



ISSN: 2310-0036

Vol. 2 | Nº. 17 | Ano 2026

Marcos Ballat

Universidade Católica de
Moçambique

mballat@ucm.ac.mz

Iñigo Arozarena Martinicorena

Universidad Pública de Navarra

inigo.azorenara@unavarra.es

Maria R. M. Arroyo

Universidad Pública de Navarra

remedios.marin@unavarra.es



Rua: Comandante Gaivão nº 688

C.P.: 821

Website: <http://www.ucm.ac.mz/cms/>

Revista: <http://www.reid.ucm.ac.mz>

Email: reid@ucm.ac.mz

Tel.: (+258) 23 324 809

Fax: (+258) 23 324 858

Beira, Moçambique

Aceitabilidade sensorial de pães de farinhas compostas de trigo, mandioca e soja

Sensory acceptability of Breads from Wheat, Cassava and Soybean Composite Flours

RESUMO

Moçambique enfrenta desafios estruturais de segurança alimentar e forte dependência do trigo importado para a produção de pão. Farinhas compostas de matérias-primas locais podem contribuir para a diversificação nutricional, desde que a aceitabilidade sensorial seja assegurada. O estudo avaliou a aceitabilidade sensorial de pães com farinhas compostas de trigo, mandioca e soja, comparados com o pão controlo. Três formulações foram submetidas a avaliação sensorial com 33 consumidores não treinados: pão controlo (T100:S0:M0), pão com 5% de soja e 10% de mandioca (T85:S5:M10) e pão com 30% de mandioca (T70:S0:M30). Utilizou-se uma escala hedónica de sete pontos para os atributos aparência, cor, sabor, textura e impressão global, além de uma prova de ordenação por preferência. Os dados foram analisados por ANOVA com teste de Tukey e teste de Friedman. Observaram-se diferenças significativas entre formulações na maioria dos atributos ($p < 0,05$). A formulação T85:S5:M10 apresentou aceitabilidade semelhante ao controlo nos atributos visuais, enquanto a formulação com 30% de mandioca foi a menos preferida. A textura não evidenciou diferenças significativas. A substituição parcial com proporções moderadas de soja e mandioca permite obter pães sensorialmente aceitáveis, com potencial de aplicação na substituição do trigo importado.

Palavras-chave: análise sensorial; pão; farinhas compostas; soja; mandioca.

Abstract

Mozambique faces structural food-security challenges and a strong dependence on imported wheat for bread production. Composite flours made from locally available raw materials may contribute to nutritional diversification, provided consumer sensory acceptability is ensured. This study assessed the sensory acceptability of breads made with composite flours of wheat, cassava, and soybean, compared with traditional wheat bread. Three formulations were submitted to sensory evaluation with 33 untrained consumers: control bread (T100:S0:M0), bread with 5% soybean and 10% cassava (T85:S5:M10), and bread with 30% cassava (T70:S0:M30). A seven-point hedonic scale was used for appearance, colour, flavour, texture, and overall impression, together with a preference ranking test. Data were analysed by ANOVA with Tukey's test and Friedman's test. Significant differences were found among formulations for most attributes ($p < 0.05$). Formulation T85:S5:M10 showed acceptability comparable to the control for the visual attributes, while the 30% cassava formulation was the least preferred. Texture showed no significant differences. Partial substitution with moderate proportions of soybean and cassava flours yields sensorially acceptable breads with potential application in imported-wheat substitution.

Keywords: sensory analysis; bread; composite flours; soybean; cassava.

1. Introdução

O pão é um alimento amplamente consumido em diferentes contextos socioeconómicos e culturais, constituindo fonte relevante de energia alimentar e produto de elevada importância para o sector agro-alimentar. Em países com forte dependência de trigo importado, a substituição parcial da farinha de trigo por matérias-primas alternativas pode representar uma estratégia promissora para reduzir vulnerabilidades no abastecimento e promover maior utilização de recursos locais. Contudo, para além dos ganhos nutricionais e da viabilidade tecnológica, a adopção de farinhas sucedâneas em panificação depende, de forma determinante, da aceitação pelo consumidor, avaliada por testes afectivos e de preferência (ISO, 2014).

