

Obtenção de barrinha açucarada à base de farinha de tapioca saborizada com polpa de maracujá por meio de metodologia de superfície de resposta

Obtaining a tapioca-flour-based dessert bar flavored with passion fruit pulp via response surface methodology

Obtención de una barra azucarada a base de harina de tapioca aromatizada con pulpa de maracuyá aplicando la metodología de superficie de respuesta

Recebido: 28/10/2021 | Revisado: 06/11/2021 | Aceito: 11/11/2021 | Publicado: 14/11/2021

Alessandra Ferraiolo de Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2652-8730>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: alessandra.ferraiolo@embrapa.br

Rafaella de Andrade Mattietto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-084X>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: rafaella.mattietto@embrapa.br

Ana Vânia Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0369-6851>

Embrapa Amazônia Oriental, Brasil

E-mail: ana-vania.carvalho@embrapa.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi desenvolver barrinha açucarada à base de farinha de tapioca saborizada com polpa de maracujá, utilizando um planejamento fatorial e superfície de resposta. O planejamento adotado foi do tipo composto central rotacional 2^2 , onde as variáveis independentes foram a concentração de polpa de maracujá (11%, 15%, 25%, 35% e 39%) e a concentração de sacarose (33%, 35%, 40%, 45% e 47%). Como variáveis resposta foram avaliados os atributos sensoriais cor, aroma, sabor, doçura, textura e impressão global e a intenção de compra. O planejamento experimental permitiu otimizar a formulação da barrinha açucarada (11% polpa de maracujá, 40% de sacarose e 49% de farinha de tapioca), indicando que superfícies de resposta podem ser úteis no desenvolvimento de produtos com base em respostas sensoriais. A formulação otimizada mostrou médias acima de 7 para os atributos sensoriais cor, aroma, sabor, doçura, textura e impressão global, o que correspondeu a índices de aceitação superiores a 84%. A barrinha é um produto novo, de fabricação simples e de baixo custo de investimento. Tem elevado valor energético e apresenta baixo risco de deterioração por microrganismos. É ainda isenta de glúten, aditivos e coadjuvantes de tecnologia.

Palavras-chave: Agregação de valor; Delineamento DCCR; *Manihot esculenta* Crantz; *Passiflora edulis*.

Abstract

This study aimed to develop a tapioca-flour-based dessert bar flavored with passion fruit pulp using a factorial design and response surface methodology. A 2^2 central composite rotatable design was adopted in which the independent variables were passion fruit pulp concentration (11%, 15%, 25%, 35% and 39%) and saccharose concentration (33%, 35%, 40%, 45% and 47%). The response variables assessed were sensory attributes of color, aroma, flavor, sweetness, texture, overall impression, and intent to purchase. The experimental design allowed optimizing the formulation of the dessert bar (11% passion fruit pulp, 40% saccharose, and 49% tapioca flour), which suggests response surfaces may be useful in product development based on sensory responses. The optimized formulation showed averages above 7 for the sensory attributes color, aroma, flavor, sweetness, texture and overall impression, which corresponded to acceptance rates above 84%. The dessert bar is a novel product of simple manufacture and low investment cost. It has high energy value and low risk of spoilage by microorganisms. It is also free of gluten, additives, and technology adjuvants.

Keywords: Added value; CCRD design; *Manihot esculenta* Crantz; *Passiflora edulis*.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una barra azucarada a base de harina de tapioca aromatizada con pulpa de maracuyá, utilizando un diseño factorial y superficie de respuesta. El diseño adoptado fue del tipo compuesto central rotacional 2^2 , donde las variables independientes fueron la concentración de pulpa de maracuyá (11%, 15%, 25%, 35% y 39%) y la concentración de sacarosa (33%, 35%, 40%, 45% y 47%). Como variables de respuesta se evaluaron los atributos sensoriales color, aroma, sabor, dulzura, textura e impresión general e intención de compra. El diseño

experimental permitió optimizar la formulación de la barra azucarada (11% pulpa de maracujá, 40% sacarosa y 49% harina de tapioca), indicando que las superficies de respuesta pueden ser útiles en el desarrollo de productos basados en respuestas sensoriales. La formulación optimizada mostró promedios superiores a 7 para los atributos sensoriales color, aroma, sabor, dulzura, textura e impresión general, que correspondieron a tasas de aceptación superiores al 84%. La barra es un producto nuevo, sencillo de fabricar y con un bajo coste de inversión. Tiene un alto valor energético y un bajo riesgo de deterioro por microorganismos. Además, está libre de gluten, aditivos alimentarios y ayudas tecnológicas. **Palabras clave:** Agregación de valor; Diseño DCCR; *Manihot esculenta* Crantz; *Passiflora edulis*.

1. Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em mais de cem países, em toda a zona tropical e subtropical do mundo. É uma das culturas mais importantes para a agricultura familiar na Amazônia brasileira e de grande relevância no agronegócio do Pará, sendo o estado o maior produtor em âmbito regional e nacional (Cravo, 2019). A maior parte da produção de raiz é destinada a elaboração de farinhas de mesa dos grupos seca e d'água. Em menor quantidade são produzidos o tucupí e os produtos amiláceos (Alves et al., 2019).

Os produtos amiláceos são divididos em dois grupos, fécula e tapioca, de acordo com a tecnologia de produção. A fécula é obtida por decantação, centrifugação ou outros processos tecnológicos. A tapioca se apresenta sob forma de partículas irregulares em forma e tamanho. Dependendo da forma dos grânulos, é classificada em tapioca granulada (partículas poliédricas irregulares) e tapioca pérola ou sagu artificial (partículas esféricas irregulares) (Brasil, 2005).

