

Instituto Federal de Brasília
Campus Riacho Fundo
Curso Superior Tecnologia em Gastronomia

Data de submissão do artigo:
Data de aprovação do artigo:

Lana Savia De Melo Cardoso[1]
Orientadora: Marilene Teodoro Silva[2]
Coorientadora: Elisângela Aparecida Nazário Franco[3]

Efeito de Diferentes Concentrações de Goma Xantana nas Propriedades Tecnológicas, Físicas e Sensoriais de Pães Sem Glúten

Resumo

A produção de pães sem glúten representa um desafio tecnológico devido à ausência do glúten, responsável pela estrutura, elasticidade e retenção de gases das massas convencionais. A goma xantana é amplamente utilizada como hidrocoloide para melhorar as propriedades tecnológicas e sensoriais desses produtos. Este estudo avaliou a influência de diferentes concentrações de goma xantana nas propriedades tecnológicas, físicas e sensoriais de pães sem glúten elaborados com um mix de farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce. Foram desenvolvidas três formulações: sendo uma formulação controle, sem adição de goma xantana (0%), e duas formulações contendo goma xantana nas concentrações 1,6% e 3,5%, calculadas em relação ao peso total do mix de farinhas. As amostras foram submetidas às análises de perda de massa, volume, volume específico, coeficiente de forma, avaliação física e análise sensorial. A formulação controle apresentou perda de massa de 15,03%, volume médio de 950 cm³, volume específico de 1,90 cm³/g e índice de aceitabilidade de 58,5%. As formulações com 1,6% e 3,5% de goma xantana apresentaram perdas de massa de 12,54% e 12,79%, volumes médios de 1.560 e 1.570 cm³, volume específico próximo de 3,0 cm³/g e índices de aceitabilidade de 73,8% e 80,0%, respectivamente. Conclui-se que a adição de goma xantana melhorou as propriedades tecnológicas, físicas e sensoriais dos pães, com melhor desempenho da formulação contendo 3,5%.

[1] Estudante Curso Superior Tecnologia em Gastronomia do IFB Campus Riacho Fundo. https://lattes.cnpq.br/8723582216864862. Email: lanasavia@yahoo.com.br
[2] Docente do IFB Campus Riacho Fundo.: **https://lattes.cnpq.br/5098204484024174** . E-mail: marilene.silva @ifb.edu.br
[3] Docente do IFB Campus Riacho Fundo. http://lattes.cnpq.br/7402355645241909. E-mail: elisangela.franco@ifb.edu.br

Palavras-chave: Pão sem glúten; goma xantana; doença celíaca; análise sensorial.

1. Introdução

A doença celíaca caracteriza-se como uma enfermidade autoimune desencadeada pela ingestão de glúten em indivíduos geneticamente predispostos. Seu tratamento consiste na exclusão total e permanente do glúten da dieta, exigindo adaptações alimentares significativas (Almeida, 2011).

Apesar da ampliação do mercado de produtos sem glúten, muitos alimentos disponíveis ainda apresentam limitações relacionadas à textura, sabor e valor nutricional. Martins, Pinto e Gomes (2014) destacam que fatores sociais e sensoriais interferem diretamente na adesão à dieta restritiva. Impondo desafios críticos a indústria e a forma artesanal de produção de produtos sem glúten devido à textura da massa, à estrutura do miolo, volume específico e vida útil dos produtos, resultando frequentemente em alimentos de baixa aceitabilidade sensorial, principalmente quando são comparados aos pães fabricados com farinhas que contém glùten. Neste cenário atual a demanda por produtos sem glúten está associada, principalmente, às necessidades alimentares de indivíduos diagnosticados com doença celíaca e sensibilidade ao glúten não celíaca. A exclusão do glúten da alimentação representa um desafio tecnológico para a panificação, uma vez que essa proteína desempenha funções essenciais na formação da estrutura da massa, retenção de gases e desenvolvimento da textura dos produtos fermentados. Corroborando com Araújo (2010), produtos sem glúten frequentemente apresentam baixa qualidade sensorial, textura inadequada e menor aceitação pelos consumidores. Além disso, a monotonia alimentar e o elevado custo desses alimentos dificultam a adesão à dieta restritiva, considerada atualmente o único tratamento eficaz para a doença celíaca (Rashtak; Murray, 2012).

Na busca por alternativas, os hidrocoloides têm sido amplamente utilizados na formulação de produtos sem glúten devido à capacidade de melhorar a viscosidade, retenção de água e estabilidade estrutural das massas. Entre eles, destaca-se a goma xantana, frequentemente aplicada na indústria alimentícia como substituta parcial das funções tecnológicas do glúten (Rosell; Collar, 2007).Diante de várias fichas técnicas com receituário de pães sem glúten utilizando a goma xantana em percentuais variados, encontradas em livros e sites, emerge com a seguinte indagação: Como diferentes concentrações de goma xantana, influenciam as propriedades tecnológicas e sensoriais (sabor, textura, aparência e odor) de pães elaborados com mix de farinha sem glúten? Considerando o contexto citado, o curso de gastronomia Campus Riacho Fundo l, tem parte de sua formação voltada para pesquisa e extensão e possui em sua grade de formação a disciplina de panificação e confeitaria que justifica a pesquisa, visando compreender como as diferentes concentrações de goma xantana influenciam as propriedades sensoriais e tecnológicas de pães sem glúten, contribuindo para o aprimoramento da qualidade dos mesmos. Tendo o presente trabalho o objetivo de avaliar o efeito de diferentes concentrações de goma xantana nas propriedades tecnológicas, físicas e sensoriais de pães sem glúten elaborados com mix de farinhas à base de farinha de arroz, fécula de batata e polvilho doce, definido em testes preliminares por apresentar desempenho satisfatório.Para a análise de percentuais de goma xantana,foram testadas três formulações: uma de controle, sem adição de goma xantana (0%), e duas formulações contendo goma xantana nas concentrações de 1,6% e 3,5%, calculadas em relação ao peso total do mix de farinha sem glúten.

