

Elaboração de bebida de melancia adicionada de gengibre e mel fermentado por *Lacticaseibacillus casei*

RESUMO

Érika Confortin Miotto

ra107269@uem.br

orcid.org/0000-0002-4029-730X

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil

Denise Silva de Aquino

dsaquino2@uem.br

orcid.org/0000-0001-8308-7364

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil

Livia Cirino De Carvalho

liviaacirino@gmail.com

orcid.org/0000-0003-1296-7668

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil

Marsilvio Lima de Moraes Filho

mlmfilho2@uem.br

orcid.org/0000-0002-2063-9325

Universidade Estadual de Maringá,
Umuarama, Paraná, Brasil

A ingestão diária de probiótico proporciona benefícios a saúde, no entanto este tipo de alimento ainda é restrito a bebidas lácteas. Desta forma este trabalho teve como objetivo a elaboração de bebida fermentada de melancia e gengibre adoçado com mel de laranja e fermentado por *Lacticaseibacillus casei*. Para a escolha das concentrações de gengibre e mel, foi realizado o planejamento fatorial 2^2 , tendo como variável resposta a melhor condição para o crescimento do *Lacticaseibacillus casei*-01. Após estabelecida a composição, foi realizado a caracterização do suco fermentado durante o armazenamento sob refrigeração a 5 °C por 14 dias. A melhor condição para a o crescimento *Lacticaseibacillus casei*-01 foi com o valor de 13 °Brix ajustado com mel de laranja e adição de 1,5% de gengibre desidratado. A bebida apresentou boa estabilidade química durante os 14 dias de armazenamento, apresentando pH e acidez constante, tendo um aumento da acidez e diminuição do pH com a fermentação. O fermentado apresentou o maior teor de vitamina C, demonstrando que a fermentação é um método promissor e que a incorporação de *Lacticaseibacillus casei*-01 em fermentado de melancia é viável, sendo um veículo para o consumo de probióticos.

PALAVRAS-CHAVE: Probiótico. Bebida fermentada. Mel de laranja.

INTRODUÇÃO

As preferências alimentares na sociedade estão em constante evolução, tornando os consumidores cada vez mais conscientes da importância e necessidade de uma alimentação saudável, levando a escolha de um produto alimentar em detrimento de outro com o objetivo de obter algum estado final de saúde desejável (DIAZ; FERNÁNDEZ-RUIZ; CÁMARA, 2022). Nesse sentido, os produtos funcionais são excelentes opções alimentares, pois contêm, em grandes quantidades, flavonoides, composto fenólicos e também outros compostos bioativos, que agem positivamente nas funções fisiológicas do organismo. Por isso, eles têm chamado atenção da comunidade científica tanto por apresentar muitos benefícios à saúde quanto por caracterizar ser um mercado promissor (LOPES et al., 2022).

A legislação brasileira não define alimento funcional, entretanto define a alegação de propriedade funcional, considerando como aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (ANVISA, 1999). Sendo que o alimento ou ingrediente que alegar tais propriedades podem produzir efeitos metabólicos ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, além do efeito básico de nutrir, não sendo permitidas alegações que façam referência à cura ou prevenção de doenças (ANVISA, 2021).

Um exemplo de alimento funcional que é muito encontrado no mercado são os probióticos, micro-organismos que quando ingeridos na quantidade adequada promovem efeitos benéficos para a saúde do hospedeiro, servindo como uma medida de prevenção ou manejo de doenças crônicas (MACHADO e RIZZATTO, 2019; ALABI et al., 2022).

