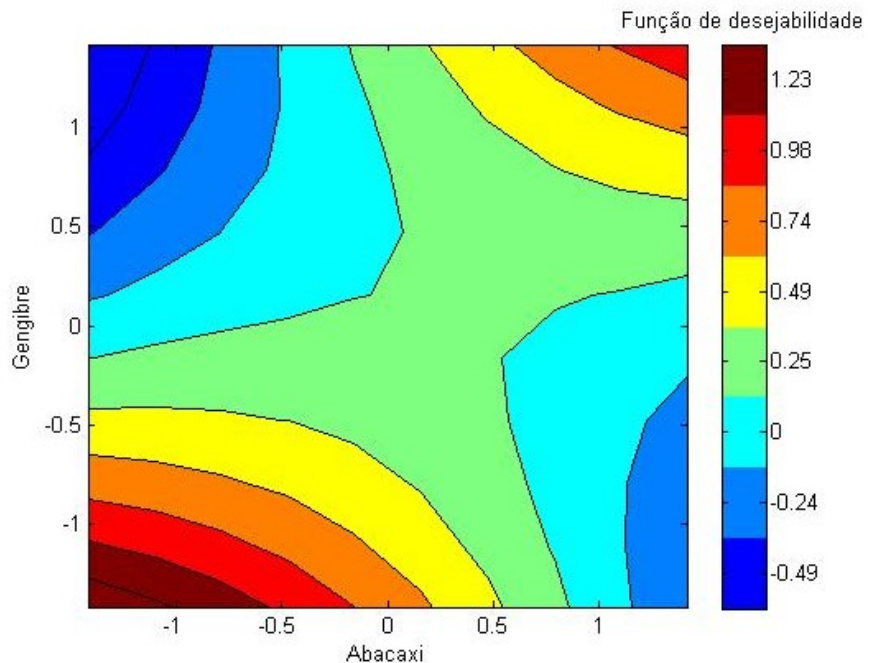
Isso indica que o modelo empregado foi adequado para tal previsão (HENIKA, 1982).

$$D = 0,22 + 0,112X_1 - 0,15X_2 - 0,07X_1^2 + 0,14X_2^2 + 0,39X_1X_2^* \quad (1)$$

onde X_1 é a fração mássica do abacaxi e X_2 é a fração mássica do gengibre. O símbolo * indica que o coeficiente foi significativo ($p \leq 0,05$). Com base na equação prevista de desejabilidade (Equação 1) foi gerado o gráfico de contorno (Figura 2).

A Figura 2 apresenta a região ideal para a elaboração do néctar misto de abacaxi e gengibre que possui alta aceitação e maiores teores de compostos fenólicos totais, sendo que as concentrações de abacaxi deve estar entre 30% e 31,45% e de gengibre entre 0,40% e 0,49%.

Figura 2 –Gráfico de contorno para a função de desejabilidade para os néctares mistos de abacaxi e gengibre.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

CONCLUSÃO

Neste estudo, verificou-se que a utilização do abacaxi e do gengibre, quando combinados, podem apresentar néctares mistos com melhores características sensoriais e nutricionais. Além disso, o uso dos dois fatores

em produtos mistos é de extrema relevância, pois pode contribuir para o maior aproveitamento e agregação de valor para cada um deles coletivamente, em vez de individualmente.

De acordo com a função de desejabilidade, o néctar com maior qualidade sensorial e nutricional deve conter entre 30% e 31,45% de abacaxi e 0,40% e 0,49% de gengibre.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Código Financeiro 001) e Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Development and evaluation of mixed pineapple and ginger nectars