2. Referencial Teórico

2.1 Doença celíaca e alimentação sem glúten

De acordo com a Fenacelbra, Ministério da Saúde e estudos nacionais (atualizados até 2025‑2026). Total estimado de celíacos no Brasil: cerca de 2 milhões de pessoas (0,3% a 1,3% da população). Os casos severos correspondem de 10% a 30% do total, segundo literatura médica internacional e nacional – são os pacientes com lesão intestinal avançada, sintomas graves, complicações ou forma sintomática grave.

A modernidade, marcada pela pressa e pela valorização da produtividade, a falta de tempo para preparar refeições saudáveis e caseiras leva ao consumo frequente de alimentos ultraprocessados, que têm o glúten como um dos principais ingredientes. Essa dieta, caracterizada pela ingestão excessiva e contínua dessa substância — que hoje também é produzida de forma menos digerível —, está relacionada ao aumento da irritação e inflamação intestinal, mesmo em pessoas sem doenças específicas, configurando uma ligação direta entre o estilo de vida contemporâneo, os hábitos alimentares e a saúde do sistema digestivo (BAUMAN, 2001; CATASSI et al., 2022; SBG, 2024; FIOCRUZ, 2025).

2.2 Glúten e Hidrocolóides utilizados na panificação.

Segundo os estudos de Kasarda et al. (1983), referência clássica na bioquímica de proteínas vegetais, o glúten corresponde ao conjunto de proteínas de armazenamento presentes nas sementes de grãos da família das gramíneas, especificamente trigo (Triticum aestivum), cevada (Hordeum vulgare) e centeio (Secale cereale). Tecnicamente, é formado por duas frações principais: as gliadinas (proteínas solúveis em álcool) e as gluteninas (proteínas insolúveis em álcool), que, quando hidratadas e submetidas a força mecânica, interagem formando uma rede viscoelástica. Vieira et al. (2015) e Cappelli et al. (2020) explicam que na ausência do glúten, essa estrutura não se forma, ou se forma de maneira muito fraca e descontínua, sem a rede viscoelástica, a massa perde capacidade de reter o dióxido de carbono gerado pelo fermento: o gás escapa facilmente, não ocorre a expansão esperada e o produto final apresenta menor volume específico, ou seja, fica menor e mais denso. Conforme os estudos referenciados, farinhas que contém gliadina e glutenina, propriedades que formam a cadeia de glúten desempenham papel fundamental na formação de uma rede estrutural na preparação de pães,conferindo ao produto final maciez, além de uma consistência coesa, estável e elasticidade satisfatória o que não ocorre na sua ausência onde verifica-se uma redução significativa da capacidade de retenção dos gases produzidos durante a fermentação. Como consequência, os produtos obtidos apresentam características indesejáveis: maior densidade, textura desuniforme e inadequada, menor volume final e elevada friabilidade.

Nesse contexto, a busca pela substituição do glúten, principalmente nos produtos panificados surge a utilização dos hidrocoloides para promover melhorias estruturais, tecnológicas e sensoriais no fabrico de pães. De acordo com Imeson (2010), os hidrocoloides consistem em polímeros hidrofílicos capazes de modificar a viscosidade e estabilizar sistemas alimentícios. Entre os compostos mais utilizados na panificação sem glúten destacam-se a goma xantana, goma guar e carboximetilcelulose.

Rosell e Collar (2007) afirmam que a goma xantana apresenta resultados positivos na melhoria da textura, elasticidade e estabilidade de pães sem glúten, tornando-se um dos

aditivos mais empregados nesse segmento. Os autores citados acima corroboram com os resultados obtidos com a utilização da goma, não trazendo na citação quantidades utilizadas em experimentos. Apesar do crescente interesse na formulação de pães sem glúten, os produtos disponíveis ainda apresentam limitações nas suas propriedades sensoriais, como textura e maciez. Estudos de Lazaridou et al. (2007) e Gallagher et al. (2003) apontam que a incorporação de gomas alimentícias pode melhorar essas características, mas a relação entre diferentes tipos de gomas e o nível de aceitação sensorial ainda não está plenamente esclarecida.

3. Metodologia

Trata-se de um estudo experimental com abordagem quantitativa e qualitativa, conduzido no laboratório de gastronomia no IFB, Campus Riacho Fundo, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes percentuais de goma xantana nas características tecnológicas, físicas e sensoriais na composição de pães sem glúten.

3.1 Elaboração das amostras

O experimento se deu no preparo de três formulações de pão sem glúten, diferenciadas exclusivamente pela concentração de goma xantana, mantendo-se constantes os demais ingredientes e as condições de preparo. As amostras foram identificadas como Formulação 0% (código 320), Formulação 1,6% (código 210) e Formulação 3,5% (código 170), correspondendo às diferentes concentrações do hidrocoloide utilizadas. O processo de elaboração compreendeu as seguintes etapas: Pesagem ➔ Amassamento ➔ Modelagem➔ Fermentação ➔ Forneamento, realizadas sob condições padronizadas de tempo e temperatura. A Tabela a seguir apresenta a composição das formulações de pão sem glúten, nas quais a concentração de goma xantana constituiu a única variável experimental.