De coloração branca, elevado teor de amido, textura crocante e isenta de glúten, a farinha de tapioca é um produto característico das regiões Norte e Nordeste do Brasil. No entanto, nos últimos anos, devido à expansão de seu consumo e uso em outras regiões do país, tem-se observado um aumento no número de produtos desenvolvidos, ou já em comercialização, tendo a farinha de tapioca como ingrediente majoritário da formulação. No meio científico podemos encontrar barrinhas multicomponentes (Prazeres et al., 2020), biscoitos (Montes et al., 2015) e snacks (Nascimento et al., 2021). Dentre os produtos disponíveis nas gôndolas dos supermercados tem-se barrinhas com cereais e/ou chocolate e/ou frutas e/ou castanhas, biscoitos, chips, granola de tapioca, dadinhos e farofas.

O Brasil produz diversas frutas consumidas e apreciadas mundialmente, o que representa um grande potencial para o desenvolvimento de novos produtos (Souza et al., 2020). O maracujazeiro-azedo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) é uma fruteira de grande importância econômica e social no Brasil, que atualmente é o maior produtor e consumidor mundial dessa fruta. É a espécie mais comercializada devido à qualidade de seus frutos, ricos em sais minerais e vitaminas, e maior rendimento industrial (Faleiro et al., 2020).

O delineamento composto central rotacional (DCCR) é uma das metodologias de planejamento experimental mais aceitáveis na atualidade, quando se refere a otimização de processos. Trata-se da união de procedimentos, estatísticos e matemáticos, que podem ser usados no estudo das inter-relações entre uma ou mais respostas com inúmeros fatores (Barros et al., 1996). Por meio desse delineamento, superfícies de resposta podem ser geradas, sendo um dos principais objetivos utilizar o modelo ajustado para se determinar condições ideais nas variáveis de controle que resultem em uma resposta máxima ou mínima sobre uma determinada região de interesse (Khuri, 2017). Esse tipo de delineamento tem sido usado em diversos estudos para otimizar um processo ou um produto, por meio de um número reduzido de ensaios, minimizando assim o tempo e o empirismo que pode envolver a realização de diversos experimentos, quando mais de uma variável tem influência naquilo que se deseja obter (Pereira et al., 2020; Veloso et al., 2020; Zimmer et al., 2020).

Diante do exposto, de um mercado em crescimento e ainda pouco explorado, e da expansão do consumo e uso da farinha de tapioca em outras regiões do país, o objetivo deste trabalho foi desenvolver barrinha açucarada à base de farinha de tapioca saborizada com polpa de maracujá, utilizando a ferramenta estatística de um planejamento fatorial e superfície de resposta.

2. Metodologia

Os ingredientes usados na elaboração da barrinha açucarada foram: farinha de tapioca (Santa Maria, classe granulada, tipo 1, Brasil) peneirada em peneira de aço inoxidável de 6 mesh (abertura de malha de 3,35 mm) (Bertel Indústria Metalúrgica Ltda, Brasil), sacarose comercial (União, Brasil) e polpa pasteurizada de maracujá (CAMTA, Brasil). O produto final foi acondicionado em embalagem plástica de polipropileno (comprimento 16 cm, largura 9 cm e espessura 0,04 cm) (Multiplast, Brasil).

Foi aplicado um planejamento do tipo composto central rotacional (DCCR) 2^2 , contendo 3 pontos centrais e 4 axiais (Barros et al., 1996), onde as variáveis independentes foram concentração de polpa de maracujá (X_1) e concentração de sacarose (X_2). A farinha de tapioca adicionada foi calculada por meio da diferença entre as porcentagens dos respectivos ensaios do planejamento (Tabela 1).

Tabela 1. Matriz do planejamento DCCR 2^2 com os valores, codificados e reais, das variáveis independentes concentração de polpa de maracujá e concentração de sacarose.

Ensaio	X_1 - Polpa de maracujá (%)		X_2 - Sacarose (%)	
	Valores codificados	Valores reais	Valores codificados	Valores reais
1	(-1)	15	(-1)	35
2	(+1)	35	(-1)	35
3	(-1)	15	(+1)	45
4	(+1)	35	(+1)	45
5	(0)	25	(0)	40
6	(0)	25	(0)	40
7	(0)	25	(0)	40
8	(-1,41)	11	(0)	40
9	(+1,41)	39	(0)	40
10	(0)	25	(-1,41)	33
11	(0)	25	(+1,41)	47

Fonte: Autores (2021).

Para elaboração dos ensaios, levou-se ao aquecimento, sob agitação, a sacarose e a polpa de maracujá, previamente misturadas e homogeneizadas, até a temperatura da calda atingir 140-145 °C. Em seguida, o aquecimento foi desligado e a farinha de tapioca misturada. O produto foi moldado ainda quente em forma antiaderente, fazendo-se uma leve pressão com as mãos para compactá-lo, e deixado em repouso até alcançar a temperatura ambiente. A barrinha, pesando cerca de 20 g, foi então desenformada, embalada e selada.

Como resposta ao planejamento, foram avaliadas as variáveis dependentes cor (Y_1), aroma (Y_2), sabor (Y_3), doçura (Y_4), textura (Y_5), impressão global (Y_6) e intenção de compra (Y_7), todas realizadas por meio de testes sensoriais aprovados por um Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE número 55726516.3.0000.5173).

Assim, as formulações oriundas do planejamento foram oferecidas a 30 provadores, de idades variadas (17 a 69 anos) e ambos os sexos, em 3 sessões sensoriais distintas. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, sendo oferecidos aproximadamente 20 gramas da barrinha em cada avaliação, em temperatura ambiente, sob luz branca, sendo a apresentação monádica e sequencial de acordo com um delineamento de blocos completos (Macfie et al., 1989).