A utilização de farinhas compostas tem sido investigada como abordagem para a diversificação e fortificação de produtos de panificação, combinando ingredientes de diferentes perfis nutricionais e funcionais. Revisões recentes demonstram que a incorporação de farinhas de leguminosas e outros ingredientes vegetais pode aumentar o teor de proteína e de fibra, mas frequentemente implica alterações sensoriais, nomeadamente na cor, na textura e no sabor, o que pode comprometer a aceitabilidade quando as proporções não são adequadamente optimizadas (Hoque et al., 2022; Parmigiani et al., 2025).

Entre as matérias-primas alternativas com relevância para contextos africanos e tropicais, a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) destaca-se pela disponibilidade e pelo elevado teor de amido. Do ponto de vista sensorial, a substituição de trigo por farinha de mandioca tende a afectar atributos valorizados pelo consumidor, em especial a aparência, cor e estrutura do miolo, sobretudo quando os níveis de substituição aumentam. Evidência experimental indica que substituições moderadas podem manter a aceitação próxima do controlo, ao passo que níveis mais elevados tendem a reduzir as pontuações hedónicas e a preferência global (Akintayo et al., 2020; Udofia et al., 2013).

A soja é frequentemente utilizada como ingrediente de fortificação proteica em panificação. Estudos recentes demonstram que diferentes formas de processamento, como farinha germinada ou produtos fermentados à base de soja, podem influenciar de modo relevante tanto a qualidade tecnológica do pão como a sua percepção sensorial, afectando parâmetros como sabor, aroma característico, firmeza e intensidade de escurecimento, reforçando a necessidade de proporções moderadas e formulações cuidadosamente ajustadas (Atudorei et al., 2023; Cabello-Olmo et al., 2023).

Do ponto de vista metodológico, a aceitação do consumidor é normalmente avaliada por testes afectivos com escalas hedónicas, complementados por provas de ordenação por preferência quando se pretende comparar formulações e identificar a opção mais apreciada. A norma ISO 11136 fornece orientação para a condução de testes hedónicos com consumidores em condições controladas, recomendando padronização na apresentação das amostras, codificação aleatória e controlo das condições de prova (ISO, 2014).

Neste contexto, o presente estudo teve como objectivo avaliar a aceitabilidade sensorial de pães elaborados com farinhas compostas de trigo, mandioca e soja, comparando formulações seleccionadas com o pão controlo (100% trigo). Para o efeito, foi aplicado um teste afectivo com escala hedónica de sete pontos e uma prova de ordenação por preferência com consumidores não treinados, visando identificar formulações com aceitação sensorial semelhante ao pão tradicional e, portanto, com maior potencial de aplicação.

2. Materiais e Métodos

2.1. Local do estudo e formulações avaliadas

O estudo sensorial foi conduzido no laboratório de análise sensorial da Faculdade de Agronomia, Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidad Pública de Navarra, Espanha. Para a avaliação sensorial foram seleccionadas três formulações de pão previamente elaboradas e caracterizadas do ponto de vista físico-químico, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações de pão seleccionadas para a avaliação sensorial

Formulação	Código	Trigo (%)	Soja (%)	Mandioca (%)
Controlo	T100:S0:M0	100	0	0
Soja e mandioca (moderada)	T85:S5:M10	85	5	10
Mandioca (elevada)	T70:S0:M30	70	0	30

Nota. T = trigo; S = soja; M = mandioca.

