

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

KAELLY SIQUEIRA HÖRBE

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE VEGETAIS COM PROPRIEDADES
ANTIMICROBIANAS NAS CARACTERÍSTICAS DE PÃES SEM GLÚTEN A BASE
DE FARINHAS DE ARROZ E GRÃO-DE-BICO**

Itaqui

2023

KAELLY SIQUEIRA HÖRBE

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE VEGETAIS COM PROPRIEDADES
ANTIMICROBIANAS NAS CARACTERÍSTICAS DE PÃES SEM GLÚTEN A BASE
DE FARINHAS DE ARROZ E GRÃO-DE-BICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Paula Fernanda Pinto da Costa.

Itaqui

2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

H811a Hörbe, Kaelly Siqueira

Avaliação da adição de vegetais com propriedades
antimicrobianas nas características de pães sem glúten a base
de farinhas de arroz e grão-de-bico / Kaelly Siqueira Hörbe.
29 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2023.
"Orientação: Paula Fernanda Pinto da Costa".

1. Panificação. 2. Vida de prateleira. 3. Canela. 4.
Repolho roxo. 5. Tomilho. I. Título.

KAELLY SIQUEIRA HÖRBE

**AVALIAÇÃO DA ADIÇÃO DE VEGETAIS COM PROPRIEDADES
ANTIMICROBIANAS NAS CARACTERÍSTICAS DE PÃES SEM GLÚTEN A BASE
DE FARINHAS DE ARROZ E GRÃO-DE-BICO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Ciência e
Tecnologia de Alimentos da
Universidade Federal do Pampa,
como requisito parcial para
obtenção do Título de Bacharel em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26 de Janeiro de 2023.

Banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Paula Fernanda Pinto da Costa
Orientadora
UNIPAMPA

Prof.^a Dr.^a Angelita Machado Leitão
UNIPAMPA

Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva
UNIPAMPA

AGRADECIMENTO

A minha orientadora Prof.^a Dr.^a Paula Fernanda Pinto da Costa, por todo apoio e incentivo ao longo dos anos, agradeço pela disponibilidade e empenho em contribuir com minha formação acadêmica, por me fazer crescer pessoal e profissionalmente, pela paciência ao me ensinar, sempre disposta a compartilhar conhecimentos. Obrigada por acreditar que eu seria capaz. Não tenho palavras para agradecer o apoio e confiança em mim depositados, principalmente pelo carinho que me foi dado durante os anos de graduação.

Aos meus pais pelo carinho e dedicação ao longo da minha vida.

A Andrelize por me incentivar a continuar todas as vezes que quis desistir, obrigada pelo companheirismo em todos esses anos de estudos.

As minhas amigas Keicy Marques e Verônica Ribas que em muitos momentos me incentivaram e sempre estiveram presente com alegria e carinho.

A Luciéle Rodrigues Pacheco por se disponibilizar a ajudar no preparo dos pães, contribuindo com conhecimentos que foram de grande ajuda no desenvolvimento do estudo.

As técnicas de laboratório Aline Lisboa Medina, Fabiani Carpes Bretos Moro, Franciane Cabral Pinheiro, Giovana de Magalhães Soares, pela disponibilidade e suporte na realização desse trabalho e principalmente a Franciele Cabral Pinheiro pela assistência, conversas me incentivando e por todo apoio que recebi nesse período conturbado de TCC.

Aos professores Prof.^a Dr.^a Angelita Machado Leitão e Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva por aceitarem fazer parte de um momento tão importante e aguardado, que é a defesa do TCC.

RESUMO

A adição de bioconservantes, ou seja, substâncias naturais que apresentam propriedades antimicrobianas, pode ser utilizada como estratégia para prevenir a degradação fúngica e prolongar a vida útil de pães. Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de vegetais com propriedades antimicrobianas (canela, repolho roxo e tomilho) nas características tecnológicas e estabilidade de pães isentos de glúten elaborados a partir de farinha de arroz e farinha de grão de bico. Para isto foram elaborados pães isentos de glúten com 60 % de farinha de arroz e 40 % de farinha de grão-de-bico com adição de vegetais com propriedades antimicrobianas: Sendo formulação padrão elaborada sem adição de vegetais com propriedades antimicrobianas (F1), formulação com adição de 1,3% de tomilho desidratado (F2), formulação com adição de 1,3% de canela em pó (F3) e formulação com adição de 20,3% de extrato líquido de repolho roxo (F4). Os pães foram avaliados quanto às características tecnológicas de volume específico, textura e cor instrumental da casca e miolo, acompanhamento da vida de prateleira e contagem de bolores e leveduras. A partir deste estudo foi possível ampliar a estabilidade de pães sem glúten utilizando alternativas de biopreservação, onde se alcançou quase o triplo do tempo de estabilidade (de três para oito dias). No entanto, a incorporação dos vegetais estudados influenciou em algumas características tecnológicas, principalmente nos parâmetros de cor instrumental e na textura do produto, não alterando o volume. Todos os vegetais apresentaram capacidade de reduzir o crescimento de microrganismos nos pães, porém destaca-se o efeito da adição de extrato de repolho roxo que contribuiu para uma vida de prateleira maior quando comparada aos demais tratamentos, inibindo a população de fungos filamentosos e favorecendo o crescimento de leveduras. Ressalta-se que existem poucos estudos sobre a incorporação e efeitos da adição de extrato de repolho roxo com o intuito de conservação de produtos de panificação, indicando a necessidade de pesquisas futuras para determinar a dose necessária e a influência da adição sobre propriedades funcionais do produto.

Palavras-chaves: panificação; vida de prateleira; canela; repolho roxo; tomilho.

ABSTRACT

The addition of biopreservatives, natural substances that have antimicrobial properties, can be used as a strategy to prevent fungal degradation and extend the shelf life of bread. The objective was to evaluate the effect of including vegetables with antimicrobial properties (cinnamon, red cabbage and thyme) on the technological characteristics and stability of gluten-free breads made from rice flour and chickpea flour. For this, gluten-free breads were made with 60% rice flour and 40% chickpea flour with the addition of vegetables with antimicrobial properties: Being a standard formulation made without adding vegetables with antimicrobial properties (F1), formulation with the addition of 1.3% dehydrated thyme (F2), formulation with the addition of 1.3% cinnamon powder (F3) and formulation with the addition of 20.3% liquid extract of red cabbage (F4). The breads were evaluated regarding the technological characteristics of specific volume, texture and instrumental color of the crust and crumb, monitoring of shelf life and counting of molds and yeasts. From this study, it was possible to increase the stability of gluten-free breads using biopreservation alternatives, where almost three times the stability time (from three to eight days) was achieved. However, the incorporation of the studied vegetables influenced some technological characteristics, mainly in the parameters of instrumental color and texture of the product, without changing the volume. All vegetables showed the ability to reduce the growth of microorganisms in bread, but the effect of adding red cabbage extract stands out, which contributed to a longer shelf life when compared to other treatments, inhibiting the population of filamentous fungi and favoring the yeast growth. It should be noted that there are few studies on the incorporation and effects of adding red cabbage extract to preserving bakery products, indicating the need for future research to determine the necessary dose and the influence of the addition on the functional properties of the product.