ABSTRACT

Considering the benefits provided by ginger and pineapple, this work aimed to develop and evaluate mixed pineapple and ginger nectars in relation to their sensory, physicochemical and nutritional characteristics in order to identify the ideal proportion of the two factors under study in the final product. The effects of two factors (pineapple and ginger) were evaluated, considering a central composite rotational design (CCRD) (2^2 + 4 axial points + 3 central points). The formulations were submitted to the acceptance test, evaluating the attributes color, appearance, aroma, consistency, flavor and global impression, using a 9-point structured hedonic scale and purchase intention using an attitude scale. Analyzes of pH, total soluble solids, total phenolic compounds, antioxidant activity by the DPPH radical capture methodology and vitamin C were performed. The results were evaluated by response surface, means average test, internal preference map and desirability function. It was found that the use of pineapple and ginger, when combined, can present mixed nectars with better sensory and nutritional characteristics. In addition, the use of both factors in mixed products is extremely relevant, as it can contribute to greater use and value addition to each of them collectively, rather than individually. According to the desirability function, the nectar with the highest sensory and nutritional quality should contain between 30% and 31.45% of pineapple and 0.40% and 0.49% of ginger.

KEYWORDS: Fruits. New product. Sensory acceptance. Physicochemical evaluation. Functional compounds.

REFERÊNCIAS

AMORIM, A. M. *et al.* Elaboração e análise sensorial de uma bebida à base de chá verde, gengibre, hortelã e abacaxi. In: **Anais VIII SIMPAC** – v. 8, n. 1, Viçosa, Minas Gerais. jan./dez. 2016.

ARABLOU, T.; ARYAEIAN, N. The effect of ginger (*Zingiber officinale*) as an ancient medicinal plant on improving blood lipids. **Journal of Herbal Medicine**, v. 12, p. 11–15, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2017.09.005>

Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). 2003. **Official Methods of Analysis of AOAC**, 17th Ed. AOAC: Arlington, VA.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extract solutions for the determination of vitamin C in select vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.

BEZERRA, C. V. *et al.* Comportamento reológico de suco misto elaborado com frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 2, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1981-67232013005000020>

BRAGA, V. *et al.* Production and characterization of pineapple-mint juice by spray drying. **Powder Technology**, v. 375, p. 409–419, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.08.012>

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais**. RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância Sanitária, Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009. **Regulamento de registro, a padronização, a classificação, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 2009.

DAHDOUH, L. *et al.* Influence of high shear rate on particles size, rheological behavior and fouling propensity of fruit juices during crossflow microfiltration: Case of orange juice. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 48, p. 304-312, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.07.006>

DERRINGER, G.; SUICH, R. Simultaneous optimization of several response variables. **Journal of Quality Technology**, v. 12, n. 4, p. 214-218, 1980. <https://doi.org/10.1080/00224065.1980.11980968>

FERREIRA, D. F. SISVAR: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

GERALDI, M. V. *et al.* Influence of high isostatic pressure and thermal pasteurization on chemical composition, color, antioxidant properties and sensory evaluation of jaboticaba juice. **LWT - Food Science and Technology**, v. 139, 110548, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110548>

HENIKA, G. R. Use of response surface methodology in sensory evaluation. **Food Technology**, v. 36, n. 11, p. 96-101, 1982.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JUNCAL-GUZMÁN, D. *et al.* In vitro gastrointestinal digestion and colonic fermentation of phenolic compounds in UV-C irradiated pineapple (*Ananas comosus*) snack-bars. **LWT - Food Science and Technology**, v. 138: 110636, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110636>

JUSTO, O. R. *et al.* Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1699-1705, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000700019>

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, V.45, p. 1390-1393, 1997. <https://doi.org/10.1021/jf960282f>

MARCELLINI, P. S.; DELIZA, R.; BOLINI, H. M. A. Caracterização sensorial de suco de abacaxi concentrado, reconstituído e adoçado com diferentes edulcorantes e sacarose. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n 2, p.143- 150, 2006.