As três formulações foram seleccionadas a partir do processo de optimização múltipla por função de desejabilidade conduzido no estudo físico-químico companheiro (Ballat et al., 2026), que avaliou doze tratamentos resultantes de um desenho experimental de misturas envolvendo farinha de trigo, soja e mandioca. O pão controlo (T100:S0:M0) corresponde ao tratamento de referência desse desenho original, e a formulação T70:S0:M30 corresponde a um dos pontos extremos do mesmo desenho, seleccionado por apresentar volume elevado e por representar, no contexto moçambicano, uma substituição economicamente atractiva de 30% da farinha de trigo por farinha de mandioca. Já a formulação T85:S5:M10 não constava do conjunto inicial de doze tratamentos: resultou de uma quinta ronda de optimização múltipla das variáveis instrumentais (volume, firmeza e parâmetros CIELab), na qual se fixaram como objectivo valores de cor da crosta próximos dos do pão controlo. Obteve-se assim uma formulação prevista com características físicas semelhantes às do pão de referência, mas com aporte nutricional reforçado pela pequena proporção de soja. Esta origem experimental distinta é explicitada por transparência metodológica, uma vez que a formulação T85:S5:M10 constitui uma previsão do modelo de optimização e não um dos pontos originais do desenho de misturas.

As formulações foram assim seleccionadas com o objectivo de comparar o pão tradicional de trigo com pães contendo níveis moderados e elevados de substituição por farinhas alternativas, permitindo avaliar o impacto da incorporação de mandioca e soja na aceitabilidade sensorial.



Figura 1. Fotografia dos pães elaborados e avaliados sensorialmente (esquerda para a direita: T85:S5:M10, T100:S0:M0, T70:S0:M30)

2.2. Painel de consumidores

Participaram no estudo 33 consumidores não treinados, seleccionados de forma voluntária entre estudantes e colaboradores da instituição. Os participantes eram consumidores habituais de pão e não apresentavam restrições alimentares conhecidas relacionadas com os ingredientes utilizados nas formulações avaliadas. A utilização de consumidores não treinados é adequada para testes afectivos de aceitabilidade, uma vez que permite avaliar a resposta sensorial de indivíduos representativos do público-alvo do produto (ISO, 2014; Lawless & Heymann, 2010). A participação foi voluntária e mediante consentimento informado prévio, tendo os dados sido tratados de forma anónima e confidencial, em conformidade com os princípios éticos aplicáveis a estudos com participantes humanos. O perfil sociodemográfico do painel encontra-se descrito na Tabela 2.

Tabela 2. Perfil sociodemográfico do painel de consumidores (n = 33)

Variável	Categoria	n	%
Sexo	Feminino	27	82
	Masculino	6	18
Faixa etária	18–24 anos	9	27
	25–30 anos	9	27
	31–40 anos	9	27
	> 40 anos	6	18
Frequência de consumo	Diariamente	30	91
	Esporadicamente	3	9

Nota. Valores expressos em número absoluto (n) e percentagem (%).

2.3. Condições e procedimento do ensaio sensorial

A avaliação sensorial foi realizada em cabines individuais, sob condições controladas de iluminação, temperatura ambiente e ausência de odores estranhos, de acordo com as recomendações da norma ISO 8589:2007 para ensaios sensoriais com consumidores.

As amostras foram apresentadas aos consumidores de forma monádica e em ordem aleatória, para minimizar efeitos de ordem e de fadiga sensorial. Cada amostra foi codificada com números aleatórios de três dígitos, garantindo o anonimato das formulações. Entre a avaliação das amostras, os consumidores dispuseram de água à temperatura ambiente para limpeza das papilas gustativas.

2.4. Teste hedónico

Foi aplicada uma escala hedónica estruturada de sete pontos para a avaliação dos seguintes atributos: aparência (das rebanadas e do pão inteiro), cor (das rebanadas e do pão inteiro), volume (do pão inteiro), sabor, textura e impressão global. Os pontos extremos da escala corresponderam a 1 = "desgosto muito" e 7 = "gosto muito".

2.5. Prova de ordenação por preferência

Para complementar o teste hedónico, foi realizada uma prova de ordenação por preferência, na qual os consumidores foram instruídos a ordenar os três pães inteiros da formulação mais preferida (1) para a menos preferida (3). Este tipo de teste é particularmente útil para discriminar preferências globais quando as diferenças hedónicas entre formulações são subtis (Lawless & Heymann, 2010).

2.6. Análise estatística

Os dados do teste hedónico foram analisados por análise de variância (ANOVA) de um factor, considerando o tipo de pão como factor fixo e o consumidor como bloco. Quando se verificaram diferenças significativas ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Os dados da prova de ordenação por preferência foram analisados pelo teste não paramétrico de Friedman, adequado para dados ordinais provenientes de testes de ordenação. Todas as análises foram realizadas com o software Statgraphics Centurion, versão XVI.