Palavras-chave: cinnamon; red cabbage; thyme; baking; shelf life.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Aspectos dos pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas, onde A – Formulação padrão, B – Formulação com adição de tomilho, C – Formulação com adição de canela e D – formulação com adição de extrato de repolho roxo..... 19
- Figura 2 - Aspectos dos miolos de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas, onde A – Formulação padrão, B – Formulação com adição de tomilho, C – Formulação com adição de canela e D – formulação com adição de extrato de repolho roxo..... 21
- Figura 3 - Acompanhamento da vida de prateleira de pães sem glúten elaborados com a adição de vegetais com propriedades antimicrobianas 22
- Figura 4 - Contagem de bolores e leveduras em pães à base de farinha de arroz e farinha de grão de bico..... 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações usadas no preparo dos pães sem gluten com antimicrobianos naturais.....	15
Tabela 2 - Características tecnológicas de volume e textura de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas	17
Tabela 3 - Cor instrumental da casca de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas	18
Tabela 4 - Cor instrumental do miolo de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas	20

SUMÁRIO

ABSTRACT	7
RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1 Material.....	14
2.2 Métodos.....	15
2.2.1 Formulação e elaboração dos pães	15
2.2.2 Avaliações tecnológicas.....	16
2.2.3 Avaliações microbiológicas e vida de prateleira	16
2.2.4 Análise de dados	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

AValiação DA ADIÇÃO DE VEGETAIS COM PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS NAS CARACTERÍSTICAS DE PÃES SEM GLÚTEN A BASE DE FARINHAS DE ARROZ E GRÃO-DE-BICO

EVALUATION OF THE ADDITION OF VEGETABLES WITH ANTIMICROBIAL PROPERTIES ON THE CHARACTERISTICS OF GLUTEN-FREE BREADS BASED ON RICE AND CHICKPEA MEALS

Kaelly Siqueira Hörbe¹

Paula Fernanda Pinto da Costa²

RESUMO

A adição de bioconservantes, ou seja, substâncias naturais que apresentam propriedades antimicrobianas, pode ser utilizada como estratégia para prevenir a degradação fúngica e prolongar a vida útil de pães. Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de vegetais com propriedades antimicrobianas (canela, repolho roxo e tomilho) nas características tecnológicas e estabilidade de pães isentos de glúten elaborados a partir de farinha de arroz e farinha de grão de bico. Para isto foram elaborados pães isentos de glúten com 60 % de farinha de arroz e 40 % de farinha de grão-de-bico com adição de vegetais com propriedades antimicrobianas: Sendo formulação padrão elaborada sem adição de vegetais com propriedades antimicrobianas (F1), formulação com adição de 1,3% de tomilho desidratado (F2), formulação com adição de 1,3% de canela em pó (F3) e formulação com adição de 20,3% de extrato líquido de repolho roxo (F4). Os pães foram avaliados quanto às características tecnológicas de volume específico, textura e cor instrumental da casca e miolo, acompanhamento da vida de prateleira e contagem de bolores e leveduras. A partir deste estudo foi possível ampliar a estabilidade de pães sem glúten utilizando alternativas de biopreservação, onde se alcançou quase o triplo do tempo de estabilidade (de três para oito dias). No entanto, a incorporação dos vegetais estudados influenciou em algumas características tecnológicas, principalmente nos parâmetros de cor instrumental e na textura do produto, não alterando o volume. Todos os vegetais apresentaram capacidade de reduzir o crescimento de microrganismos nos pães, porém destaca-se o efeito da adição de extrato de repolho roxo que contribuiu para uma vida de prateleira maior quando comparada aos demais tratamentos, inibindo a população de fungos filamentosos e favorecendo o crescimento de leveduras. Ressalta-se que existem poucos estudos sobre a incorporação e efeitos da adição de extrato de repolho roxo com o intuito de conservação de produtos de panificação, indicando a necessidade de pesquisas futuras para determinar a dose necessária e a influência da adição sobre propriedades funcionais do produto.

Palavras-chaves: canela; repolho roxo; tomilho; panificação; vida de prateleira.

¹ Acadêmica do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui. E-mail: kaellyhorbe.aluno@unipampa.edu.br

² Professora orientadora. Docente do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui. E-mail: paulacosta@unipampa.edu.br

ABSTRACT

The addition of biopreservatives, natural substances that have antimicrobial properties, can be used as a strategy to prevent fungal degradation and extend the shelf life of bread. The objective was to evaluate the effect of including vegetables with antimicrobial properties (cinnamon, red cabbage and thyme) on the technological characteristics and stability of gluten-free breads made from rice flour and chickpea flour. For this, gluten-free breads were made with 60% rice flour and 40% chickpea flour with the addition of vegetables with antimicrobial properties: Being a standard formulation made without adding vegetables with antimicrobial properties (F1), formulation with the addition of 1.3% dehydrated thyme (F2), formulation with the addition of 1.3% cinnamon powder (F3) and formulation with the addition of 20.3% liquid extract of red cabbage (F4). The breads were evaluated regarding the technological characteristics of specific volume, texture and instrumental color of the crust and crumb, monitoring of shelf life and counting of molds and yeasts. From this study, it was possible to increase the stability of gluten-free breads using biopreservation alternatives, where almost three times the stability time (from three to eight days) was achieved. However, the incorporation of the studied vegetables influenced some technological characteristics, mainly in the parameters of instrumental color and texture of the product, without changing the volume. All vegetables showed the ability to reduce the growth of microorganisms in bread, but the effect of adding red cabbage extract stands out, which contributed to a longer shelf life when compared to other treatments, inhibiting the population of filamentous fungi and favoring the yeast growth. It should be noted that there are few studies on the incorporation and effects of adding red cabbage extract to preserving bakery products, indicating the need for future research to determine the necessary dose and the influence of the addition on the functional properties of the product.

Palavras-chave em língua estrangeira: cinnamon; red cabbage; thyme; baking; shelf life.

Data de submissão: xx/xx/xxxx

Data de aprovação: xx/xx/xxxx

DOI: xxxxxx.

1 INTRODUÇÃO

O pão é um dos alimentos mais consumidos em todos os países, presente na mesa dos consumidores diariamente e apresenta um consumo *per capita* no Brasil de 43 kg/habitante (COLUSSI, 2015). A farinha de trigo é o principal ingrediente para a sua produção, onde o glúten, uma substância proteica presente nesta farinha, responsável pelo aumento do volume e retenção de gás carbônico durante a fermentação da massa, auxiliando na textura, maciez e flexibilidade do miolo (DŁUŻEWSKA; MARCINIAK-LUKASIAK; KUREK, 2015).

No entanto, apesar da popularidade do pão, cerca de 1% da população mundial são portadores de doença celíaca, o que as impede de consumir produtos com glúten. A adesão a uma dieta isenta de glúten é considerada como a primeira linha de terapia por portadores da doença celíaca, que tem sido comprovada para

aliviar os sintomas na maioria dos casos e efetivamente prevenir complicações potenciais.

Desenvolver pães isentos de glúten com alta qualidade é um grande desafio, devido à ausência do glúten, responsável pelas propriedades viscoelásticas que conferem forma e volume ao pão. A farinha isenta de glúten como a de arroz (FRANCO et al., 2015) e o polvilho são utilizados para simular o efeito do glúten, tendo como função auxiliar na formação da estrutura do miolo devido ao seu potencial para formar uma rede polimérica tridimensional em soluções aquosas, capaz de aprisionar o dióxido de carbono oriundo da fermentação e aumentar a qualidade tecnológica do pão (TONETTO, 2018).

No entanto, produtos elaborados somente a base de fontes amiláceas apresentam-se com deficiências no balanço de aminoácidos e excesso de carboidratos. A utilização do grão-de-bico como componente das formulações dos pães é justificada pelo fato do grão-de-bico ser uma leguminosa com teores importantes de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Ela diferencia-se das outras, por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar a melhor disponibilidade de ferro entre outras leguminosas (CANNIATTI-BRAZACA; SILVA, 2004).

Outro aspecto importante a ser considerado na elaboração de pães é a sua estabilidade, devido as suas características intrínsecas, como umidade e quantidade de nutrientes, o pão é um produto suscetível à rápida deterioração, principalmente relacionada ao crescimento de fungos que afetam a sua segurança e propriedades sensoriais (CARMIGNOLA, 2018).