Nos últimos dez anos, foram realizadas muitas pesquisas com probióticos em produtos lácteos, como por exemplo em iogurtes e leites fermentados (AHMAD et al., 2022; SAAD; CRUZ; FÁRIA, 2011). Porém, com o aumento de tendências veganas e casos de intolerância/alergia ao leite, tem se tornado necessário desenvolver novos produtos probióticos, empregando diferentes fontes e matérias-primas, afim de se obter produtos com alto valor nutricional. Com isso, foram realizados alguns estudos utilizando a inoculação de microrganismos

probióticos em sucos de frutas e vegetais, tais estudos se mostraram promissores e ganharam espaço como opção para o desenvolvimento de novos produtos probióticos (PIMENTEL *et al.*, 2021; ÇAKMAKÇI *et al.* 2012), demonstrando a importância do desenvolvimento de novas bebidas probióticas, não só com a intenção de ampliar o mercado desses produtos, mas também para servir como uma opção para as pessoas que não podem ou não apreciem o consumo de produtos lácteos (MACHADO e RIZZATTO, 2019).

De acordo com La Fuente *et al.* (2021), além do interesse da população por alimentos mais saudáveis, existe também a preocupação com a segurança do alimento, levando a busca por métodos que permitam a conservação dos alimentos, mantendo ou melhorando suas características nutricionais. Um desses métodos é a fermentação, na qual se utilizam micro-organismos para promover a conservação. Os micro-organismos mais utilizados para produção de bebidas não lácteas fermentadas são bactérias pertencentes ao gênero *Lactobacillus*, sendo considerados produtores de diversos compostos bioativos que agregam muito valor ao produto final (MARRERO *et al.*, 2019).

O suco de melancia tem sido apresentado como um alimento funcional com características antioxidantes, anti-inflamatórias e anti-hipertensivas relacionadas ao seu alto teor de licopeno (YANG *et al.*, 2022), um carotenoide que apresenta alta atividade antioxidante cujo consumo tem sido associado à prevenção de doenças degenerativas (GOMES, 2009). Estudos também mostram que o gengibre possui ações terapêuticas, sendo antimicrobiano, anti-inflamatório, antipirético, diurético, antioxidante, hepatoprotetor e ainda é responsável pela diminuição e controle da glicemia e do colesterol (CONCEIÇÃO, 2013). E o mel de laranja? Fale um pouco sobre ele.

O mel é considerado um dos alimentos mais puros da natureza. Além de ser apreciado pelo seu sabor adocicado característico, possui elevado valor nutricional e terapêuticas (CIANCIOSI *et al.*, 2018; ARAWWAWALA e HEWAGEEGANA, 2017). A composição do mel depende condições climáticas, estágio de maturação, espécie da abelha, processamento e armazenamento, além do tipo de florada. No entanto, de forma geral, o mel é constituído por carboidratos, proteínas,

aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos, minerais, entre outras (RANNEH et al., 2021; CIANCIOSI et al., 2018).

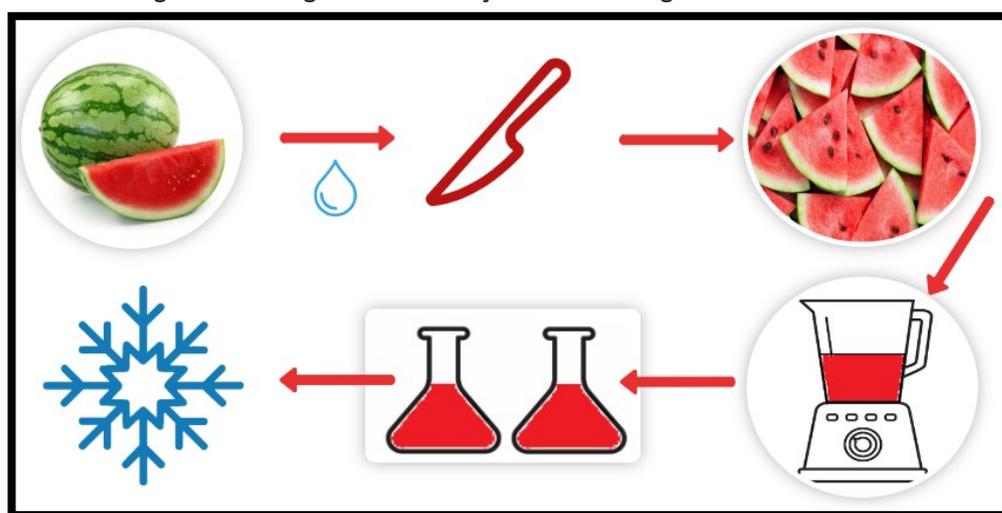
Deste modo, considerando todos os benefícios da ingestão diária de culturas probióticas, e que este tipo de alimento ainda é restrito a bebidas lácteas, este trabalho teve como objetivo a elaboração de bebida fermentada por *Lactocaseibacillus casei*-01 de melancia e gengibre adoçado com mel de laranja.