Para avaliação dos atributos sensoriais foi aplicado um teste de aceitação por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, com os extremos 1 = Desgostei muitíssimo e 9 = Gostei muitíssimo (Stone & Sidel, 1993). A intenção de compra dos provadores igualmente foi avaliada como resposta, utilizando uma escala hedônica com os extremos 1 = Certamente não compraria e 5 = Certamente compraria (Meilgaard et al., 1999).

Os resultados foram submetidos ao programa Statistica® versão 7.0, sendo os coeficientes de regressão linear e quadrático e os termos de interação do planejamento experimental determinados por meio de regressão linear múltipla. A significância ($p \leq 0,05$) de cada coeficiente de regressão foi avaliada estatisticamente pelo cálculo do valor t de erro puro, obtido a partir das réplicas no ponto central. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar ou não o modelo matemático, por meio da avaliação das relações de $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ para regressão e falta de ajuste (Box et al., 1978). Por meio das superfícies de resposta geradas, as condições ideais para formulação foram então visualizadas. O teste de média de Tukey a 5% de significância foi aplicado para comparação entre os ensaios do planejamento, quando o mesmo não pôde ser avaliado pelos parâmetros de um modelo preditivo.

A condição otimizada foi então identificada e levada a uma nova análise sensorial, para validação de sua aceitação, por um número maior de provadores. Assim, 102 provadores, de ambos os sexos e idades variando de 17 a 79 anos, realizaram um teste de aceitação julgando os mesmos atributos estudados no planejamento (Stone & Sidel, 1993). O índice de aceitação (IA) da formulação foi calculado por meio da equação descrita por Teixeira et al. (1987), $IA (\%) = (M \times 100) / 9$, onde M é a média dos valores hedônicos obtidos para cada amostra e 9 é o valor máximo da escala hedônica. Já os resultados obtidos para intenção de compra foram plotados em um histograma para melhor visualização da atitude do consumidor.

Para caracterização da barrinha açucarada, sob condições otimizadas, foi determinada a atividade de água (Aa) por leitura direta (Aqualab, marca Meter, modelo 4TE) e os teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas realizados de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (2011). O teor de carboidratos totais foi estimado por diferença e o valor energético foi calculado, de acordo com a RDC n. 360 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Resolução da Diretoria Colegiada n. 360, 2003) e fatores de conversão de Atwater (United States Department of Agriculture, 1963).

3. Resultados e Discussão

Os resultados obtidos nos ensaios do planejamento para obtenção da barrinha saborizada com polpa de maracujá estão apresentados na Tabela 2.

A análise estatística aplicada para otimização da formulação da barrinha indicou que, na avaliação dos efeitos e interações, para o atributo cor (Y_1) as variáveis significativas a 5% foram polpa linear (X_1), sacarose linear (X_2) e a interação entre polpa e sacarose (X_1 e X_2).

O valor obtido para R^2 foi de 0,85, indicando que 85% da variabilidade pode ser explicada pelo modelo. A ANOVA mostrou parâmetros válidos para um modelo preditivo, onde a relação de regressão $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ foi de 3,14 e de falta de ajuste $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ foi de 0,0015. Segundo Box et al. (1978) para que uma regressão seja não apenas significativa, mas também útil para fins preditivos, a relação de $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ deve ser superior a três e para a falta de ajuste, quanto mais baixa a relação, melhor o ajuste matemático. A equação do modelo codificado obtida é apresentada abaixo:

$$Y_1 = 7,66 + 0,13X_1 + 0,10X_2 - 0,15(X_1X_2) \quad (1)$$

onde Y_1 = estimativa da resposta cor, X_1 = concentração de polpa de maracujá (%) e X_2 = concentração de sacarose (%).

Tabela 2. Médias dos atributos sensoriais avaliados para obtenção da barrinha açucarada.

Ensaio	Cor	Aroma	Sabor	Doçura	Textura	Impressão Global	Intenção de Compra
1	7,38 ^a	7,30 ^a	7,49 ^a	7,57 ^a	7,68 ^{ab}	7,49 ^{ab}	4,00 ^{ac}
2	7,89 ^a	7,78 ^a	7,35 ^a	7,14 ^a	6,14 ^{cd}	7,14 ^{ab}	3,59 ^{ab}
3	7,78 ^a	7,68 ^a	7,54 ^a	7,76 ^a	7,78 ^{ab}	7,59 ^a	4,22 ^{ac}
4	7,70 ^a	7,43 ^a	6,97 ^a	7,14 ^a	5,68 ^d	6,76 ^{ab}	3,49 ^{bc}
5	7,76 ^a	7,54 ^a	7,43 ^a	7,32 ^a	6,89 ^{abc}	7,16 ^{ab}	3,89 ^{ac}
6	7,73 ^a	7,59 ^a	7,51 ^a	7,51 ^a	7,11 ^{abc}	7,54 ^a	3,97 ^{ac}
7	7,65 ^a	7,51 ^a	7,78 ^a	7,65 ^a	7,49 ^{ab}	7,59 ^a	4,24 ^{ac}
8	7,38 ^a	7,57 ^a	7,70 ^a	7,73 ^a	8,19 ^a	7,73 ^a	4,32 ^a
9	7,81 ^a	7,43 ^a	6,79 ^a	6,84 ^a	5,27 ^d	6,38 ^b	3,05 ^b
10	7,41 ^a	7,43 ^a	7,19 ^a	7,24 ^a	7,08 ^{ac}	7,11 ^{ab}	4,03 ^{ac}
11	7,81 ^a	7,22 ^a	7,54 ^a	7,57 ^a	6,65 ^{bcd}	7,22 ^{ab}	3,76 ^{ab}

Médias com letras iguais, na mesma coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Fonte: Autores (2021).