A preocupação crescente dos consumidores em relação a manter uma alimentação saudável exige, entre outros, alimentos de qualidade superior, frescos e seguros. A vida-de-prateleira é considerada pela maioria dos consumidores como uma forma de medir o quão fresco é o alimento, considerando esta informação fornecida pelo fabricante na hora de decidir pela compra (GIMÉNEZ; ARES; ARES, 2012).

O tempo de prateleira depende do alimento e é essencial que os produtores identifiquem os parâmetros intrínsecos e extrínsecos que limitam esse período. Fatores intrínsecos como (atividade de água, pH, potencial redox, nutrientes, flora natural e utilização de conservantes) e extrínsecos (tempo, controle de temperatura, umidade relativa, estocagem, transporte, contaminação microbiológica do ambiente no processamento, tratamento térmico utilizado e manipulação pelo consumidor) (SILVA, 2010).

O propionato de cálcio é um dos principais conservantes utilizados para preservar os pães, com o objetivo de aumentar a durabilidade e estabilidade do produto, é empregado geralmente na concentração de 0,2 g em 100 g de farinha, regulamentado pela ANVISA por meio da Resolução 383/1999 e das RDC 45/2010 e RDC 46/2010, onde apresenta efeito inibidor do crescimento de bolores e deterioração bacteriana do pão causada por *Bacillus* spp., principalmente *B. subtilis* e *B. licheniformis* (BRASIL, 1999).

Contudo, há uma crescente demanda de consumo de produtos livres de conservantes. O movimento *Clean label* vem crescendo, tendo como objetivo a produção de alimentos com uma nova perspectiva, como a substituição de ingredientes denominados por termos técnicos de difícil compreensão do público e que, de maneira geral, transmitem a percepção “leiga” de artificialidade, de menor segurança e saudabilidade, por ingredientes de fácil reconhecimento pelo público

geral, naturais ou minimamente processados, que não contenham aditivos ou conservantes artificiais (SILVA, 2021).

A adição de bioconservantes, ou seja, substâncias naturais que apresentam propriedades antimicrobianas, pode ser utilizada como estratégia para prevenir a degradação microbiana e prolongar a vida útil, reduzindo os riscos à saúde pública. Diversos compostos naturais têm sido analisados quanto à atividade antimicrobiana, dentre eles, as especiarias, por serem fontes de óleos essenciais, como o tomilho (*Thymus vulgaris*) e a canela (*Cinnamomum zeylanicum*) que têm apresentado excelentes respostas na inibição de fungos deteriorantes de alimentos, incluindo os micotoxigênicos, em ensaios *in vitro* e *in situ* (BENJILALI et al., 1984; CÍSAROVÁ et al., 2020).

O tomilho é uma planta que compreende 150 gêneros, com cerca de 2800 espécies distribuídas em todo o mundo que se desenvolve em áreas secas, áridas e bastante expostas aos raios solares, sendo originário de países mediterrâneos (JAKIEMI, 2010). A literatura menciona que o óleo essencial de tomilho possui atividades biológicas como efeito antimicrobiano, antifúngico e anti-helmíntico, atividades estas atribuídas ao timol e o carvacrol, componentes fenólicos do óleo, sendo o timol o mais potente. O timol pode representar de 10 a 64 % de óleo e o carvacrol entre 2 e 11 % segundo relata Gonçalves, (2017).

A *Cinnamomum verum*, conhecida popularmente como canela, é uma planta que vem despertando um grande interesse científico. O cinamaldeído é o principal componente dos óleos essenciais da canela, esse composto foi descoberto em 1834 e sintetizado no ano de 1854 (SOUSA, 2022). A canela apresenta efeitos bactericidas, fungicidas e também apresenta atividade antiviral comprovada (SOUSA, 2002; SANTURIO, 2011).

Além das especiarias, importantes substâncias antimicrobianas também podem ser encontradas em outras fontes vegetais, recebendo destaque as brássicas, como por exemplo, o repolho roxo (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra). O consumo das brássicas é benéfico, pois apresentam atividade antioxidante, anti-inflamatória e propriedades antimicrobianas, que estão relacionadas à presença de altas concentrações de metabólitos vegetais secundários como os produtos da degradação de glucosinolatos (isotiocianatos, nitrilas e epitionitrilas), carotenoides, clorofilas, antocianinas e compostos fenólicos (KLOPSCH, 2019). Diversos estudos têm sido realizados para avaliar estas propriedades (DEMIRDÖVEN et al., 2015; SALAZAR et al., 2022), no entanto, são escassos os dados sobre o efeito da sua incorporação em produtos de panificação.

Desta forma, com este estudo, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de vegetais com propriedades antimicrobianas (canela, repolho roxo e tomilho) nas características tecnológicas e estabilidade de pães isentos de glúten elaborados a partir de farinha de arroz e farinha de grão de bico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

As farinhas de arroz, de grão-de-bico, o tomilho (*Thymus vulgaris*) e a canela em pó (*Cinnamomum verum*) foram comprados a granel no comércio local de Itaqui/RS, assim como todos os outros ingredientes necessários para elaboração dos pães. As análises tecnológicas foram realizadas no laboratório de

Processamento de Alimentos II do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos e as análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Biologia da Universidade Federal do Pampa, Campus Itaqui.

A farinha de grão-de-bico foi exposta durante 4 minutos a 100 °C. O extrato líquido de repolho roxo foi elaborado no laboratório, extraído-se a parte líquida do vegetal fresco utilizando uma centrífuga para extração de suco (extrato) (Mondial, Turbo Juicer), onde a partir de 150 g obteve-se 43,1 mL de extrato líquido, desprezando-se o bagaço obtido.

2.2 Métodos

2.2.1 Formulação e elaboração dos pães

A formulação dos pães foi estabelecida a partir de testes preliminares seguindo resultados prévios e técnicas obtidas em estudo de Marques (2022) e, a partir desse, aprimorou-se a formulação para avaliá-la quanto a incorporação de compostos com atividade antimicrobiana.

Foram realizadas quatro formulações de pães com farinha mista de arroz e grão-de-bico (Tabela 01), variando-se a adição de vegetais com propriedades antimicrobianas:

- A. Formulação padrão (F1) - Formulação padrão sem adição de vegetais com propriedades antimicrobianas;
- B. Formulação com adição de 1,3% de tomilho desidratado (F2);
- C. Formulação com adição de 1,3% de canela em pó (F3) e;
- D. Formulação com adição de 20,3% extrato líquido de repolho roxo (F4).

Tabela 1 - Formulações usadas no preparo dos pães sem gluten com antimicrobianos naturais

Ingredientes	Formulação	Formulação	Formulação	Formulação
	1	2	3	4
Farinha de arroz	60 g	60 g	60 g	60 g
Farinha de grão de bico	40 g	40 g	40 g	40 g
Ovo <i>in natura</i>	50 g	50 g	50 g	50 g
Óleo vegetal	20 g	20 g	20 g	20 g
Açúcar	15 g	15 g	15 g	15 g
Polvilho azedo	3 g	3 g	3 g	3 g
Fermento biológico seco	2 g	2 g	2 g	2 g
Sal	2 g	2 g	2 g	2 g
Água mineral	45 g	45 g	45 g	5 g
Tomilho	-	3 g	-	-
Canela	-	-	3 g	-
Extrato de repolho roxo	-	-	-	43,1 g

Fonte: Adaptado de MARQUES (2022).

Para o preparo dos pães, os ingredientes foram previamente pesados e separados. Em uma vasilha de batadeira (Britânia/planetária) o polvilho azedo foi escaldado com água fervente até completa homogeneização, depois foi adicionado o óleo e quando a temperatura chegou em 40 °C foi adicionado o açúcar e os ovos.