Tabela 1 - Formulação dos pães

Ingredientes	Formulação		
	0%	1,60%	3,50%
Farinha de Arroz (g/%)	125g (50%)	125g (50%)	125g (50%)
Fécula de Batata (g/%)	75g (30%)	75g (30%)	75g (30%)
Polvilho Doce (g/%)	50g (20%)	50g (20%)	50g (20%)
Goma Xantana (g/%)	0g (0,0 %)	4g (1,6%)	8g (3,5%)
Fermento Biológico (g/%)	5g (2%)	5g (2%)	5g (2%)
Açúcar (g/%)	20g (8%)	20g (8%)	20g (8%)
Sal (g/%)	5g (2%)	5g (2%)	5g (2%)
Água (g/%)	200g (80%)	200g (80%)	200g (80%)
Ovos (g/%)	100g (40%)	100g (40%)	100g (40%)
Azeite de Oliva (g/%)	20g (8%)	20g (8%)	20g (8%)

Fonte: elaborado pela autora (2026)

3.1.1 Processo de fabricação dos pães

Inicialmente, os ingredientes foram pesados e separados em duas frações: secos e líquidos. Em seguida, os ingredientes secos foram misturados, sendo posteriormente adicionados os ingredientes líquidos. A massa foi preparada na batedeira planetária Arno Planetária Deluxe até a completa homogeneização. Após essa etapa, as massas foram distribuídas em formas retangulares de mesmas dimensões, sendo submetidas à fermentação por 35 minutos em temperatura ambiente. Posteriormente, as amostras foram assadas simultaneamente em forno de convecção elétrico com vapor da marca Prática, a 165 °C por 50 minutos, com aplicação de vapor no início do processo de forneamento.

3.2 Análises tecnológicas

As amostras foram submetidas às seguintes análises:

- **Perda de Massa,** diferença entre o peso inicial da massa e o peso final do pão após o forneamento, expresso em porcentagem;
- **Volume do pão**, determinado por método de deslocamento; e
- **Volume específico (cm³/g)**, obtido pela razão entre volume e peso do produto assado.

A mensuração das propriedades físicas, que expressam a qualidade do pão de fôrma sem glúten, foi realizada em triplicata. A altura da fatia central foi medida com régua, sobre uma folha de papel quadriculado para facilitar a medição (cm). O volume específico (V.E.) foi calculado como a razão entre o volume e o peso do pão (cm3·g-1), em que o volume foi determinado pelo método de deslocamento de semente (Pizzinatto et al., 1993).

3.3 Avaliação física dos Pães

- Estrutura do Miolo: Tamanho dos alvéolos, uniformidade e distribuição;
- Crosta: Cor, espessura e crocância; e
- Textura do Miolo: Teste empírico de compressão manual, avaliando maciez, elasticidade e coesividade, com auxílio de escala estruturada de um a cinco pontos.

3.3.1 Determinação do volume e volume específico

O volume dos pães foi determinado pelo método de deslocamento de sementes, conforme metodologia descrita pela American Association of Cereal Chemists (AACC, 2000), utilizando sementes de soja como material de deslocamento. Inicialmente, foi realizada a calibração do recipiente, estabelecendo-se a relação entre a massa das sementes e o volume ocupado. Para isso, verificou-se que 756 g de sementes correspondiam a 1 L de volume.

O recipiente utilizado foi completamente preenchido com sementes, totalizando 3056 g. Em seguida, o pão foi inserido no recipiente e novamente coberto com as sementes. Após o preenchimento, a massa de sementes remanescente foi determinada, obtendo-se o peso das sementes que sobraram. O volume deslocado pelo pão foi calculado pela diferença entre a massa inicial e a massa remanescente das sementes, sendo posteriormente convertido em volume por meio da relação previamente estabelecida entre massa e volume das sementes.

O volume do pão foi calculado pela equação: **V= Mi-Mf / 756,** onde: **V**= volume do pão (L); **Mi** = massa inicial das sementes (g); **Mf** = massa final das sementes remanescentes (g); e **756** = massa de sementes correspondente a 1 litro de volume.

O volume específico foi determinado pela razão entre o volume do pão e sua massa, sendo expresso em cm³/g, conforme a equação: **VE=V/P**, onde: **VE**= volume específico

(cm^3/g); **V** = volume do pão (cm^3); e **P** = peso do pão (g).

3.3.2 Determinação das dimensões e coeficiente de forma dos pães

A determinação da altura, largura e coeficiente de forma dos pães foi realizada conforme metodologias utilizadas em análises tecnológicas de produtos panificados descritas pela AACC (2000) e adaptadas de El-Dash e Germani (1994).

As dimensões dos pães foram avaliadas por meio de análise dimensional, utilizando régua milimetrada para mensuração das características físicas das fatias. As medições foram realizadas na região central das amostras, sendo determinadas a altura e a largura das fatias de pão, expressas em centímetros. A altura correspondeu à distância vertical entre a base e a porção superior da fatia, enquanto a largura foi determinada pela distância horizontal da fatia em sua região mediana. As análises foram realizadas em triplicata, utilizando-se os valores médios para os cálculos posteriores.

O coeficiente de forma dos pães foi calculado pela razão entre altura e largura, conforme a equação: **CF=H/L;** Onde: **CF**= coeficiente de forma; **H**= altura da fatia (cm); **L**= largura da fatia (cm).

Esse parâmetro foi utilizado para avaliar a expansão e o formato dos pães, sendo valores mais elevados indicativos de produtos com maior desenvolvimento vertical e melhor estrutura tecnológica. **CF próximo de 1** → pão com formato equilibrado; **CF maior que 1** → pão mais alto e desenvolvido verticalmente; **CF menor que 1** → pão mais achatado ou com menor expansão durante o forneamento.

3.4 Análise Sensorial

3.4.1 Avaliação sensorial descritiva técnica

A avaliação sensorial das amostras foi conduzida por meio de uma análise descritiva técnica, com o objetivo de caracterizar e comparar os atributos sensoriais dos pães sem glúten elaborados com diferentes concentrações de goma xantana. A atividade teve caráter exclusivamente acadêmico e tecnológico, voltado ao desenvolvimento do produto, sem coleta de dados pessoais ou identificação dos participantes.