A superfície de resposta gerada (Figura 1) mostra que as maiores zonas de aceitação da cor estão nas concentrações mais altas de polpa de maracujá e de sacarose, isoladamente. Acredita-se que a coloração amarela da polpa de maracujá se tornou atrativa ao consumidor, pois essa variável apresentou um efeito positivo maior. Quando em conjunto com a sacarose, observou-se um efeito negativo na aceitação da cor, provavelmente pelo escurecimento vindo da caramelização do açúcar e/ou o próprio escurecimento da polpa pela cocção.

Para o atributo aroma (Y_2), embora as variáveis sacarose quadrática (X_2) e a interação maracujá e sacarose (X_1X_2) tenham sido significativas, os parâmetros obtidos não foram satisfatórios para obtenção de um modelo válido e útil para fins preditivos ($R^2 = 0,66$ e $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ de 1,77). Para o sabor (Y_3), nenhuma das variáveis foi significativa e, portanto, o planejamento experimental não permitiu a avaliação. O teste de médias aplicado, Tukey a $p \leq 0,05$, igualmente não permitiu uma diferenciação entre os ensaios para os atributos aroma e sabor.

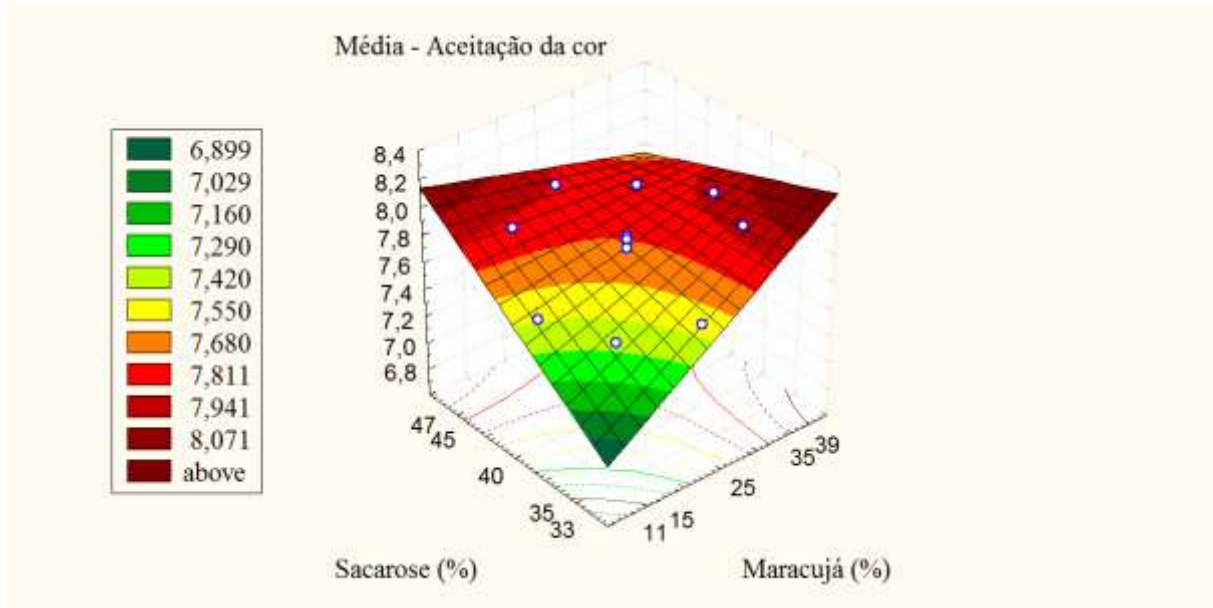
Já para a doçura (Y_4), apenas a variável maracujá linear (X_1) foi significativa gerando um modelo preditivo com parâmetros satisfatórios ($R^2 = 0,78$, $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ regressão = 6,42 e $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ falta de ajuste = 0,005). O modelo codificado é apresentado na Equação 2.

$$Y_4 = 7,49 - 0,28X_1 \quad (2)$$

onde Y_4 = estimativa da resposta doçura e X_1 = concentração de polpa de maracujá (%).

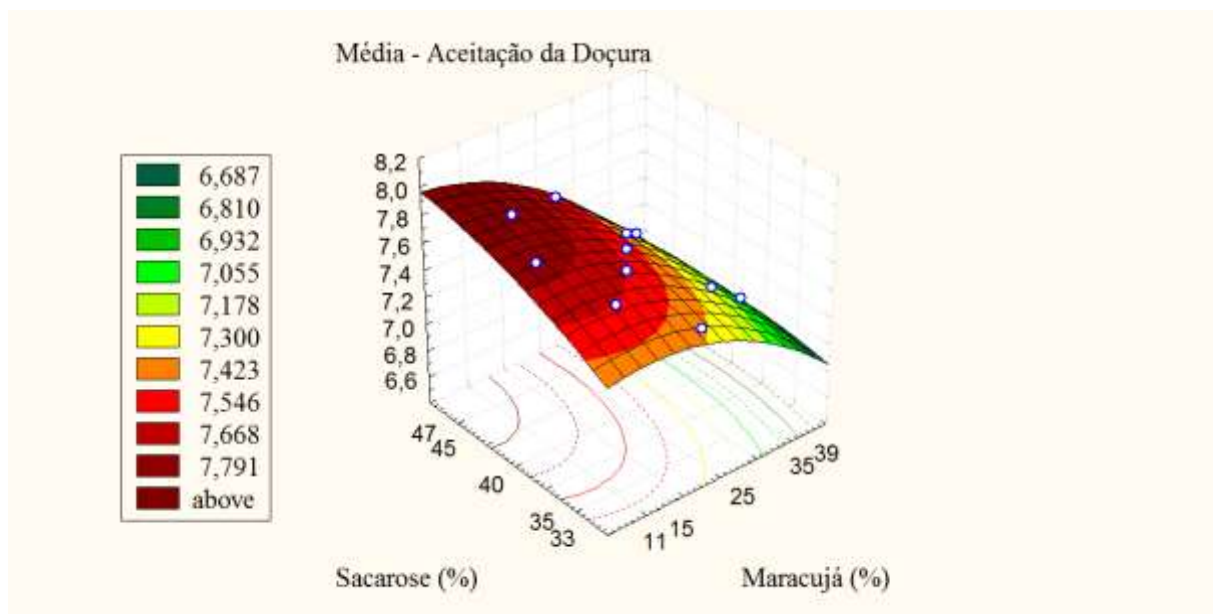
A Figura 2 mostra a superfície de resposta obtida para o atributo doçura e indica a influência negativa da polpa de maracujá na aceitação da doçura do produto, provavelmente em função da alta acidez da polpa de maracujá. Embora não tenha se observado parâmetros significativos para a sacarose, a superfície de resposta indica que em níveis iguais ou acima de 40% de sacarose, obtém-se médias mais elevadas para aceitação do produto quando associada a menores concentrações de polpa de maracujá.