A mistura foi homogeneizada durante 3 minutos na velocidade 2, após esse tempo foi acrescentado os ingredientes secos (farinhas de arroz e grão-de-bico e sal) e por fim, a mistura foi batida por 1 minuto e 30 segundos, em seguida foi adicionado o fermento e o restante da água, sendo misturado por mais 1 minuto em velocidade baixa, por último foi colocado as ervas e o extrato, de acordo com cada formulação sendo batido por mais 30 segundos.

Uma massa homogênea, espessa e lisa foi formada, sendo disposta em formas de alumínio (13 cm x 10 cm x 2,5 cm).

As massas foram levadas ao forno elétrico doméstico (Fischer/Forno de bancada) a 180 °C por 30 minutos.

Os pães assados foram colocados em temperatura ambiente para resfriamento e após, armazenados em embalagens estéreis de polietileno de baixa densidade e permaneceram em câmara climática, ajustada a 25°C, durante a avaliação da sua estabilidade.

2.2.2 Avaliações tecnológicas

O volume específico foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço, de acordo com o método 72-10 da AACC (2000). O volume específico foi calculado pela razão entre o volume e seu peso (mL/g).

A análise de cor instrumental foi avaliada pelo colorímetro Minolta. Foram realizadas leitura em três locais diferentes em cada amostra no miolo e na crosta da superfície da massa do pão. Foram determinados os valores de L* (luminosidade) e as coordenadas cromáticas a* (+a = vermelho; -a = verde) e b* (+b = amarelo, -b = azul) e a partir destes, foram calculados os valores de croma e ângulo de tonalidade de acordo com as equações: . Cromaticidade: $\sqrt{a^2+b^2}$ Ângulo Hue: $\tan^{-1} b^*/a^*$.

A textura dos pães foi avaliada de forma instrumental através da determinação da dureza, utilizando o texturômetro Brookfield, modelo CT – 3 com a probe P36, ajustando-se os parâmetros da avaliação para velocidade de teste: 0,5 mm/s; distância: 8 mm e profundidade de compressão: 40 % da espessura de cada fatia sendo os resultados expressos em gramas.

2.2.3 Avaliações microbiológicas e vida de prateleira

Os pães foram avaliados quanto à contagem de bolores e leveduras nos dias 1, 4, 6 e 8. Sendo utilizada a água peptonada 0,1% como diluente e o meio de cultura, PDA (*Potato Dextrose Agar*), foram feitas diluições de 1/10 até 1/10000. Após a semeadura, as placas foram incubadas a 23°C por 5 dias, quando foram contadas e os resultados expressos em \log_{10} UFC/g.

Para avaliar a vida de prateleira, os pães foram armazenados em sacos estéreis de polietileno em câmara ajustada a 25 °C e diariamente foram observados no período da tarde, sendo considerado o final da sua vida como o dia anterior ao aparecimento de micélio visível.

2.2.4 Análise de dados

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo cada determinação realizada em triplicata e os resultados expressos como média±desvio padrão, sendo submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si através do teste de Tukey, considerando o nível de significância ($p < 0,05$). Os resultados foram analisados através do programa Action Stat.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os resultados das características tecnológicas de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas. Observa-se que a adição de canela na formulação resultou em maior textura dos pães, diferenciando-a do padrão ($p < 0,05$). No entanto, os tratamentos com pães elaborados com a adição de extrato de repolho roxo e tomilho variaram de 2996 g a 3302 g, respectivamente, não apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos e também em relação à formulação padrão.

Tabela 2 - Características tecnológicas de volume e textura de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas

Formulações	Textura instrumental (g)	Volume específico (cm ³ /g)
Padrão	2050 ± 418 ^b	1,78 ± 0,25 ^{ns}
Tomilho	3302 ± 992 ^{ab}	1,98 ± 0,00 ^{ns}
Canela	3800 ± 104 ^a	1,99 ± 0,10 ^{ns}
Extrato de repolho roxo	2996 ± 486 ^{ab}	2,20 ± 0,16 ^{ns}

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão. Valores com mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%; ns – não houve diferença significativa.

O segundo maior valor de textura observada foi do pão elaborado com extrato de repolho, obtendo-se uma textura de 2996 g, no entanto essa formulação não difere de modo significativo ($p < 0,05$) dos demais tratamentos.

Marques (2022) avaliou a textura de pães elaborados com a mesma faixa de adição de farinha de arroz e grão de bico (60 % e 40 % respectivamente), e obteve valores maiores quando comparada a formulação padrão. Nesse estudo é possível observar que a adição de vegetais resultou em aumento da textura, tornando os pães mais firmes.

A maior textura dos pães ocorreu nas formulações onde houve a adição de tomilho ou canela. Isto pode estar relacionado à presença de compostos fenólicos nestes ingredientes, como por exemplo, o carvacrol um monoterpênóide presente no tomilho. Segundo Rossato (2019) que avaliou o potencial antifúngico de microcápsulas contendo óleo essencial de orégano na conservação de pães de forma, a presença de compostos fenólicos como o carvacrol pode induzir a formação de pontes de hidrogênio entre os compostos que possuem anel aromático e grupos fenólicos hidrofílicos, afetando a textura dos pães.

Na tabela 2 estão descritos os valores de volume específico, uma característica tecnológica importante para verificar a capacidade da farinha de expandir, reter o gás no interior da massa e proporcionar o crescimento dos pães (STORCK et al., 2009).

O volume específico variou de 1,78 cm³/g (padrão) a 2,2 cm³/g (Extrato de repolho roxo), não havendo diferença significativa entre eles, a variação do vegetal adicionado não afetou o volume específico ($p < 0,05$).

Marques (2022) avaliou o volume específico dos pães a base de farinha de arroz e farinha de grão-de-bico e obteve valores similares (1,79 ± 0,15) ao encontrado na formulação padrão.

Ahmed e Hussein (2012) avaliaram o efeito de óleo essencial de canela e casca de laranja sobre a qualidade físico-química, sensorial e microbiana de pão de

ló e nenhuma influência significativa foi reportada ($p < 0,05$) nas propriedades físicas (peso e volume específico) dos bolos.

Rossato (2019) também avaliou o volume específico sendo que a adição de óleo essencial de orégano e não apresentou diferença significativa nos pães ($p < 0,05$), demonstrando que a adição das microcápsulas de óleo essencial de orégano não influenciou nestes fatores.

Na tabela 3 estão descritos os valores de cor instrumental da casca de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas. A cor é um atributo importante, pois, aliada ao aroma e a textura, contribuem para a melhor aceitação dos consumidores. Geralmente pães sem glúten apresentam cores mais claras do que pães elaborados com farinha de trigo, em virtude de serem preparados a base de amidos e a farinha de arroz, e esses serem de cores claras e pobres em proteínas (COSTA, 2021).

Tabela 3 - Cor instrumental da casca de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas

Formulações	L	a*	b*	Croma	Ângulo Hue	Delta
Padrão	68,41 ± 0,75 ^a	7,17 ± 0,13 ^c	24,61 ± 1,16 ^a	25,63 ± 1,11 ^a	1,29 ± 0,01 ^a	0,00 ^c
Tomilho	62,79 ± 0,82 ^b	5,81 ± 0,33 ^d	18,49 ± 0,90 ^b	19,38 ± 0,87 ^b	1,27 ± 0,02 ^a	36,00 ± 8,43 ^b
Canela	55,32 ± 1,20 ^c	9,85 ± 0,03 ^b	13,59 ± 0,64 ^c	16,79 ± 0,53 ^{bc}	0,94 ± 0,02 ^b	150,62 ± 8,89 ^a
Extrato de repolho roxo	60,44 ± 1,28 ^b	11,78 ± 0,40 ^a	11,09 ± 1,89 ^c	16,21 ± 1,50 ^c	0,75 ± 0,08 ^c	135,55 ± 19,92 ^a

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão. Valores com mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%. ns – não houve diferença significativa.