3.4.2 Seleção dos avaliadores

Participaram da avaliação 13 estudantes com conhecimento prévio em gastronomia e tecnologia de alimentos, selecionados por conveniência. A análise sensorial foi realizada com indivíduos não celíacos, uma vez que os produtos foram elaborados em laboratório compartilhado, com potencial risco de contaminação cruzada por glúten, garantindo assim a segurança dos participantes.

3.4.3 Treinamento dos avaliadores

Antes da realização das análises, os participantes foram submetidos a uma etapa de orientação, na qual foram apresentados: os objetivos da avaliação, os atributos sensoriais a serem analisados e os critérios de utilização da escala. Foram discutidos parâmetros de

referência para cada atributo, com o objetivo de padronizar a interpretação e reduzir a variabilidade entre avaliadores, conforme recomendações da literatura para análises descritivas (Stone; Sidel, 2004; Meilgaard; Civille; Carr, 2007).

3.4.4 Preparação e apresentação das amostras

As amostras de pão sem glúten foram preparadas sob condições padronizadas e apresentadas aos avaliadores: em porções de tamanho uniforme, à temperatura ambiente e codificadas com números aleatórios de três dígitos. A apresentação ocorreu de forma monádica (uma amostra por vez), a fim de evitar interferências comparativas diretas. Entre as amostras, foi orientada a higienização do paladar com água.

3.4.5 Condições de avaliação

A avaliação realizada em ambiente com condições controladas, incluindo: iluminação adequada, ausência de odores externos e o mínimo de ruído e interferências. Os avaliadores realizaram as análises de forma individual, sem comunicação entre si, visando garantir maior confiabilidade dos resultados.

3.4.6 Atributos avaliados

Atributos analisado sensoriais: aparência geral, cor da crosta e do miolo, aroma característico, textura na boca (maciez, elasticidade e coesividade), sabor e aceitação global (avaliação técnica)

3.5 Escala de Avaliação

Foi utilizada uma escala estruturada de cinco pontos, variando de: 1=intensidade/qualidade muito baixa; 2 = baixa; 3 = intermediária; 4 = alta; 5 = muito alta. A mesma escala foi utilizada para a avaliação de todos os atributos sensoriais.

4. Análise dos Resultados e Discussão

Os dados quantitativos obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos à análise estatística descritiva, sendo calculadas as médias dos atributos avaliados. Posteriormente, as formulações foram comparadas para verificar a influência das diferentes concentrações de goma xantana sobre as características físicas e sensoriais dos pães produzidos.

4.1 Perda de Massa

A perda de massa dos pães foi calculada a partir da diferença entre o peso inicial da massa antes do forneamento e o peso final após o forneamento, utilizando a seguinte equação:

$$PM = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100$$

Onde: PM = perda de massa (%); Pi = peso inicial da massa (g); Pf= peso final do pão após o forneamento (g)

Tabela 2 - Perda de massa dos pães durante o forneamento

Formulação(%)	Média Peso Inicial (g)	Média Peso Final (g)	Média Perda de Massa (%)
0%	590	501,3	15,3
1,6%	590	516,0	12,54
3,5%	594	518,0	12,79

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A perda de massa durante o forneamento foi menor nas formulações adicionadas de goma xantana, conforme apresentado na Tabela 2. Os resultados mostraram que a formulação controle (0%) apresentou a maior perda de massa durante o forneamento (15,03%), enquanto as formulações com goma xantana apresentaram perdas menores, de 12,54% (1,6%) e 12,79% (3,5%). Essa redução indica maior retenção de água pela massa, devido às propriedades hidrocoloides da goma xantana, que contribuem para a manutenção da umidade e para a formação de uma estrutura mais estável durante o forneamento. Esses resultados estão de acordo com os maiores valores de volume e coeficiente de forma observados nas formulações com goma xantana, evidenciando melhorias nas características tecnológicas dos pães. Entre as formulações avaliadas, a concentração de 1,6% apresentou a menor perda de massa, sugerindo melhor equilíbrio entre retenção hídrica e estabilidade estrutural.

4.2 Resultados dos coeficientes de forma

Tabela 3 – Resultado dos coeficientes da formulação 0%

Altura (cm)	Largura (cm)	CF = H/L	CF Médio
4,6	9,6	0,48	$\frac{0,48 + 0,52 + 0,50}{3} = 0,50$
5,0	9,7	0,52	
5,0	10,0	0,50	

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Os pães da formulação 0% apresentaram baixo coeficiente de forma, indicando produtos mais achatados, com menor desenvolvimento vertical e menor retenção de gases durante a fermentação.

Tabela 4 – Resultado dos coeficientes da formulação 1,6%

Altura (cm)	Largura (cm)	CF = H/L	CF Médio
7,5	9,5	0,79	$\frac{0,79 + 1,02 + 1,25}{3} = 1,02$
9,5	9,3	1,02	
10,0	8,0	1,25	

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A formulação com 1,6% apresentou melhora significativa no desenvolvimento estrutural dos pães, resultando em produtos mais altos e equilibrados. O coeficiente próximo de 1 indica formato mais uniforme e adequada expansão da massa.

Tabela 5 – Resultado dos coeficientes da formulação 3,5%

Altura (cm)	Largura (cm)	CF = H/L	CF Médio
10,5	9,5	1,11	1,15 + 1,24 + 1,11
10,5	8,5	1,24	——————————— = 1,15
10,5	9,5	1,11	3

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Os pães contendo 3,5% apresentaram os maiores coeficientes de forma, demonstrando maior expansão vertical e melhor desenvolvimento tecnológico. Esses resultados sugerem maior capacidade de retenção de gases e estrutura interna mais estável durante o forneamento.

4.3 Volume dos pães

O volume dos pães foi determinado pelo método de deslocamento de sementes, utilizando sementes de soja como material de preenchimento pela equação V = (Mi - Mf)/756.