Figura 1. Superfície de resposta para avaliação da influência da concentração de polpa de maracujá e sacarose na aceitação da cor da barrinha açucarada.



Fonte: Autores (2021).

Figura 2. Superfície de resposta para avaliação da influência da concentração de polpa de maracujá e sacarose na aceitação da doçura da barrinha açucarada.



Fonte: Autores (2021).

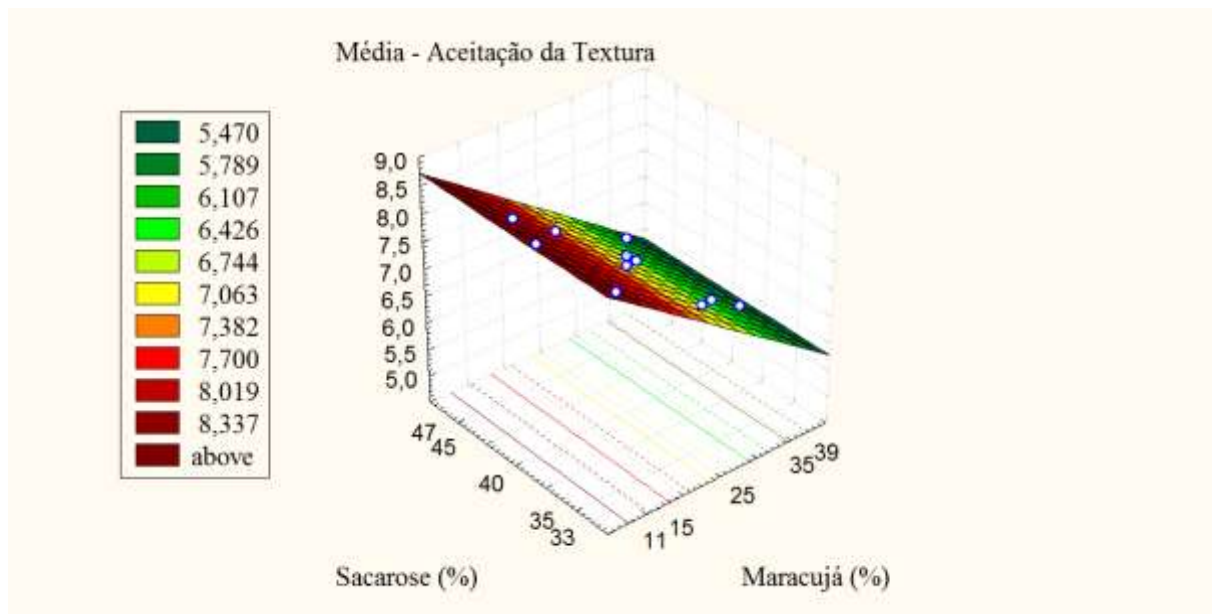
Quanto a textura (Y_5), novamente apenas a variável maracujá linear (X_1) foi significativa e gerou um modelo válido para fins preditivos com bons parâmetros estatísticos ($R^2 = 0,91$, $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ regressão = 18,70 e $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ falta de ajuste = 0,02). O modelo codificado é apresentado na Equação 3.

$$Y_5 = 7,16 - 0,97X_1 \quad (3)$$

onde Y_5 = estimativa da resposta textura e X_1 = concentração de polpa de maracujá (%).

A Figura 3 mostra a superfície de resposta obtida e nota-se que, a aceitação da textura é inversamente proporcional à quantidade de polpa de maracujá adicionada, independente da concentração de sacarose (zona vermelha linear na superfície de resposta).

Figura 3. Superfície de resposta para avaliação da influência da concentração de polpa de maracujá e sacarose na aceitação da textura da barrinha açucarada.



Fonte: Autores (2021).