O L representa a luminosidade, a transição do preto (0) para o branco (100) (CARVALHO et. al., 2022). Na tabela 3 observa-se que a adição das especiarias e do extrato de repolho roxo influenciou na luminosidade dos pães, que variou de 68,41 (padrão) a 55,32 (canela). As amostras de tomilho e repolho não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), mas diferiram da amostra padrão e da amostra de canela.

Rossatto (2019) que avaliou a qualidade físico-química de pães com fibras elaborados com resíduos de indústria de repolho roxo e abóbora minimamente processados, encontrou o valor de $(39,17 \pm 1,01)$ em suas análises.

O a* representa a transição da cor verde (-a*) para vermelha (+a*), (CARVALHO et. al., 2022). Na tabela 3 observa-se que houve diferença significativa entre todos os tratamentos. A formulação padrão apresentou resultados similares aos observados por Marques (2022) que trabalhou com a mesma formulação ao padrão. Quanto aos valores observados nas formulações com adição de vegetais observa-se que os valores encontrados neste estudo estão na mesma faixa aos encontrados em outras pesquisas que incluíram estes elementos em seus estudos. Mota (2018) avaliou a ação conservante de extratos naturais em pães integrais, com um mix de óleos essenciais (tomilho, orégano e manjeriço), na análise de cor do dia

1, a autora encontrou valor menor (1,75) que o encontrado no presente estudo, isso pode ter ocorrido pelo fato do pão ser feito com a especiaria em folhas.

Santos (2021) relata em seus estudos sobre elaboração e caracterização de pão de mel enriquecido com farinha de bagaço de malte com a adição de 2,5 % de canela, a observação de valores maiores de a^* ($11,86 \pm 0,21$) ($p < 0,05$), que os obtidos nesse trabalho. Já nas análises de Rossatto (2019) em pães de resíduos de repolho, o autor encontrou valores de L de $10,54 \pm 0,08$, valor que se assemelha com o resultado encontrado nesse estudo.

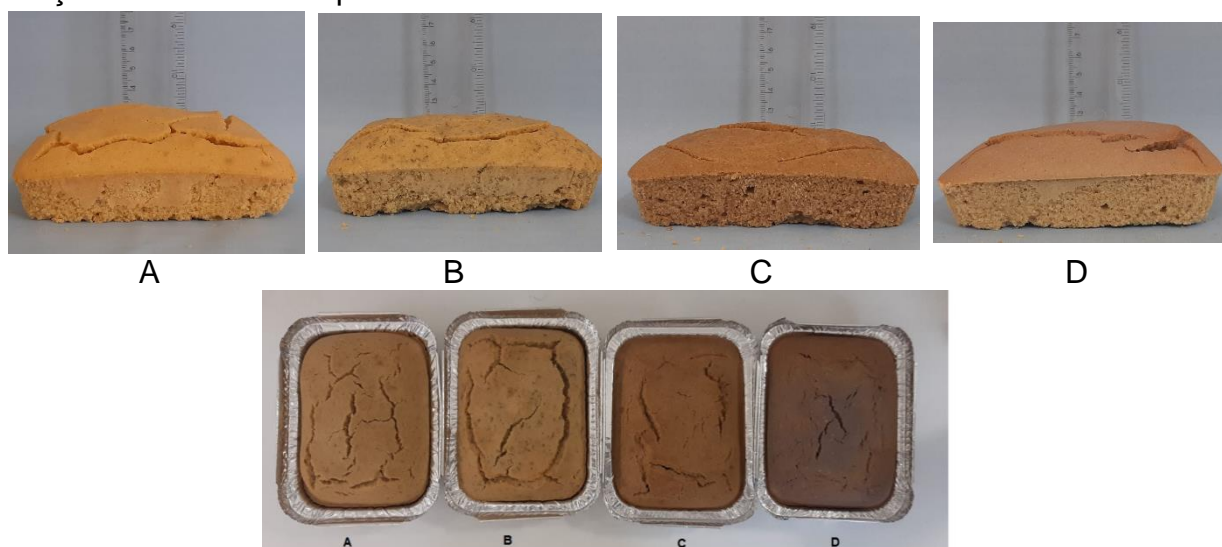
O b^* representa a transição da cor azul ($-b^*$) para amarela ($+b^*$) (CARVALHO et al., 2022). Observou-se que para b^* , a adição de vegetais reduziu este valor, no entanto, as amostras de canela e repolho não diferiram entre si ($p < 0,05$), mas foram menores do que o padrão, assim como tomilho diferiu de todas as amostras ($p < 0,05$) (Tabela 3). Para b^* Mota (2018) encontrou valores parecidos (25,12) ($p < 0,05$), com os valores encontrados na formulação padrão desse estudo.

Rossatto (2019) avaliando a cor instrumental de pães elaborados com resíduo de repolho roxo observou valores maiores do componente b^* ($16,57 \pm 0,54$). Da mesma forma, Santos (2021) avaliando o efeito da adição de canela em formulações de pão de mel encontrou valores superiores aos relatados nesta pesquisa ($17,87 \pm 0,54$), o que pode ser explicado devido à formulação de Santos (2021) conter uma maior concentração de canela.

O croma representa a saturação de cores, nos pães elaborados nesta pesquisa ele variou de 68,41 (formulação padrão) a 60,44 (formulação de extrato de repolho roxo) (Tabela 3), observando-se que a adição de ingredientes com função antimicrobiana influenciou no croma, reduzindo-o ($p < 0,05$).

O ângulo Hue (h°) é considerado o atributo qualitativo de cor, onde através do seu valor é possível perceber em qual tonalidade a amostra se enquadra (PATHARE et al., 2013). Observa-se que as amostras ficaram classificadas na tonalidade acastanhada (tabela 3 e figura 1).

Figura 1 - Aspectos dos pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas, onde A – Formulação padrão, B – Formulação com adição de tomilho, C – Formulação com adição de canela e D – formulação com adição de extrato de repolho roxo



Fonte: A autora (2023).

Os pães elaborados com tomilho não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados com a formulação padrão, enquanto as formulações com adição de canela ou extrato de repolho roxo são diferentes entre si e do padrão ($p < 0,05$).

O delta é uma avaliação da diferença de cor de um padrão conhecido. Observa-se na tabela 3, que a formulação que mais se aproximou do padrão foi a com adição de tomilho. Sendo as formulações elaboradas com canela ou repolho iguais entre si, porém diferentes do padrão ($p < 0,05$) (tabela 3).

Na tabela 4 estão descritos os atributos de cor instrumental do miolo dos pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas. Observa-se que a adição de canela reduziu a luminosidade dos pães, diferenciando-a dos demais tratamentos ($p < 0,05$). As formulações padrão, tomilho e repolho não apresentam diferença significativa entre si ($p < 0,05$).

Em relação ao componente de a^* da cor instrumental do miolo, este variou de 4,40 (tomilho) a 8,01 (canela), onde apenas a formulação de canela se diferenciou das demais formulações ($p < 0,05$). Isto pode estar relacionado aos pigmentos presentes na canela que a tornam mais acastanhada. Já para o atributo b^* do miolo observa-se que todas as amostras apresentaram diferenças se comparadas com o padrão ($p < 0,05$), no entanto, a canela e o extrato de repolho roxo não apresentaram diferenças entre si ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Estas diferenças observadas nos componentes da cor instrumental repercutiram, por consequência, no croma, onde todas as amostras diferiram do padrão ($p < 0,05$), no entanto na amostra de canela não diferiu de forma significativa ($p < 0,05$) quando comparadas as formulações com adição de tomilho ou extrato de repolho roxo (Tabela 4).