Tabela 6 – Resultado Deslocamento de Sementes

Formulação(%)	Massa Inicial das Sementes (Mi)(g)	Sementes Deslocadas(g)	Massa Final das Sementes(Mf)(g)	Volume(L)
0%	3056	602	2454	0,796
0%	3056	834	2222	1,103
0%	3056	728	2328	0,963
1,60%	3056	1106	1950	1,463
1,60%	3056	1272	1784	1,683
1,60%	3056	1164	1892	1,540
3,50%	3056	1162	1894	1,537
3,50%	3056	1272	1784	1,683
3,50%	3056	1120	1936	1,481

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A Tabela 7 apresenta o resultado do volume médio em cm^3.

Tabela 7 – Resultado do Volume Médio

Formulação	Volume Médio cm^3
0%	950
1,60%	1560
3,50%	1570

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A formulação controle (0% de goma xantana) apresentou volume médio de 950 cm^3. As formulações com 1,6% e 3,5% de goma xantana apresentaram volumes médios de 1560 cm^3 e 1570 cm^3, respectivamente, demonstrando aumento expressivo em relação ao controle.

Os resultados indicam que a adição de goma xantana influenciou positivamente as características tecnológicas dos pães sem glúten. As formulações contendo 1,6% e 3,5% de goma xantana apresentaram maiores volumes e coeficientes de forma em comparação à formulação controle (0%), evidenciando maior capacidade de retenção dos gases produzidos durante a fermentação e o forneamento. Em contraste, o pão controle apresentou menor volume e menor desenvolvimento estrutural, resultando em produtos mais achatados e menos aerados. O aumento do volume e da expansão vertical observado nas formulações com goma xantana pode ser atribuído à sua capacidade de elevar a viscosidade e a retenção de água da massa, favorecendo a estabilidade das células de gás e a formação de uma estrutura mais

uniforme. Embora as formulações com 1,6% e 3,5% tenham apresentado volumes semelhantes, a concentração de 3,5% mostrou coeficiente de forma ligeiramente superior, sugerindo melhor desenvolvimento vertical e maior estabilidade estrutural.

4.4 Volume específico

O volume específico (VE), expresso em cm^3/g, é um indicador da aeração da massa e da eficiência da expansão durante o forneamento. Os valores estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Volume específico dos pães

Formulação (%)	Volume Médio (cm^3)	Peso Final Médio (g)	Volume Específico(cm^3/g)
0%	950	501,3	1,9
1,6%	1560	516,0	3,02
3,5%	1570	518,0	3,03

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Os resultados demonstraram aumento expressivo do VE nas formulações contendo goma xantana em comparação à formulação controle. O pão controle apresentou menor volume específico médio (1,90 cm^3/g), indicando estrutura mais compacta e menor expansão da massa durante o forneamento. As formulações contendo 1,6% e 3,5% de goma xantana apresentaram valores superiores de VE, ambos próximos de 3,0 cm^3/g, evidenciando melhor retenção de gases e maior desenvolvimento estrutural dos pães. Os maiores valores de VE sugerem que a goma xantana contribuiu para formação de massas mais estáveis e aeradas, favorecendo a expansão durante a fermentação e o forneamento. Esses resultados corroboram os dados obtidos para volume e coeficiente de forma, indicando melhora das propriedades tecnológicas dos produtos panificados.

4.5 Resultado da Avaliação Física dos Pães

A Figura 1 apresenta o aspecto geral dos pães elaborados com diferentes concentrações de goma xantana, permitindo a comparação visual das características externas das amostras.

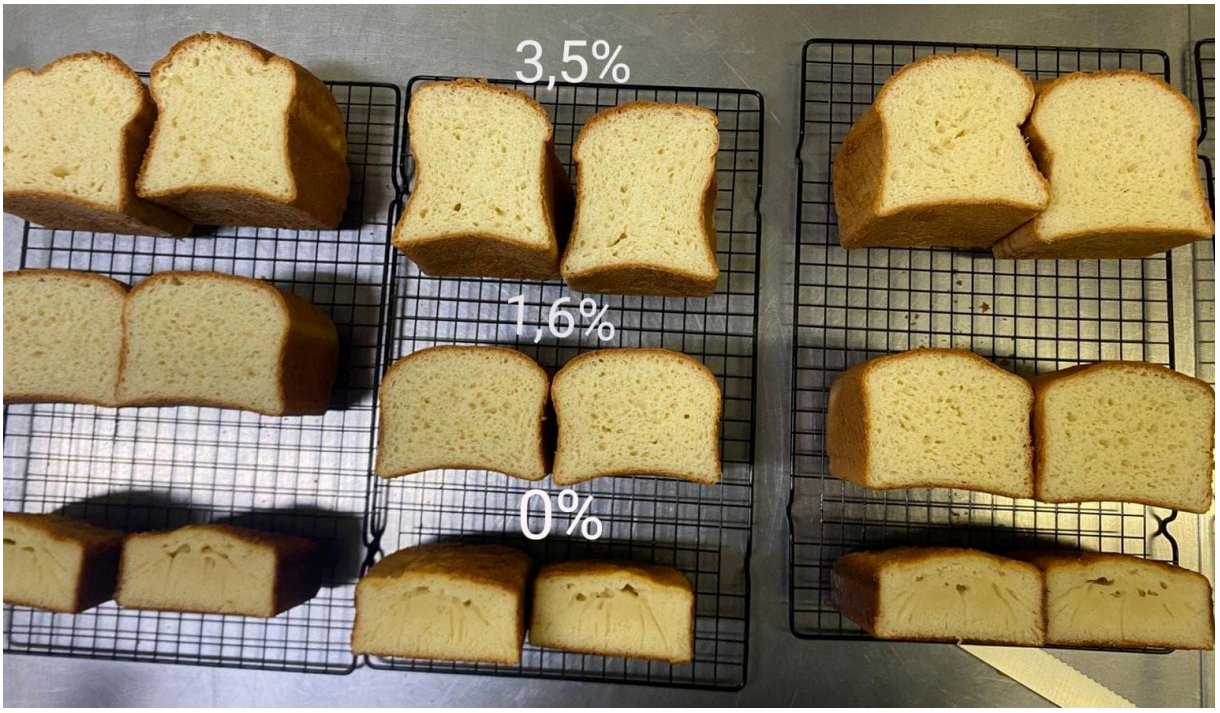


Figura 1 - Formulações de pão sem glúten contendo 0%, 1,6% e 3,5% de goma xantana.