Assim como observado para a doçura e textura, a impressão global do produto (Y_6) e a intenção de compra do produto (Y_7) foram afetadas de forma significativa apenas pela variável maracujá linear (X_1). Para ambas, foi gerado um modelo útil e preditivo (Equação 4 e 5).

$$Y_6 = 7,43 - 0,39X_1 \quad (4)$$

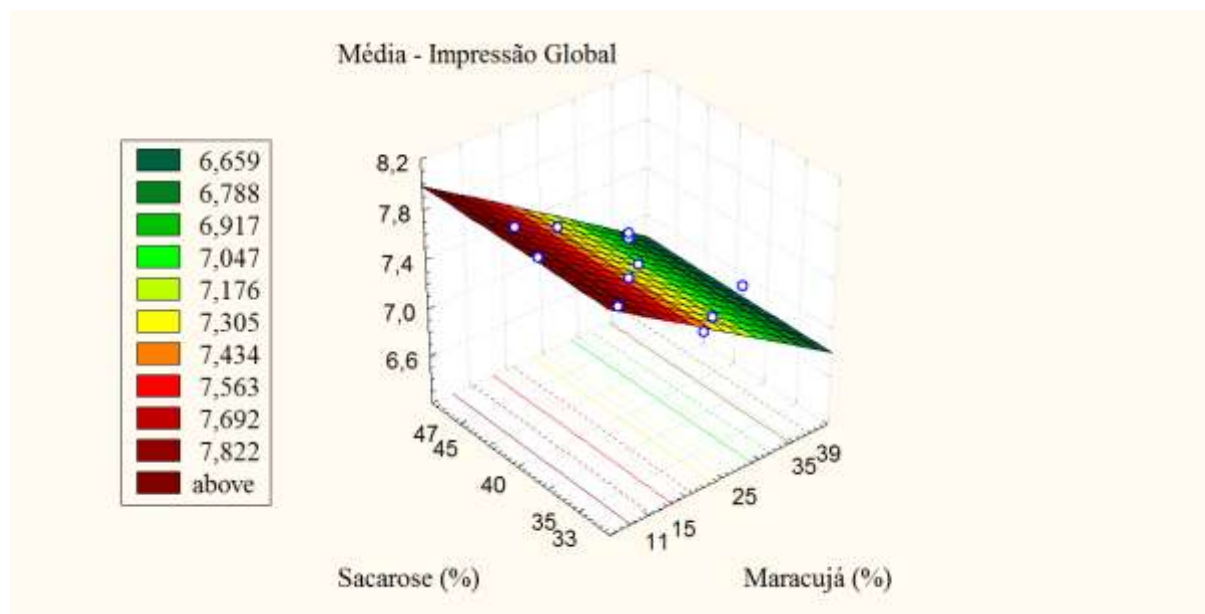
$$Y_7 = 4,03 - 0,36X_1 \quad (5)$$

onde Y_6 = estimativa da resposta impressão global, Y_7 = estimativa da resposta intenção e compra e X_1 = concentração de polpa de maracujá (%).

Para impressão global (Y_6), o modelo gerado explicou 72% da variabilidade e relação de $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ de regressão e falta de ajuste foi de 4,69 e 0,014, respectivamente. Já para a intenção de compra do produto (Y_7), o R^2 obtido foi de 0,76, explicando assim 76% da variabilidade do modelo e as relações $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ foram de 5,46 e 0,010 para regressão e falta de ajuste.

As Figuras 4 e 5 mostram, respectivamente, a influência das concentrações de polpa de maracujá e de sacarose na aceitação global e intenção de compra do produto. A exemplo do que se observou para a textura, quanto menor a quantidade de polpa na formulação, maior é a aceitação global da barrinha (Figura 4), independente da concentração de sacarose. A mesma inferência pode ser feita em relação à intenção de compra (Figura 5) dada a sua similaridade gráfica com a Figura 4.

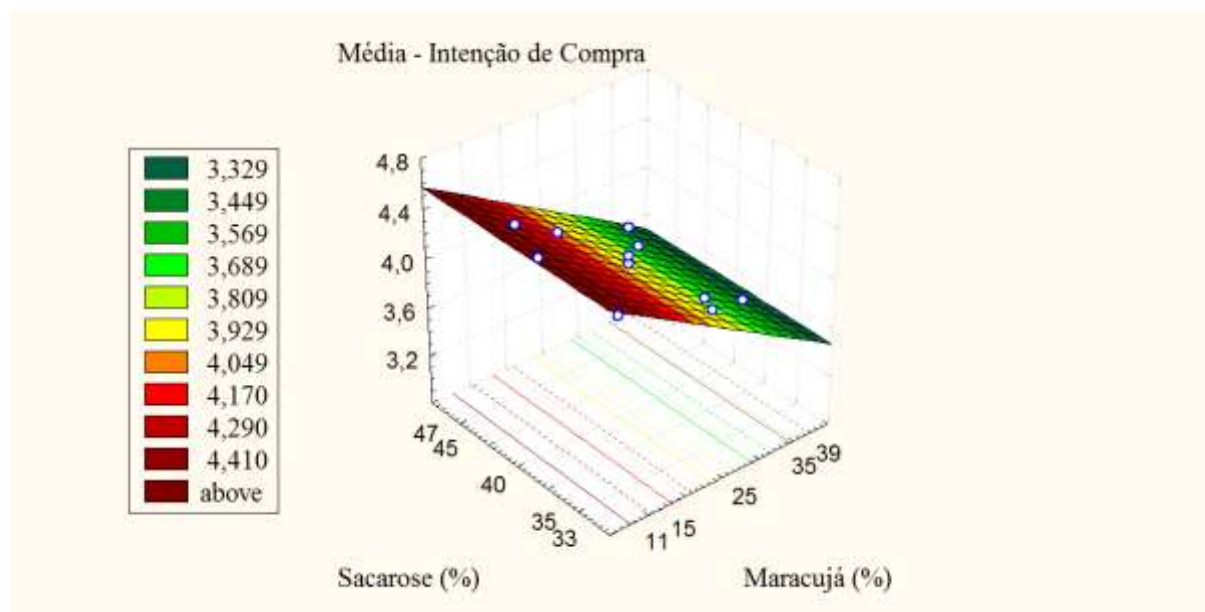
Figura 4. Superfície de resposta para avaliação da influência da concentração de polpa de maracujá e sacarose na impressão global da barrinha açucarada.



Fonte: Autores (2021).