Tabela 4 - Cor instrumental do miolo de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas

Formulações	L	a^*	b^*	Croma	Ângulo Hue	Delta
Padrão	70,64 ± 0,66 ^a	4,50 ± 0,29 ^b	21,50 ± 0,78 ^a	21,96 ± 0,82 ^a	1,36 ± 0,01 ^a	0,00 ^b
Tomilho	64,48 ± 3,27 ^a	4,40 ± 0,41 ^b	16,17 ± 1,30 ^b	16,76 ± 1,30 ^b	1,30 ± 0,02 ^a	37,39 ± 23,29 ^b
Canela	55,72 ± 2,80 ^b	8,01 ± 0,04 ^a	12,46 ± 0,69 ^c	14,81 ± 0,56 ^{bc}	1,00 ± 0,03 ^c	161,10 ± 50,52 ^a
Extrato de Repolho roxo	65,64 ± 1,90 ^a	4,61 ± 0,60 ^b	12,05 ± 0,60 ^c	12,91 ± 0,76 ^c	1,21 ± 0,03 ^b	58,56 ± 3,15 ^b

Cada valor representa a média de três repetições ± desvio padrão; Valores com mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5%; ns – não houve diferença significativa.

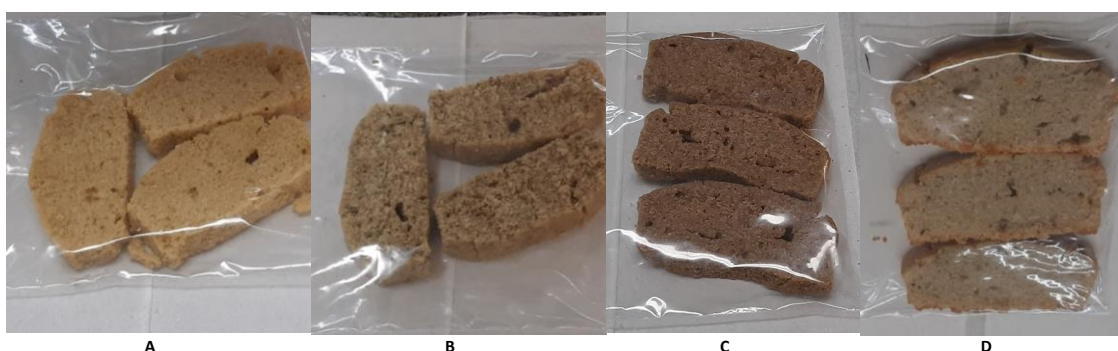
O ângulo hue do miolo ficou na faixa de 1,00°, variando de 1,00° na formulação com adição de canela a 1,36° na formulação padrão (Tabela 4). No entanto, as amostras padrão e tomilho não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), enquanto as formulações com adição de canela ou extrato de repolho roxo

apresentaram diferença significativa entre si e também quando comparadas ao padrão ($p < 0,05$).

De acordo com Fernandes et al. (2014) valores de ângulo hue próximos a 90° representam cor mais amarelada, à medida que os valores se distanciam e se aproximam de 0° , a cor torna-se mais alaranjada, o que foi observado neste estudo, como também pode ser visualizado na

Figura 2.

Figura 2 - Aspectos dos miolos de pães sem glúten elaborados com diferentes vegetais com propriedades antimicrobianas, onde A – Formulação padrão, B – Formulação com adição de tomilho, C – Formulação com adição de canela e D – formulação com adição de extrato de repolho roxo.



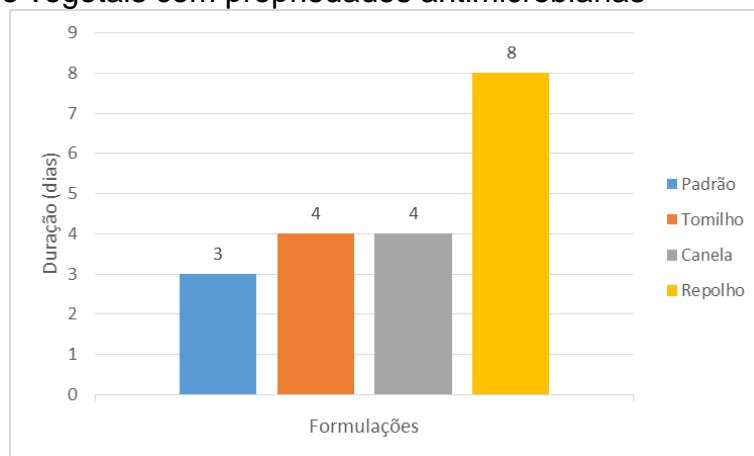
Fonte: Autora (2023)

Em relação ao atributo delta da cor instrumental, observa-se na tabela 4 que a amostra que mais se distanciou do padrão, foi à formulação elaborada com canela, diferindo das formulações elaboradas com extrato de repolho roxo ou tomilho, estas por sua vez, não apresentaram diferença significativa quando comparadas entre si ($p < 0,05$).

Na figura 3 é apresentado o efeito da adição de vegetais com propriedades antimicrobianas na vida de prateleira dos pães. Observa-se que a adição de vegetais com propriedades antimicrobianas melhorou a conservação do produto, aumentando entre um e cinco dias a sua estabilidade, onde a formulação padrão teve duração de três dias, enquanto as formulações com adição de tomilho e canela, quatro dias. Já a formulação com adição de extrato de repolho roxo apresentou uma duração de oito dias, mais que o dobro da duração da formulação padrão.

De acordo com Garcia, Bernardi e Copetti (2019) a principal causa da redução da vida útil de produtos de panificação é o crescimento de fungos filamentosos. De acordo com os autores, a presença e crescimento destes microrganismos causam perdas econômicas, que podem chegar a 11% da produção e do ponto de vista sanitário, é importante ressaltar que muitas espécies relacionadas também são micotoxigênicas.

Figura 3 - Acompanhamento da vida de prateleira de pães sem glúten elaborados com a adição de vegetais com propriedades antimicrobianas



Fonte: Autora (2023)

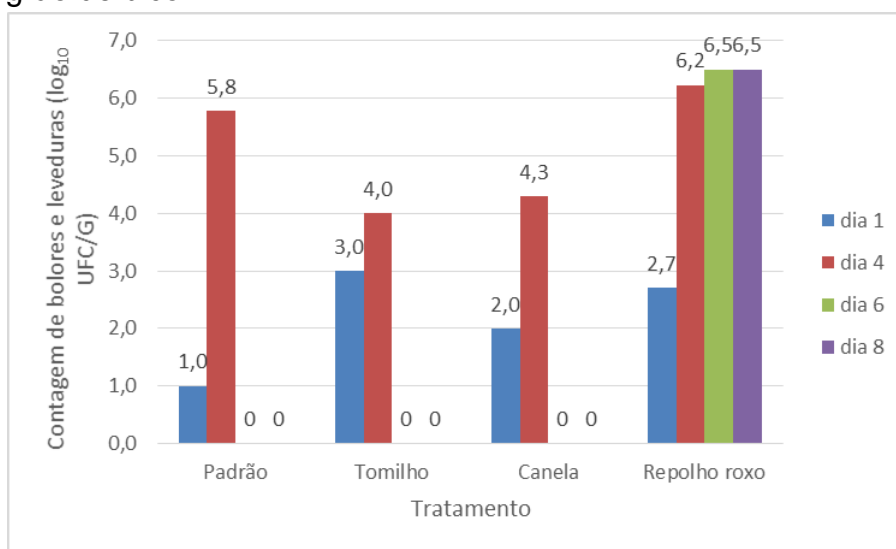
Os resultados evidenciados ao longo do acompanhamento da vida de prateleira estão em consonância com o que foi observado na avaliação microbiológica, onde também se observou uma maior contagem de bolores e levedura no quarto dia de armazenamento na amostra padrão, enquanto os pães elaborados com adição de canela ou tomilho apresentaram contagens inferiores (Figura 4).

A contagem de bolores e leveduras variou ao longo do armazenamento e entre os tratamentos, onde no primeiro dia de armazenamento obteve-se valores baixos, que variaram de 1,0 \log_{10} UFC/g (tratamento padrão) a 3,0 \log_{10} UFC/g (tratamento tomilho) (Figura 4).