3. Resultados e Discussão

3.1. Perfil do painel de consumidores

O painel foi maioritariamente composto por consumidores do sexo feminino (82%), com distribuição equilibrada entre as faixas etárias de 18–24, 25–30 e 31–40 anos (27% cada), e 18% com mais de 40 anos. A elevada frequência de consumo de pão reportada (91% dos

participantes declararam consumo diário) indica que o painel era constituído por consumidores habituais do produto, condição considerada adequada para testes afectivos de aceitabilidade, uma vez que reflecte preferências reais do mercado consumidor (ISO, 2014; Lawless & Heymann, 2010).

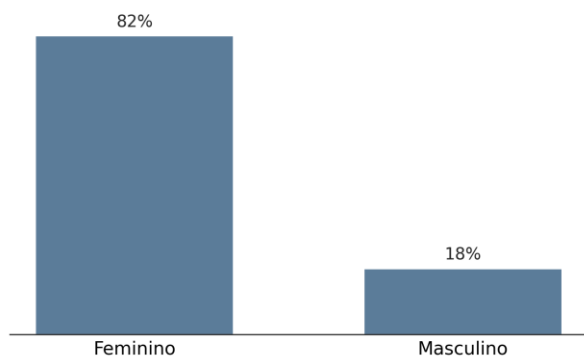


Figura 2. Distribuição do painel de consumidores por sexo (n = 33)

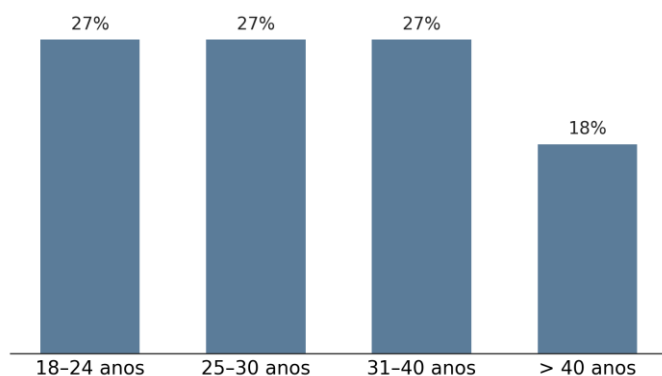


Figura 3. Distribuição do painel de consumidores por faixa etária (n = 33)

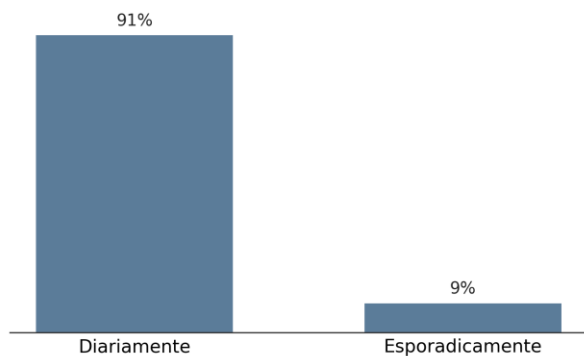


Figura 4. Frequência de consumo de pão declarada pelo painel (n = 33)