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Tabela 9 – Avaliação da Crosta

Avaliação da Crosta Nota (1 a 5)				
Descrição	Critério	Formulação 0%	Formulação 1,6%	Formulação 3,5%
Muito Clara (1) a Muito Escura (5)	Cor	3	4	4
Muito Fina (1) a Muito Grossa (5)	Espessura	1	3	3
Mole (1) a Crocante (5)	Crocância	1	3	3

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A formulação sem goma apresentou crosta mais fina e menos crocante. As formulações contendo goma xantana exibiram melhor desenvolvimento da crosta, com notas intermediárias para espessura e crocância. A melhoria observada pode estar relacionada à maior retenção de água durante o forneamento, favorecendo uma estrutura superficial mais estável.

Tabela 10 – Avaliação da textura do miolo

Textura do Miolo(Teste Manual) Nota (1 a 5)				
Descrição	Critério	Formulação 0%	Formulação 1,6%	Formulação 3,5%
Muito Duro (1) a Muito Macio (5)	Maciez	1	3	4
Não Retorna (1) a Retorna Totalmente (5)	Elasticidade	1	5	5
Quebradiço (1) a Coeso (5)	Coesividade	1	5	5

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Os resultados mostram que a goma xantana foi fundamental para a melhoria da

textura. A formulação sem goma apresentou miolo duro, quebradiço e sem elasticidade, características frequentemente observadas em produtos sem glúten devido à ausência de uma rede estrutural capaz de reter gases e água. A concentração de 1,6% promoveu grande aumento da elasticidade e da coesividade, alcançando nota máxima nesses atributos. A formulação com 3,5% manteve a máxima elasticidade e coesividade e apresentou maior maciez, indicando um miolo mais agradável sensorialmente.

Tabela 11 – Avaliação da estrutura do miolo

Estrutura do Miolo			Nota (1 a 5)	
Descrição	Critério	Formulação 0%	Formulação 1,6%	Formulação 3,5%
Pequenos (1) a Grandes (5)	Tamanho dos Alvéolos	1	4	5
Irregular (1) a Uniforme (5)	Uniformidade	1	4	3
Mal Distribuido (1) a Bem Distribuidos (5)	Distribuição	1	4	3

Fonte: elaborado pela autora (2026)

A formulação sem goma xantana apresentou os menores escores para todos os parâmetros estruturais. O miolo apresentou alvéolos pequenos, irregulares e mal distribuídos, indicando baixa capacidade de retenção dos gases produzidos durante a fermentação. A adição de 1,6% de goma xantana promoveu expressiva melhoria da estrutura interna do pão, aumentando o tamanho dos alvéolos e tornando-os mais uniformes e bem distribuídos.

Com 3,5% de goma xantana, observou-se o maior tamanho dos alvéolos (nota 5), sugerindo maior expansão da massa. Entretanto, houve uma leve redução na uniformidade e distribuição dos alvéolos em comparação à formulação com 1,6%, possivelmente devido ao aumento excessivo da viscosidade da massa.

4.6 Resultado da Análise Sensorial

Os resultados foram comparados entre as formulações, com o objetivo de identificar o efeito da concentração de goma xantana sobre as características sensoriais dos produtos. A análise sensorial dos três pães mostrou diferenças importantes entre as formulações com goma xantana. Considerando que a escala hedônica utilizada foi de 1 a 5, o Índice de Aceitabilidade (IA) pode ser calculado pela fórmula:

$$IA(\%) = \frac{\text{média obtida}}{\text{nota máxima}} \times 100 \qquad IA(\%) = \frac{\text{média obtida}}{5} \times 100$$

Utilizando a média de **aceitação global** de cada pão:

Tabela 12 – Média de Aceitação Global

Código	Formulação %	Média Aceitação Global	Indice de Aceitabilidade
170	3,5% goma xantana	4,00	80,00
210	1,6% goma xantana	3,69	73,80
320	0% goma xantana	2,92	58,50

Fonte: elaborado pela autora (2026)

Pão 170 — 3,5% de goma xantana

O pão 170 apresentou o melhor desempenho sensorial geral, alcançando IA de 80%, valor considerado satisfatório para aceitação comercial. A amostra obteve as maiores médias em aparência (4,92), sabor (4,38) e aceitação global (4,0). Os comentários indicaram características positivas como: macio; alveolado; sabor agradável; textura boa e macia. Isso sugere que a maior concentração de goma xantana contribuiu para: melhor retenção de gases; estrutura mais estável; maior maciez; melhoria da aparência e da textura. Mesmo assim, alguns avaliadores relataram: sabor residual de óleo; aroma de ovo; textura arenosa em alguns casos. Esses resultados mostram que a formulação foi tecnologicamente superior, mas ainda pode ser otimizada quanto ao perfil aromático.