Diante dos atributos avaliados e das faixas ótimas obtidas, a formulação com 11% de polpa de maracujá, 40% de sacarose e 49% de farinha de tapioca foi a selecionada. Essa formulação, então submetida a um novo teste de aceitação, por um número maior de provadores, mostrou médias acima de 7 para os atributos cor, aroma, sabor, doçura, textura e impressão global, o que correspondeu a índices de aceitação superiores a 84% (Tabela 3), indicando um resultado sensorial positivo. De acordo com Dutcosky (1996), um produto para ser considerado aceito, o índice de aceitação deve ser acima de 70%.

Figura 5. Superfície de resposta para avaliação da influência da concentração de polpa de maracujá e sacarose na intenção de compra da barrinha açucarada.



Fonte: Autores (2021).

Tabela 3. Médias e índices de aceitação (IA) por atributo para a barrinha açucarada de maracujá.

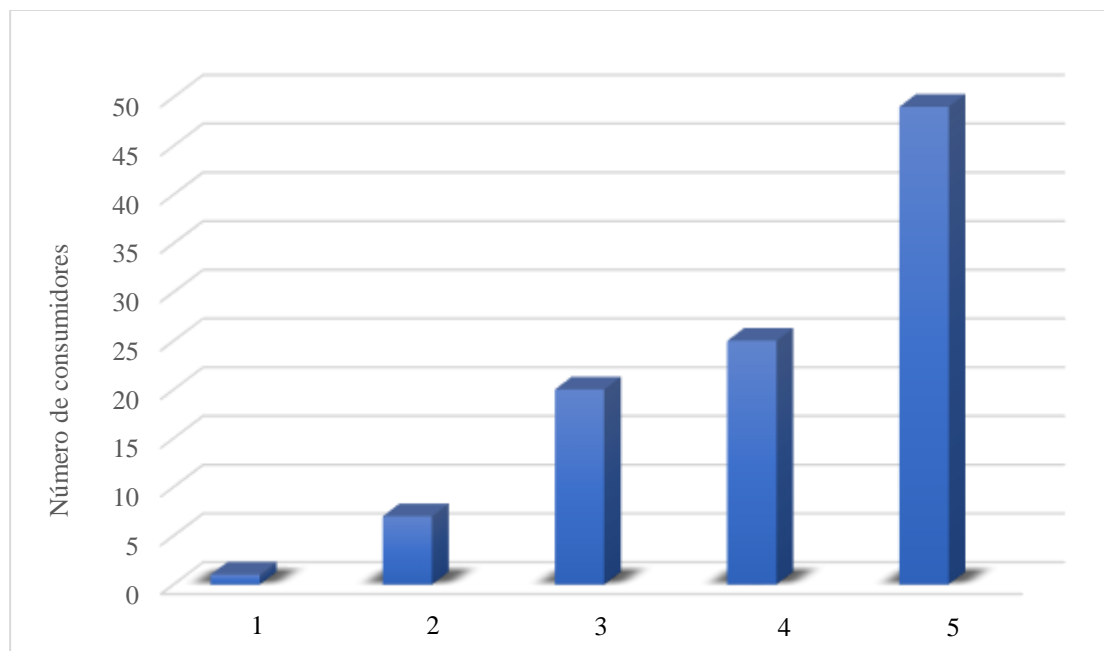
Atributos	Médias	Índice de Aceitação (%)
Cor	7,90	87,80
Aroma	7,67	85,29
Sabor	7,72	85,84
Doçura	7,54	83,77
Textura	7,86	87,36
Impressão Global	7,60	84,42
Intenção de Compra	4,12	82,35

Fonte: Autores (2021).

O histograma de intenção de compra (Figura 6) ratificou os bons resultados observados, uma vez que 70 provadores indicaram a certeza ou possibilidade de compra do produto, enquanto que 7 provadores indicaram que possivelmente não comprariam e apenas 1 provador demonstrou rejeição (certamente não compraria) em relação a barrinha açucarada.

Quanto às características físico-químicas, essa barrinha apresentou atividade de água de 0,28 e percentuais de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos de 4,40, 0,13, 0,1, 0,16 e 95,16, respectivamente. O valor de Aa indica um baixo risco de deterioração por microrganismos, uma vez que a atividade microbiana da maioria dos fungos, leveduras e bactérias é inibida em valores de Aa abaixo de 0,7, 0,8 e 0,9, respectivamente. O teor de carboidratos é responsável, quase a totalidade, pelo elevado valor energético da barrinha (76,51 kcal/100g). Isso decorre do alto percentual de sacarose (40%) e farinha de tapioca (49%) na formulação.

Figura 6. Histograma de intenção de compra da barrinha açucarada de maracujá. 1. Certamente não compraria, 2. Possivelmente não compraria, 3. Talvez comprasse/Talvez não comprasse, 4. Possivelmente compraria e 5. Certamente compraria.



Fonte: Autores (2021).

4. Conclusão

O planejamento experimental DCCR e as superfícies de resposta geradas permitiram otimizar a formulação da barrinha, indicando que esse tipo de delineamento estatístico pode ser útil no desenvolvimento de produtos com base em respostas sensoriais.

A barrinha açucarada saborizada com polpa de maracujá é um produto novo e oportuno para diversificar, agregar valor e ampliar a visibilidade e a perspectiva de novos mercados à farinha de tapioca, obtendo aceitação sensorial positiva no estudo realizado. O processo de fabricação é simples e de baixo custo de investimento, podendo ser adotado por agricultores familiares e empresas de pequeno porte. Devido ao elevado teor de carboidratos, a barrinha é altamente energética, sendo ainda isenta de glúten, aditivos e coadjuvantes de tecnologia.