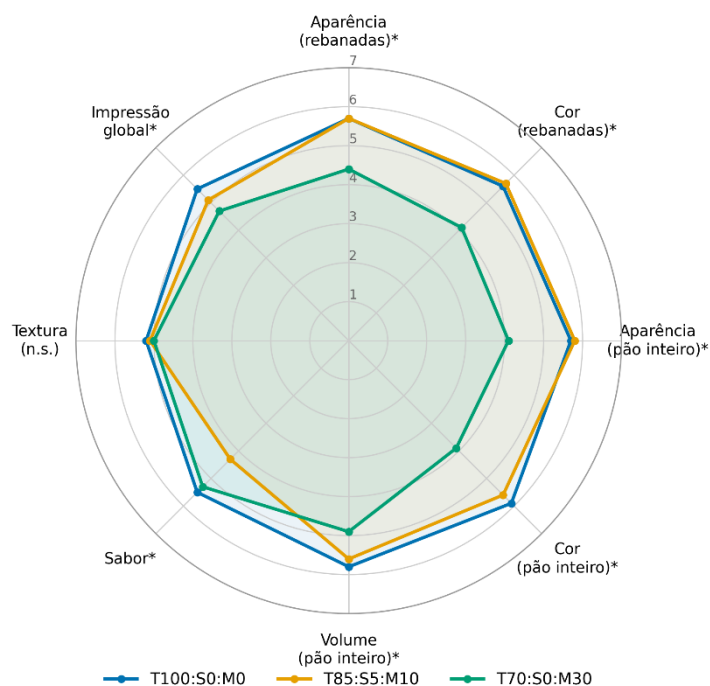
3.2. Avaliação sensorial por escala hedónica

Os resultados da avaliação hedônica encontram-se sistematizados na Tabela 3. A ANOVA revelou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as formulações para a maioria dos atributos avaliados, demonstrando que a substituição parcial da farinha de trigo influenciou de forma significativa a percepção sensorial dos consumidores.

Tabela 3. Resultados da avaliação hedônica por formulação e atributo (média $\pm$ desvio padrão; escala de 1 a 7 pontos)

Atributo	T100:S0:M0	T85:S5:M10	T70:S0:M30	Valor p
Aparência (rebanadas)	5,7 $\pm$ 0,9 a	5,7 $\pm$ 1,1 a	4,4 $\pm$ 1,4 b	< 0,001
Cor (rebanadas)	5,6 $\pm$ 1,1 a	5,7 $\pm$ 1,1 a	4,1 $\pm$ 1,3 b	< 0,001
Aparência (pão inteiro)	5,7 $\pm$ 1,2 a	5,8 $\pm$ 0,2 a	4,1 $\pm$ 1,2 b	< 0,001
Cor (pão inteiro)	5,9 $\pm$ 1,3 a	5,6 $\pm$ 1,1 a	3,9 $\pm$ 1,2 b	< 0,001
Volume (pão inteiro)	5,8 $\pm$ 0,9 a	5,6 $\pm$ 0,9 a	4,9 $\pm$ 1,1 b	0,002
Sabor	5,5 $\pm$ 1,2 a	4,3 $\pm$ 1,3 b	5,3 $\pm$ 1,2 ab	0,031
Textura	5,2 $\pm$ 1,3 a	5,1 $\pm$ 1,2 a	5,0 $\pm$ 1,2 a	0,665
Impressão global	5,5 $\pm$ 1,0 a	5,1 $\pm$ 1,3 ab	4,7 $\pm$ 1,3 b	0,022

Nota. Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significativas entre



formulações (teste de Tukey, $p < 0,05$). T = trigo; S = soja; M = mandioca.

Figura 5. Perfil sensorial dos pães avaliados por formulação e atributo (escala hedônica de 1 a 7 pontos). * $p < 0,05$ (ANOVA); n.s. = sem diferença estatisticamente significativa.

Aparência e cor (rebanadas e pão inteiro). Os atributos aparência e cor das rebanadas apresentaram diferenças altamente significativas entre as formulações ($p < 0,001$). A formulação T70:S0:M30 obteve as pontuações médias mais baixas, diferindo significativamente das formulações T100:S0:M0 e T85:S5:M10, que apresentaram valores

elevados e estatisticamente semelhantes entre si. Na avaliação dos pães inteiros, padrão idêntico foi observado também para o atributo volume ($p = 0,002$). Apesar de as medições instrumentais de volume não evidenciarem diferenças expressivas entre as formulações T100:S0:M0 e T70:S0:M30 (1413 ± 15 e 1407 ± 15 cm³, respectivamente; Tabela 4), os consumidores atribuíram uma avaliação inferior ao pão com elevado teor de mandioca, demonstrando que a percepção sensorial do volume é fortemente influenciada pela avaliação visual global, em particular pelos atributos aparência e cor (Hoque et al., 2022; Cabello-Olmo et al., 2023).