Houve um aumento da população ao longo dos dias, onde se observa que os pães elaborados sem a adição de vegetais com propriedades antimicrobianas, alcançaram altas contagens de bolores e leveduras 5,8 \log_{10} UFC/g, com predominância para bolores (fungos filamentosos), enquanto os pães elaborados com adição de vegetais com propriedades antimicrobianas apresentaram menores contagens, aproximadamente, 2 log a menos do que o padrão, com exceção do pão elaborado com extrato de repolho roxo (Figura 4).

Os pães elaborados com extrato de repolho roxo, apesar de apresentar a maior estabilidade, também apresentou uma maior contagem de fungos no quarto dia de armazenamento, no entanto, a avaliação demonstrou a predominância de leveduras nesta população. Tal fato pode ser considerado positivo, visto que a presença de micotoxinas (substâncias potencialmente carcinogênicas) está relacionada ao crescimento de fungos filamentosos (bolores).

Figura 4 - Contagem de bolores e leveduras em pães à base de farinha de arroz e farinha de grão de bico



Fonte: Autora (2023)

A comparação do efeito antimicrobiano entre as formulações pode ser atribuída a composição dos vegetais adicionados, pois, no caso do tomilho e canela, estes apresentam óleos essenciais com comprovada capacidade inibitória de microrganismos (FREIRE, 2008; LAGES, 2019).

A literatura menciona que o óleo essencial de tomilho possui atividades biológicas como efeito antimicrobiano, antifúngico e anti-helmíntico, atividades estas atribuídas ao timol e o carvacrol, componentes fenólicos do óleo, sendo o timol o mais potente. O timol pode representar de 10 a 64 % de óleo e o carvacrol entre 2 e 11 %, segundo relata Gonçalves (2017).

Cutillas et al. (2018) avaliaram a atividade antimicrobiana de óleos de tomilho e observaram que houve formação de halo de inibição para as bactérias *E. coli*, *S. aureus*, *C. albicans* e *P. paeruginosa*. Observaram também que a maior inibição ocorreu frente às bactérias Gram-positivas.

Araújo (2005) avaliou a atividade antifúngica de extratos alcoólicos de gengibre, canela, cravo e tomilho sobre a inibição do desenvolvimento dos fungos *Penicillium roqueforti*, *Aspergillus ochraceus* e *Rhizopus stolonifer* desenvolvidos em pães artesanais. Todos os extratos alcoólicos mostraram efeito inibitório significativo no crescimento micelial e na esporulação dos fungos. Na análise microbiológica, a utilização dos extratos alcoólicos a 10 % de cravo e canela para pão doce e dos extratos alcoólicos a 10 % de tomilho e gengibre para pão de sal, aumentou a conservação para 17 dias sem registro de fungos, enquanto a amostra controle apresentou contaminação na crosta dos pães, tendo atingido uma durabilidade de 6 dias.

No caso da formulação com adição de repolho roxo, observa-se que os pães apresentaram maior vida de prateleira, o que permitiu também um maior acompanhamento da contagem de bolores e leveduras, que inicialmente apresentaram uma contagem de 2,7 e ao longo dos próximos 7 dias chegaram a 6,5 log, ou seja, um aumento de 3,8 log. No entanto, apesar deste incremento, houve

um retardo para aparecimento de micélio visível, ou seja, o crescimento de microrganismos foi representado majoritariamente por leveduras, que não se representam potenciais agentes de deterioração.

Esta população diferenciada pode estar relacionada ao efeito inibitório da adição do extrato de repolho roxo na formulação. Diversas pesquisas têm demonstrado os potenciais da utilização de brassicas, em especial o repolho roxo que apresentam muitos benefícios, devido a sua composição rica em produtos da degradação de glucosinolatos (isothiocyanatos, nitrilas e epithionitriles), carotenóides, clorofilas, antocianinas e compostos fenólicos (DEMIRDOVEN et al., 2015; KLOPSCH, 2019). No entanto, apesar da comprovada atividade antimicrobiana, são escassos os estudos sobre a incorporação de extrato de repolho roxo em produtos de panificação, por isso destaca-se a relevância deste estudo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho evidenciou que é possível ampliar a estabilidade de pães sem glúten utilizando alternativas de biopreservação, onde alcançou-se o dobro do tempo de estabilidade quando comparado ao padrão.

No entanto, a incorporação dos vegetais estudados influenciou em algumas características tecnológicas, principalmente nos parâmetros de cor instrumental e na textura do produto, não alterando o volume.

Todos os vegetais apresentaram capacidade de reduzir o crescimento de microrganismos no produto, porém destaca-se o efeito da adição de extrato de repolho roxo que contribui para uma vida de prateleira maior quando comparada aos demais tratamentos.

Ressalta-se que existem poucos estudos sobre a incorporação e efeitos da adição de extrato de repolho roxo com o intuito de conservação de produtos de panificação, indicando a necessidade de pesquisas futuras para determinar a dose necessária e a influência da adição sobre propriedades funcionais do produto.

REFERÊNCIAS

- AHMED, Z.S.; HUSSEIN, A.M.S. Utilization of Cinnamon and Orange Extracts to Improve the Microbial Quality and Shelf Life of Sponge Cakes. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**. v. 6(8), p. 665-672, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ahmed-Hussien-37/publication/363740089_Utilization_of_Cinnamon_and_Orange_Extracts_to_Improve_the_Microbial_Quality_and_Shelf_Life_of_Sponge_Cakes/links/632c3f8370cc936cd329a9a5/Utilization-of-Cinnamon-and-Orange-Extracts-to-Improve-the-Microbial-Quality-and-Shelf-Life-of-Sponge-Cakes.pdf . Acesso: 15 jan. 2023.
- ARAUJO, Rita de Cássia Zanúncio. **Embalagens ativas com ervas aromáticas e condimentares na conservação de pães artesanais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. 2005.
- BENJILALI, Bachir et al. Method to study antimicrobial effects of essential oils: application to the antifungal activity of six Moroccan essences. **Journal of Food Protection**, v. 47, n. 10, p. 748-752, 1984. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US8600912>. Acesso 15 jan. 2023.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 383, de 05 de Agosto de 1999. **Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares estabelecendo suas funções e seus limites máximos para a categoria de alimentos – produtos de panificação e biscoitos**. Diário Oficial da União: Poder Executivo, Brasília, DF, 9 ago 1999. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RES_383_1999_COMP.pdf/00d67817-c095-44ba-9203-07bd673a2f36. Acesso: 10 dez. 2022.
- CANNIATTI–BRAZACA, S.G.; SILVA, F.C. da. **Enhancers and inhibitors of iron availability in legumes**. Plant Food for Human Nutrition, v. 58, n. 3, p. 1 – 8, 2004.
- CARMIGNOLA, E.; OLIVEIRA, J. Shelf life: Um desafio constante na indústria de panificação – Biosolutionsblog. 2018. Disponível em: <https://www.biosolutionsblog.com/shelf-life-um-desafio-na-panificacao/>. Acesso: 02 fev. 2023.
- CARVALHO, Samira Abreu et al. Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e59011931677-e59011931677, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31677>. 10 jan. 2023.
- CÍSAROVÁ, Miroslava et al. The in vitro and in situ effect of selected essential oils in vapour phase against bread spoilage toxicogenic aspergilli. **Food Control**, v. 110, p. 107007, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956713519305961>. Acesso: 15 jan. 2023.
- COLUSSI, J. **Maior consumo de produtos integrais na cidade abre oportunidade para agricultores no RS. 2015**. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2015/04/maior->

consumo-de-produtos-integrais-na-cidade-abre-oportunidade-para-agricultores-no-rs-4748753.html. Acesso: 15 jan. 2023.