Pão 210 — 1,6% de goma xantana

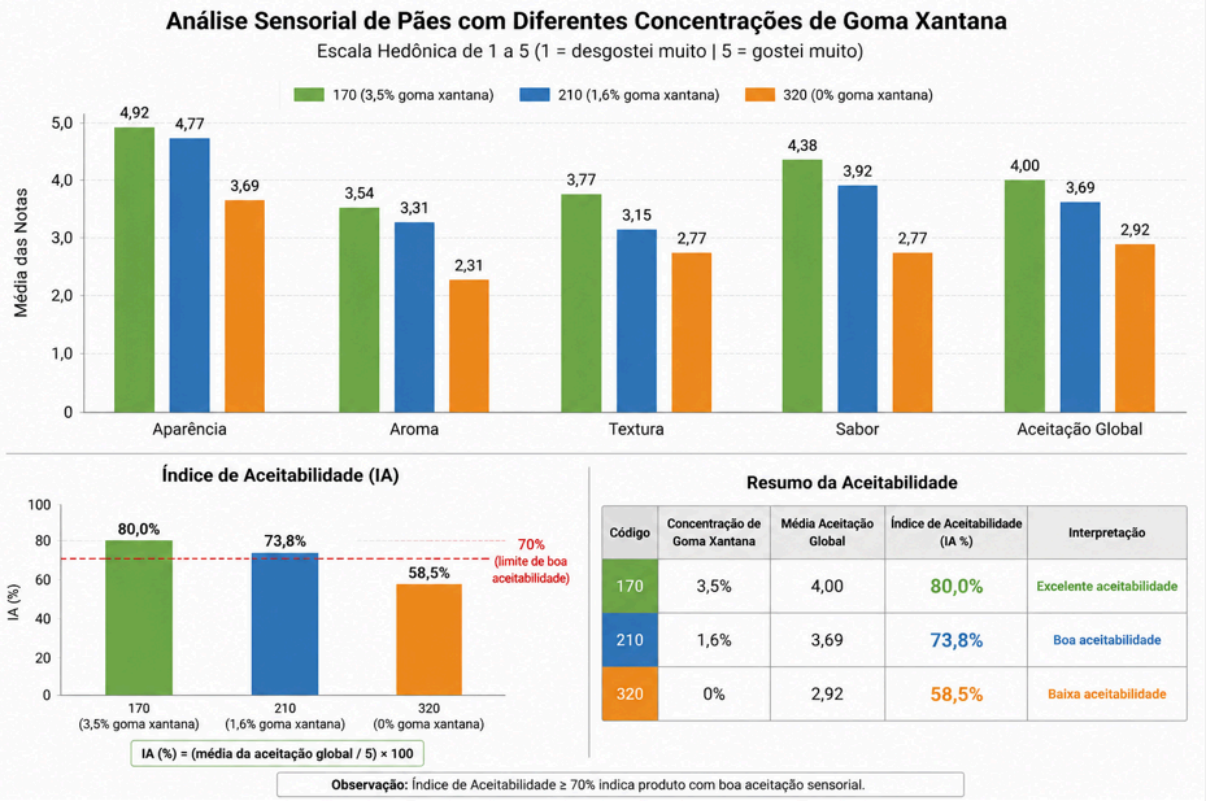
A formulação intermediária apresentou IA de 73,8%, ficando próxima do limite geralmente recomendado de 70% para boa aceitação. A aparência foi muito bem avaliada (4,77), porém textura (3,15) e aroma (3,30) reduziram a aceitação global. Os comentários evidenciaram: textura fofinha; aparência bonita; porém sabor pouco definido; sensação arenosa; gosto residual de farinha e óleo. A quantidade intermediária de goma foi suficiente para melhorar parcialmente a estrutura do pão, mas insuficiente para atingir a mesma estabilidade tecnológica observada na formulação 170.

Pão 320 — sem goma xantana

O pão sem goma xantana apresentou o menor desempenho sensorial, com IA de apenas 58,5%, indicando baixa aceitabilidade pelos provadores. As menores médias ocorreram principalmente em: textura (2,77); sabor (2,77); aceitação global (2,92). Os avaliadores relataram: massa pesada; textura dura e emborrachada; ausência de sabor característico; pouca maciez e aspecto compacto.

Discussão geral: Os resultados indicam que o aumento da concentração de goma xantana promoveu melhora significativa na aceitação sensorial dos pães, especialmente nos atributos de: aparência; textura; sabor e aceitação global. A goma xantana provavelmente atuou aumentando a viscosidade da massa, melhorando a retenção de água favorecendo a retenção de gases durante a fermentação e proporcionando estrutura mais macia e aerada.

Figura 2 – Índice de Aceitabilidade



Fonte: elaborado pela autora (2026)

Conclusão

A adição de goma xantana promoveu melhorias significativas nas propriedades tecnológicas e sensoriais dos pães sem glúten avaliados. A formulação sem goma apresentou menor volume, menor retenção de gases, estrutura mais compacta e baixa aceitabilidade sensorial, evidenciando as limitações decorrentes da ausência da rede estrutural normalmente formada pelo glúten. As concentrações de 1,6% e 3,5% proporcionaram melhor desempenho físico e estrutural, refletido no aumento do volume específico, na redução da perda de massa durante o forneamento e na melhoria da textura do miolo. Os resultados sensoriais acompanharam esse comportamento, com maiores índices de aceitação para as formulações contendo goma xantana.

Entre as concentrações estudadas, a formulação com 3,5% apresentou o melhor desempenho global, alcançando os maiores índices de aceitabilidade e os melhores resultados relacionados à maciez, aparência e desenvolvimento estrutural. A concentração de 1,6% também promoveu melhorias expressivas em relação à formulação controle, embora em menor intensidade. Os dados obtidos indicam que a goma xantana exerce papel relevante na estruturação de massas sem glúten, favorecendo características físicas e sensoriais desejáveis para produtos panificados. Dessa forma, conclui-se que a utilização de goma xantana constitui uma estratégia tecnológica eficiente para a elaboração de pães sem glúten com melhor qualidade física e sensorial, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais atrativos aos consumidores e ampliando as opções alimentares destinadas a indivíduos com doença celíaca e outras restrições ao consumo de glúten.