Como sugestão para trabalhos futuros, sugere-se o desenvolvimento de barrinhas açucaradas saborizadas com outras matérias-primas, principalmente frutas da região Amazônica, como forma de impulsionar a agregação de valor, não somente da farinha de tapioca em produtos, mas como também a fruticultura regional dessa região.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq - Brasil) pelo suporte financeiro (processo número 407764/2013-5).

Referências

Alves, R. N. B., Modesto, M. S., Jr., & Abreu, L. F. (2019). Rentabilidade e características da produção de tucupi e fécula derivados da mandioca. In: Alves, R. N. B., & Modesto, M. S., Jr. (Ed.). *Mandioca: agregação de valor e rentabilidade de negócios* (pp. 91-108). Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196537/1/LV-Mandioca-Rentabilidade.pdf>

Association of Official Analytical Chemists. (2011). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. AOAC International. 2590p.

Barros, B., Neto, Scarminio, I. S., Bruns, R. E. (1996). *Planejamento e otimização de experimentos*. Editora Unicamp. 299p.

- Box, G. E. P., Hunter, W. G. & Hunter, J. S. (1978). *Statistics for experimenters: An introduction to design, data analysis and model building*. Editora Wiley.
- Brasil. (2005). *Instrução Normativa n. 23, de 14 de dezembro de 2005*. Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca. Diário Oficial da União, 15 dez. 2005. Seção 1, p. 5-6. www.agricultura.gov.br.
- Cravo, M. S. (2019). Prefácio. In: Alves, R. N. B., & Modesto, M. S., Jr. (Ed.). *Mandioca: agregação de valor e rentabilidade de negócios* (pp. 9-10). Brasília, DF: Embrapa Amazônia Oriental. <http://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/196537/1/LV-Mandioca-Rentabilidade.pdf>
- Dutcosky, S. D. (1996). *Análise sensorial de alimentos*. Champagnat. 123 p.
- Faleiro, F. G., Junqueira, N. T. V., Jesus, O. N., Cenci, S. A., Machado, C. F., Rosa, R. C. C., Costa, A. M., Junqueira, K. P., & Junghans, T. G. (2020). Maracuyá: *Passiflora edulis* Sims. In: Carlosoma, A. R., Faleiro, F. G., Morera, M. P., & Costa, A. M. (Ed.). *Pasifloras: especies cultivadas en el mundo* (pp. 15-28). Brasília: ProImpress: Cepass. <http://ainfo.cnpia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214896/1/Livro-pasiflora-cultivadas-en-el-mundo.pdf>
- Khuri, A. I. (2017). Response surface methodology and its applications in agricultural and food sciences. *Biometrics e Biostatistics International Journal*. 5(5), 155-163. [10.15406/bbij.2017.05.00141](https://doi.org/10.15406/bbij.2017.05.00141).
- Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*. 4(2), 129-148. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x>.
- Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. CRC. 281p.
- Montes, S. S., Rodrigues, L. M., Cardoso, Z. C. V., Camilloto, G. P., & Cruz, R. S. (2015). Tapioca and rice flour cookies: technological, nutritional and sensory properties. *Ciência e Agrotecnologia*. 39(5), 514-522. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000500010>.
- Nascimento, W. J., Silva, D. M. B., Alves, E. S., & Monteiro, A. R. G. (2021). Desenvolvimento e caracterização de snack extrusado a base de farinha de tapioca, e avaliação sensorial sobre intenção de compra. *Research, Society and Development*. 10(2), e15310212395. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12395>.
- Pereira, C., Schmidt, A. C. P., Kalshne, D. L., Carpes, S. T., Ourique, F., & Ferreira, C. (2020). Effect of lactase, transglutaminase and temperature on ice cream crystal by a response surface methodology approach. *Research, Society and Development*. 9(11), e72191110138. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10138>.
- Prazeres, I. C., Carvalho, A. V., Domingues, A. F. N., & Abreu, L. F. (2020). Preparing multicomponent snack bars based on tapioca flour, Brazil nut, and regional fruits. *Revista Chilena de Nutrición*. 47(2), 190-199. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000200190>.
- Resolução da Diretoria Colegiada n. 360, de 23 de dezembro de 2003*. Regulamento técnico de rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, 26 dez. 2003. Seção 1, p. 33-34. Recuperado de jusbrasil.com.br/diarios/822269/pg-33-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-26-12-2003.
- Stone, H. S., & Sidel, J. L. (1993). *Sensory evaluation practices*. Academic Press. 338p.
- Souza, V. R., Aniceto, A., Abreu, J. P., Montenegro, J., Boquimpani, B., Jesus, V. A., Campos, M. B. E., Marcellini, P. S., Freitas-Silva, O., Cadena, R., & Teodoro, A. J. (2020). Fruit-based drink sensory, physicochemical, and antioxidant properties in the Amazon region: Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth and *verbascifolia* (L.) DC) and tapereba (*Spondia mombin*). *Food Science & Nutrition*. 8(5), 2341-2347. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1520>.
- Teixeira, E., Meinert, E., & Barbata, P. A. (1987). *Análise sensorial dos alimentos*. UFSC, 182p.
- United States Department of Agriculture. (1963). *Composition of foods*. Agricultural Research Center Service. 190p.
- Veloso, F. S., Colla, E., & Genena, A. K. (2020). Optimization of the extraction process of compounds with antioxidant activity of tomy atkins mango peel. *Research, Society and Development*. 9(10), e9939109273. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9273>.
- Zimmer, T. R., Silva, J. M., Rocha, D. H. A., Teles, H. L., Barbosa, D. S., Freitas, F. F., & Seolatto, A. A. (2020). Removal of the pesticide methomyl contained in simulated effluent from equipment washing by adsorption in residual orange bagasse. *Research, Society and Development*. 9(11), e3569118528. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.8528>.