COSTA, R. I. S. A. **Efeito da adição de zeína e colágeno hidrolisado nas características físicas de pão sem glúten**. 2021. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2021.

CUTILLAS, A.B., CARRASCO, A., MARTINEZ-GUTIERREZ, R., TOMAS, V. TUDELA, J. Thyme essential oils from Spain: Aromatic profile ascertained by GC-MS, and their antioxidant, anti-lipoxygenase and antimicrobial activities. *J. Food Drug Anal.*, v. 26, p. 529-544, 2018.

DEMIRDÖVEN, Aslihan et al. Inhibitory effects of red cabbage and sour cherry pomace anthocyanin extracts on food borne pathogens and their antioxidant properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 8-13, 2015.

Disponível em:

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815002546?casa_token=xnWAboAkn18AAAAA:gMeM9hZjWfC5PcQU-](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815002546?casa_token=xnWAboAkn18AAAAA:gMeM9hZjWfC5PcQU-U0xidU_c01rpRttwdVoRwqxQLAxzfCMEvliEZUxAM1jAJUD2IZonN14Pu6ziw)

[U0xidU_c01rpRttwdVoRwqxQLAxzfCMEvliEZUxAM1jAJUD2IZonN14Pu6ziw.](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643815002546?casa_token=xnWAboAkn18AAAAA:gMeM9hZjWfC5PcQU-U0xidU_c01rpRttwdVoRwqxQLAxzfCMEvliEZUxAM1jAJUD2IZonN14Pu6ziw)

Acesso: 15 jan. 2023.

DŁUŻEWSKA, E., MARCINIAK-ŁUKASIAK, K., & KUREK, N. **Effect of transglutaminase additive on the quality of gluten-free bread**. *CyTA-Journal of Food*, vol. 13, p. 80–86. 2015. <https://doi.org/10.1080/19476337.2014.917336>.

FERNADES, M. B. et al.,. Análise da Coloração da Casca de Banana “Prata-Anã” Submetida à Termoterapia e Refrigeração.

FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce**. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5148>. Acesso em: 08 jun. 2022.

FREIRE, Juliana Mesquita. **Óleos essenciais de canela, manjerona e anis-estrelado: caracterização química e atividade biológica sobre *S. aureus*, *E. coli* e *A. flavus* e *A. parasiticus***. 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/1976/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_%C3%93leos%20essenciais%20de%20canela%2C%20manjerona%20e%20anis-estrelado%20caracteriza%C3%A7%C3%A3o%20qu%C3%ADmica%20e%20ativida de%20biol%C3%B3gica%20sobre%20Staphylococcus%20aureus%2C%20Echerichia%20coli%2C%20Aspergillus%20flavus%20e%20Aspergillus%20parasiticus.pdf. Acesso: 02 fev. 2023.

GARCIA, M. V.; BERNARDI, A. O.; COPETTI, M. V. The fungal problem in bread production: Insights of causes, consequences, and control methods. **Current Opinion in Food Science**, v. 29, p. 1-6, 2019. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214799319300311?casa_token=csuD35ehJMkAAAAA:MyJByaRS1tEpyqnrjnKgQKGCiRCeKk2K6nRKIUkofH6VqOoDQKuiBmotPLq1OCFFAHhmV7JHzCx_Fg. Acesso: 18 jan. 2023.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. **Sensory shelf-life estimation: A review of current methodological approaches**. Food Research International. 2012.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2012.07.008>>. Acesso em: 08 dez. 2021.

GONÇALVES, N. D. **Encapsulação de óleo essencial de tomilho e avaliação como potencial ingrediente funcional tecnológico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo na área de concentração de Nutrição). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas. Campinas – SP. 2017.

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881461930915X?casa_token=B7_4rhWCW20AAAAA:cGEcPoRqCR93pNB7S4WTm1gAO2BptD8w3jLsyFKhyqTf50HvfPQZ5w5hsauZR3YEeuz7ENBA4m45Sg. Acesso: 15 jan. 2023.

JAKIEMIU, Elizabete Aparecida Ruzza et al. **Estudo da composição e do rendimento do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)**. Semina: Ciências Agrárias, v. 31, n. 3, p. 683-688, 2010. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744097018.pdf>. Acesso: 01 jan. 2023.

KLOPSCH, Rebecca et al. Brassica-enriched wheat bread: Unraveling the impact of ontogeny and breadmaking on bioactive secondary plant metabolites of pak choi and kale. **Food chemistry**, v. 295, p. 412-422, 2019. Disponível em:

LAGES, Letícia Zarnott. **Desenvolvimento de embutido cárneo utilizando óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e suco de beterraba em pó (*Beta vulgaris* L., cultivar *Early Wonder*)**. 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Alimentos, Faculdade de Nutrição, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/ppgna/files/2021/03/Leticia-Lages.pdf>. Acesso: 02 fev. 2023.

MARQUES, Keicy Cristiane Gomes et al. **Elaboração de pães com farinha de grão-de-bico, livres de glúten e lactose**. 2022. TCC (Graduação) – Universidade Federal do Pampa. Itaqui, 2022. Disponível em:

<https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/rii/7290/1/Keicy%20Cristiane%20Gomes%20Marques%20-%202022.pdf>. Acesso: 15 ago. 2022.

MOTA, E. B. F. **Atuação de extratos naturais com efeito antimicrobiano sobre a conservação de pães do tipo integral**. 2018. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6138/tde-10102018-081024/publico/EmilyBezerraFernandesdaMora_MTR_REVISADA.pdf. Acesso: 17 jan. 2023.

PATHARE, P. B., OPARA, U. L., & AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and bioprocess technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-012-0867-9>. Acesso: 4 jan. 2023.

ROSSATTO, E. R. P. **Avaliação do potencial antifúngico de microcápsulas contendo óleo essencial de orégano em pães de forma**. 2019. TCC (Graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/236513/001139194.pdf?sequence=1>. Acesso: 23 dez. 2022.

SALAZAR, Joelle K. et al. Growth Kinetics of *Listeria monocytogenes* on Cut Red Cabbage. **Journal of Food Protection**, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X22055715>. Acesso: 01 fev. 2023.

SANTOS, A. T. D; MACHADO, T. L. C. **Elaboração e caracterização de pão de mel enriquecido com farinha de bagaço de malte**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4711>. Acesso: 01 fev. 2023.

SANTURIO, D. F. et al. **Atividade antimicrobiana de óleos essenciais de condimentos frente a amostras de *Escherichia coli* isoladas de aves e bovinos**. *Ciência Rural*, v. 41, p. 1051-1056, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/NCz5Z6BNBGJ7rhrxwscBGHq/?lang=pt&format=html#> Acesso: 01 fev. 2023.

SILVA, R. B. et al. **“Clean label” um novo conceito para rotulagem de alimentos**. In: Semana Integrada UFPEL, 8º SIIPE, 2021, Pelotas. Anais [...] Pelotas: Congresso de Iniciação Científica, 2021. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/cic/anais/anais-2021/> Acesso: 02 jan. 2023.

SILVA, Tamyris B.; RANGEL, Ellen T. Avaliação da atividade antimicrobiana do extrato etanólico do tomilho (*Thymus vulgaris* L.) *in vitro*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 7, n. 2, p. 11-11, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/11859/7803>. Acesso: 10 dez. 2022.

SOUSA, T. M., et al. **Efeito antimicrobiano do cinamaldeído, principal componente dos óleos essenciais da canela: uma revisão da literatura**. *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*, v. 13, n. edespnaidc, 2022.

STORCK, Cátia R. et al. Características tecnológicas de pães elaborados com farinha de arroz e transglutaminase. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, p. 71-77, 2009.

TONETTO, T. C. **Melhoria nas características sensoriais de pão isento de glúten a partir da fermentação natural**. 2018. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa

Maria, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13820>. Acesso em: 10 dez 2022.