A coloração mais clara e a menor apreciação visual do pão com 30% de mandioca estão relacionadas com o baixo teor proteico desta farinha e, consequentemente, com a menor intensidade das reacções de Maillard durante a cozedura, conferindo uma aparência menos apelativa em comparação com os pães elaborados com maior proporção de trigo (Akintayo et al., 2020; Alemu & Kuyu, 2025).

Sabor. O atributo sabor apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p = 0,031$). O pão controlo (T100:S0:M0) foi o mais bem avaliado, diferindo significativamente da formulação T85:S5:M10, que apresentou a menor pontuação média neste atributo. O pão T70:S0:M30 ocupou posição intermédia, não diferindo significativamente das restantes. A menor aceitação do sabor da formulação com soja pode estar associada à presença de compostos característicos desta leguminosa, potencialmente estranhos a consumidores habituados ao pão tradicional de trigo (Atudorei et al., 2023; Alemu & Kuyu, 2025).

Textura. Não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre as formulações para o atributo textura ($p = 0,665$). Este resultado indica que os consumidores não perceberam alterações relevantes na maciez ou mastigabilidade dos pães avaliados, apesar de a firmeza instrumental variar entre $2,0 \pm 0,1$ N (T70:S0:M30) e $2,7 \pm 0,2$ N (T100:S0:M0), com o pão T85:S5:M10 em posição intermédia ($2,2 \pm 0,2$ N; Tabela 4). A dissociação entre as diferenças instrumentais de firmeza e a percepção sensorial da textura é consistente com estudos recentes sobre pães com farinhas alternativas (Atudorei et al., 2023; Udomkun et al., 2022), sugerindo que a magnitude das diferenças texturais instrumentais entre estas três formulações se situou abaixo do limiar de percepção dos consumidores, ou que outros atributos sensoriais, como a aparência e o sabor, dominaram a resposta afectiva geral.

Impressão global. A impressão global apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p = 0,022$). O pão controlo foi o mais bem avaliado, enquanto o pão com 30% de mandioca registou a menor aceitação. A formulação T85:S5:M10 ocupou posição intermédia, não diferindo significativamente das restantes, indicando que a substituição moderada não compromete a aceitação global do produto.

3.3. Caracterização instrumental complementar dos pães avaliados

Para além da avaliação sensorial, os três pães submetidos ao painel foram também caracterizados instrumentalmente quanto ao volume, à altura, à textura (força máxima e firmeza) e à cor do miolo e da crosta (sistema CIELab), seguindo a metodologia descrita para o estudo físico-químico companheiro (Ballat et al., 2026). Estes dados, sistematizados nas Tabelas 4 e 5, permitem comparar directamente a percepção sensorial dos consumidores com medições objectivas dos mesmos pães avaliados.

Tabela 4. Características físicas e texturais instrumentais dos pães avaliados sensorialmente

Formulação	Volume (cm ³)	Altura (cm) a	Força máxima (N)	Firmeza (N)
T100:S0:M0	1413 ± 15	9,0	4,1 ± 0,4	2,7 ± 0,2
T85:S5:M10	1437 ± 25	9,2	3,8 ± 0,4	2,2 ± 0,2
T70:S0:M30	1407 ± 15	8,4	3,3 ± 0,1	2,0 ± 0,1

Nota. T = trigo; S = soja; M = mandioca. a Dados de altura obtidos sem repetições, pelo que não é apresentado desvio padrão.

Nota. T = trigo; S = soja; M = mandioca. a Dados de altura obtidos sem repetições, pelo que não é apresentado desvio padrão.