A principal contribuição deste estudo para a gastronomia está nos resultados da análise sensorial, que apontou a adição de 3,5% de goma xantana como a proporção com maior índice de desempenho e o maior índice de aceitação entre as formulações testadas. Esse resultado estabelece um parâmetro técnico confiável, orientando a elaboração de fichas técnicas em preparos de pães sem glúten com características tecnológicas e sensoriais mais satisfatórias.

A fim de complementar o estudo recomenda-se a análise de concentrações próximas a 3,5% de goma xantana para definir uma faixa ideal mais precisa, bem como avaliem seu uso combinado com outros hidrocoloides ou fibras. Também é sugerido averiguar a vida útil do produto, testar diferentes misturas de farinhas sem glúten e ampliar a análise sensorial, incluindo um número maior de provadores e pessoas com restrição ao glúten, a fim de confirmar e aprofundar os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. M. Doença celíaca: diagnóstico e tratamento. São Paulo: Atheneu, 2011. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/15115/7890. Acesso em: 2 abr. 2026.

ARAÚJO, H. M. C. Desenvolvimento de produtos sem glúten: desafios tecnológicos e sensoriais. São Paulo: Varela, 2010. Acesso em: 2 abr. 2026.

BAUMAN, Z. Modernidade líquida. Rio de Janeiro: Zahar, 2001. Acesso em: 2 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Saúde. Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas: doença celíaca. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/protocolos/portaria-no-8-pcdt-doenca-celiaca.pdf. Acesso em: 23 maio 2026.

CAPPELLI, A. et al. Technological functionality of gluten and alternatives in breadmaking: a review. Foods, v. 9, n. 12, p. 1–22, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/foods912111. Acesso em: 2 abr. 2026.

CATASSI, C. et al. Gluten-related disorders: an update. World Journal of Gastroenterology, v. 28, n. 22, p. 2489-2508, 2022. DOI: https://doi.org/10.3748/wjg.v28.i22.2489. Acesso em: 3 abr. 2026.

FEDERAÇÃO NACIONAL DAS ASSOCIAÇÕES DE CELÍACOS DO BRASIL (FENACELBRA). Dados e estimativas sobre doença celíaca no Brasil. 2026. Disponível em: https://www.fenacelbra.com.br/dados-estatisticos. Acesso em: 5 maio 2026.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO; UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Boletim: alimentação, hábitos e saúde no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2025. Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/sites/agencia.fiocruz.br/files/Boletim%20Dia%20Mundial%20da%20Alimenta%C3%A7%C3%A3o%202025.pdf. Acesso em: 2 abr. 2026.

GALLAGHER, E.; GORMLEY, T. R.; ARENDT, E. K. Crust and crumb characteristics of gluten-free breads. Journal of Food Engineering, v. 56, n. 2-3, p. 153-161, 2003. DOI: https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00244-3. Acesso em: 3 abr. 2026.

GARSKE, R. P. CEZAR, C. P.; CLADERA-OLIVERA, F.; THYS, R. C. S. Influência da aplicação de fibra e aditivos nos parâmetros de qualidade de pão sem glúten. In: SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR, 7., 2020, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: SOCTA-RS, 2020. Disponível em: http://www.officeeventos.com.br. Acesso em: 20 maio 2026.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

IMESON, A. Food stabilisers, thickeners and gelling agents. Oxford: Blackwell Publishing, 2010. Disponível em: https://content.e-bookshelf.de/media/reading/L-599337-b4ad53e89c.pdf. Acesso em: 8 abr.

2026.

KASARDA, D. D. BERNARDIN, J. E.; NIMMO, C. C. Wheat proteins. In: POMERANZ, Y. (ed.). Wheat: chemistry and technology. 3. ed. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1983. p. 227–297.

LAZARIDOU, A. et al. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. Journal of Food Engineering, v. 79, n. 3, p. 1033-1047, 2007. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.03.032. Acesso em: 3 abr. 2026.

MARTINS, A. P.; PINTO, E.; GOMES, A. M. Impacto da dieta sem glúten na vida social de indivíduos celíacos. Acta Portuguesa de Nutrição, Lisboa, n. 21, p. 45-52, 2014. Disponível em: https://actaportuguesadenutricao.pt/wp-content/uploads/2020/08/ACTA_21_LOW.pdf. Acesso em: 20 maio 2026.

RASHTAK, S.; MURRAY, J. A. Celiac disease in adults: clinical manifestations and diagnosis. UpToDate, Waltham, 2012. Acesso em: 23 maio 2026.

ROHDEN, C. S.; BURNIER, F. Comparação entre goma xantana e hidroxipropilmetilcelulose na elaboração de pães sem glúten. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023.

ROSELL, C. M.; COLLAR, C. Functional properties of hydrocolloids in gluten-free breadmaking. Food Science and Technology International, v. 13, n. 4, p. 333-340, 2007.

SILVA, A. M. et al. Doença celíaca e sensibilidade ao glúten no Brasil: revisão da literatura. Arquivos de Gastroenterologia, v. 60, n. 2, p. 185-196, 2023. Acesso em: 8 maio 2026.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (SBCTA). Tecnologia de panificação: conceitos e aplicações. São Paulo: Blucher, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GASTROENTEROLOGIA; FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GASTROENTEROLOGIA. Diretrizes de doença celíaca e distúrbios relacionados ao glúten. São Paulo, 2024. Acesso em: 10 maio 2026.

TOMICKI, M. et al. Propriedades reológicas e qualidade de pães sem glúten: uma revisão. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 35, n. 2, p. 215–223, 2015. Acesso em: 10 mai. 2026.

VIEIRA, F. et al. Desenvolvimento e qualidade de pães sem glúten. Revista do Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 42, n. 1, p. 45–56, 2015. Acesso em: 10 mai. 2026.