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: 108555, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108555>

MEHMOOD, Tahir. Optimization of the canola oil based vitamin E nanoemulsions stabilized by food grade mixed surfactants using response surface methodology. **Food Chemistry**, v. 183, p. 1-7, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.021>

MEHMOOD, Tahir *et al.* Optimization of soya lecithin and Tween 80 based novel vitamin D nanoemulsions prepared by ultrasonication using response surface methodology. **Food chemistry**, v. 289, p. 664-670, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.112>

MEHMOOD, Tahir *et al.* Optimization of mixed surfactants-based β -carotene nanoemulsions using response surface methodology: an ultrasonic homogenization approach. **Food chemistry**, v. 253, p. 179-184, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.136>

MELO, E. de A. *et al.* Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MUHALDIN, Belal J. *et al.* Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat. **LWT**, v. 132, p. 109897, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109897>

NUNES, Cleiton A. *et al.* Chemoface: a novel free user-friendly interface for chemometrics. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 23, p. 2003-2010, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012005000073>

NUNES, Cleiton A.; PINHEIRO, Ana Carla M.; BASTOS, Sabrina C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, v. 26, n. 2, p. 167-174, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00333.x>

PINHEIRO, Ana Carla Marques; NUNES, Cleiton Antônio; VIETORIS, Vladimir. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 37, p. 199-201, 2013.. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542013000300001>

PINHEIRO, Anália Maria *et al.* Avaliação química, físico-química e microbiológica de sucos de frutas integrais: abacaxi, caju e maracujá. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 98-103, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100017>

PROMDAM, Nantaporn; KHUITUAN, Pissared; PANICHAYUPAKARANANT, Pharkphoom. Effects of standardized [6]-gingerol extracts and [6]-gingerol on isolated ileum and lower esophageal sphincter contractions in mice. **Food Chemistry**, v. 378, p. 132077, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132077>

RAMFUL, Deena *et al.* Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. **Food research international**, v. 44, n. 7, p. 2088-2099, 2011.. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.056>

REN, Manni *et al.* Comparison of ultrasound and ethanol pretreatments before catalytic infrared drying on physicochemical properties, drying, and contamination of Chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). **Food Chemistry**, v. 386, p. 132759, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132759>

RICCI, Julien *et al.* Role of dispersing and dispersed phases in the viscoelastic properties and the flow behavior of fruit juices during concentration operation: Case of orange juice. **Food and Bioproducts Processing**, v. 126, p. 121-129, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2020.11.013>

RUFINO, M. D. S. M. *et al.* Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH. **Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SANTOS, Brunna Nayara Martins. **Avaliação da qualidade físico-química de polpas de frutas mistas congeladas**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SCHIASSI, Maria Cecília Evangelista Vasconcelos et al. Mixed fruit juices from Cerrado: optimization based on sensory properties, bioactive compounds and antioxidant capacity. **British Food Journal**, 2018. <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2017-0684>

SOBHANA, A. *et al.* Blending of cashew apple juice with fruit juices and spices for improving nutritional quality and palatability. In: **I International Symposium on Cashew Nut 1080**. 2011. p. 369-375. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1080.49>

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. **San Diego: Academic Press**, 308 p., 1993.

VASCO, Catalina; RUALES, Jenny; KAMAL-ELDIN, Afaf. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>

VIDIGAL, Márcia Cristina Teixeira Ribeiro *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. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000150>

WAKELING, Ian N.; MACFIE, Halliday J. H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality and Preference**, v. 6, n. 4, p. 299-308, 1995. [https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00032-1)

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v. 11, p. 111-118, 2002.

Recebido: 01 mar. 2021

Aprovado: 09 mai. 2022

Publicado: 30 dez. 2022

DOI: 10.3895/rbta.v16n1.13901

Como citar: LIMA, Natasha Nascimento *et al.*. Desenvolvimento e avaliação de néctares mistos de abacaxi e gengibre. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 16, n. 2, p. 3991-4010, jul./dez. 2022. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

Departamento de Alimentos, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Campus Universitário, s/nº, CEP: 35.400-000, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil.

Formatado por: Alana Natália da Rocha Martignoni

Processo de Editoração: Prof.ª Dr.ª Sabrina Ávila Rodrigues

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