Tabela 5. Parâmetros de cor CIELab do miolo e da crosta dos pães avaliados sensorialmente

Formulação	L* miolo	a* miolo	b* miolo	L* crosta	a* crosta	b* crosta
T100:S0:M0	69,6 ± 1,5	0,5 ± 0,1	16,1 ± 0,9	57,0 ± 5,6	9,4 ± 0,9	33,1 ± 1,7
T85:S5:M10	59,1 ± 5,1	1,4 ± 0,4	15,4 ± 1,4	56,2 ± 3,6	11,4 ± 1,4	35,2 ± 2,6
T70:S0:M30	62,9 ± 2,1	0,5 ± 0,2	13,2 ± 1,0	70,9 ± 2,6	6,1 ± 2,2	28,2 ± 5,9

Nota. L* = luminosidade; a* = coordenada verde-vermelho; b* = coordenada azul-amarelo. T = trigo; S = soja; M = mandioca.

Do ponto de vista físico e textural (Tabela 4), os três pães apresentaram volumes semelhantes entre si (1407–1437 cm³), confirmando a ausência de diferenças instrumentais expressivas de volume entre formulações, já referida na discussão anterior. A altura foi ligeiramente inferior no pão T70:S0:M30 (8,4 cm) relativamente aos restantes (9,0–9,2 cm). Quanto à textura, a força máxima e a firmeza foram inferiores no pão com 30% de mandioca e superiores no pão controlo, com o pão T85:S5:M10 em posição intermédia, tal como já assinalado na discussão do atributo textura.

Relativamente à cor (Tabela 5), o pão T70:S0:M30 apresentou a maior luminosidade da crosta (L* = 70,9 ± 2,6) e o pão T85:S5:M10 a menor (L* = 56,2 ± 3,6), praticamente coincidente com a do pão controlo (L* = 57,0 ± 5,6). No miolo, o padrão inverteu-se parcialmente: o pão T70:S0:M30 apresentou a menor luminosidade (L* = 62,9 ± 2,1), possivelmente reflectindo diferenças na estrutura alveolar do miolo. Estes resultados objectivos são consistentes com a percepção visual dos consumidores, que atribuíram as pontuações mais baixas de aparência e

cor ao pão com maior teor de mandioca (Tabela 3), confirmando que a rejeição sensorial deste pão tem correspondência directa nas suas características cromáticas instrumentais.

3.4. Prova de ordenação por preferência

Os resultados da prova de ordenação por preferência, analisados pelo teste de Friedman, encontram-se apresentados na Tabela 6. Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas aos níveis de confiança de 95% e 99%.

Tabela 6. Resultados da prova de ordenação por preferência (teste de Friedman)

Formulação	Soma de ordens	Grupo (95%)	homogéneo	Grupo (99%)	homogéneo
T100:S0:M0	Menor (mais preferida)	A		A	
T85:S5:M10	Intermédia	A		AB	
T70:S0:M30	Maior (menos preferida)	B		B	

Nota. Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significativa entre formulações ($p \geq 0,05$). T = trigo; S = soja; M = mandioca.

Ao nível de 95% de confiança, distinguiram-se dois grupos homogéneos: um grupo mais preferido, constituído pelas formulações T100:S0:M0 e T85:S5:M10, e um grupo menos preferido, composto exclusivamente pela formulação T70:S0:M30. Ao nível de 99% de confiança, a formulação T85:S5:M10 ocupou uma posição intermédia, não diferindo significativamente das restantes, o que evidencia uma preferência ligeira, mas não robusta, em favor das formulações com menor teor de mandioca.

A análise integrada dos atributos sensoriais confirmou que a rejeição relativa do pão com elevado teor de mandioca está associada principalmente a aspectos visuais, enquanto a formulação com substituição moderada (T85:S5:M10) apresenta um perfil sensorial equilibrado e próximo do pão tradicional de trigo. A ausência de diferenças significativas na textura sensorial reforça a importância de avaliações afectivas complementares às medições instrumentais no desenvolvimento de novos produtos de panificação (Udofia et al., 2013; Lawless & Heymann, 2010).

4. Conclusão

O presente estudo demonstrou que a aceitabilidade sensorial de pães elaborados com farinhas compostas de trigo, mandioca e soja é fortemente condicionada pelos atributos visuais e pelo sabor. A formulação com 30% de farinha de mandioca foi consistentemente a menos preferida, em especial nos atributos aparência, cor e volume, o que se reflectiu numa menor impressão global e numa posição desfavorável na prova de ordenação por preferência.

A formulação com substituição moderada (5% de soja e 10% de mandioca) apresentou desempenho sensorial próximo do pão controlo, não diferindo significativamente deste em

vários atributos visuais e ocupando posição intermédia na prova de preferência. Estes resultados indicam que proporções controladas de farinhas alternativas permitem obter produtos sensorialmente aceitáveis, conciliando inovação tecnológica com a manutenção de características familiares ao consumidor.

A ausência de diferenças significativas no atributo textura sugere que as alterações instrumentais de firmeza identificadas no estudo físico-químico companheiro (Tabela 4; Ballat et al., 2026) podem não atingir o limiar de percepção dos consumidores em condições de prova afectiva, reforçando a necessidade de articular avaliações instrumentais e sensoriais no desenvolvimento e optimização de formulações.

Em síntese, os resultados suportam a viabilidade sensorial da substituição parcial da farinha de trigo por proporções moderadas de soja e mandioca, com potencial de aplicação em contextos como o de Moçambique, onde a redução da dependência do trigo importado e a valorização de culturas locais constituem prioridades estratégicas para a segurança alimentar.

Referências Bibliográficas

- Akintayo, O. A., Oyeyinka, S. A., Aziz, A. O., Olawuyi, I. F., Kayode, R. M. O., & Karim, O. R. (2020). Quality attributes of breads from high-quality cassava flour improved with wet gluten. *Journal of Food Science*, 85(8), 2310–2316. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15347>
- Alemu, T. T., & Kuyu, C. G. (2025). Review on the role of soybean and cassava root flours in enhancing the nutritional value, antioxidant capacity, anti-nutritional factors reduction, and sensory properties of wheat flour-based bread. *Discover Food*, 6(1), 49. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00763-2>
- Atudorei, D., Mironeasa, S., & Codină, G. G. (2023). Dough rheological behavior and bread quality as affected by addition of soybean flour in a germinated form. *Foods*, 12(6), 1316. <https://doi.org/10.3390/foods12061316>
- Ballat, M., Arozarena Martinicorena, I., & Marín Arroyo, M. R. (2026). Pães de farinhas compostas de trigo, mandioca e soja: Caracterização físico-química. Manuscrito submetido para publicação, *Revista REID*.
- Cabello-Olmo, M., Krishnan, P. G., Araña, M., Oneca, M., Díaz, J. V., Barajas, M., & Rovai, M. (2023). Development, analysis, and sensory evaluation of improved bread fortified with a plant-based fermented food product. *Foods*, 12(15), 2817. <https://doi.org/10.3390/foods12152817>

- Hoque, M., Biswas, R., Alam, M., Sarkar, A., Haque, M. I., & Hasan, M. M. (2022). Pulse fortified whole wheat bread: A review on dough rheology, bread quality, and sensory properties. *F1000Research*, 11, 536. <https://doi.org/10.12688/f1000research.113421.1>
- International Organization for Standardization [ISO]. (2007). *ISO 8589:2007. Sensory analysis: General guidance for the design of test rooms*. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization [ISO]. (2014). *ISO 11136:2014. Sensory analysis: Methodology: General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area*. Geneva: ISO.
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (2010). *Sensory evaluation of food: Principles and practices* (2nd ed.). New York, NY: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Parmigiani, V., Mazzolari, A., & Casiraghi, M. C. (2025). Legume-enriched bread: Sensory acceptability and consumer perception. *Food Quality and Preference*, 112, 105257.
- Udofia, P. G., Udoudo, P. J., & Eyen, N. O. (2013). Sensory evaluation of wheat-cassava-soybean composite flour (WCS) bread by the mixture experiment design. *African Journal of Food Science*, 7(10), 368–374. <https://doi.org/10.5897/AJFS09.108>
- Udomkun, P., Masso, C., Swennen, R., Romuli, S., Innawong, B., Fotso Kuete, A., ... Vanlauwe, B. (2022). Comparative study of physicochemical, nutritional, phytochemical, and sensory properties of bread with plantain and soy flours partly replacing wheat flour. *Food Science & Nutrition*, 10(9), 3085–3097. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2907>
-