MATERIAL E MÉTODOS

SUCO INTEGRAL

O fluxograma apresentado na figura 1 demonstra o processo de obtenção do suco integral de melancia (*Citrullus lanatus*). Inicialmente, após a sanitização externa dos frutos com auxílio de água, detergente e solução de hipoclorito de sódio, os frutos foram abertos e toda polpa adicionada em extrator doméstico previamente higienizado ocorrendo a trituração por 1 minuto. O suco de melancia obtido foi padronizado quanto ao teor de sólidos através de refratômetro para 9 °Brix, seguindo para fracionamento em porções de 400 mL em recipientes higienizados e congelados (-10 °C) até o momento de seu uso.

Figura 1 - Fluxograma de obtenção do suco integral de melancia



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

INÓCULO

O inóculo foi obtido previamente pela pasteurização do suco integral (65 °C/15 min) e posterior redução da temperatura a 30 °C e adição de 0,1% (p/v) da cultura liofilizada (Chr. Hansen) de *Lacticaseibacillus casei*-01, sendo homogeneizada para completa diluição da cultura com uma contagem de 10⁹ UFC/mL. A seguir, o inóculo foi fracionado em porções de 10 mL e mantido congelado (-10 °C) até seu uso.

CURVA DE CRESCIMENTO E pH

Para a escolha do tempo de fermentação foi obtida a curva de crescimento e pH durante 48h de fermentação do suco integral de melancia a 37 °C após adição de 1 mL do inóculo.

pH

A análise de pH foi determinada por meio da potenciometria através do pHmetro digital de bancada previamente calibrado e inserção na amostra (AOAC, 2000).

VIABILIDADE DO *Lacticaseibacillus casei*-01

A viabilidade do *Lacticaseibacillus casei*-01 foi realizada por contagem padrão em placas utilizando o meio de cultura MRS, seguindo metodologia de Vinderola e Reinheimer (1999).

PLANEJAMENTO FATORIAL

Para a escolha das concentrações de gengibre e mel de laranja, foi realizado o planejamento fatorial 2², estudando a melhor condição para o crescimento do *Lacticaseibacillus casei*-01. (Tabela 1). Nesta etapa, o teor de gengibre em pó variou de 1,5 a 3,0% (p/v). A adição do mel de laranja foi baseada no °Brix final do suco integral de melancia, onde os valores finais adotados variaram entre 10 a 13 °Brix, totalizando 4 experimentos mais 3 repetições do ponto central. O gengibre em pó e o mel de Laranja foram adquiridos no comércio local da cidade de Umuarama/PR.

Tabela 1 - Variáveis codificadas e decodificadas no planejamento fatorial (2²) para crescimento de *Lactocaseibacillus casei-01* em suco de melancia

Tratamento	Codificadas		Decodificadas	
	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂
1	-1	-1	10	1,5
2	1	-1	14	1,5
3	-1	1	10	3,0
4	1	1	14	3,0
5 (C)	0	0	12	2,25
6 (C)	0	0	12	2,25
7 (C)	0	0	12	2,25

* X₁ – Mel (°Brix); X₂ – Gengibre em pó (%)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Após a escolha da melhor resposta, a condição estabelecida foi empregada para as análises de caracterização durante o armazenamento sob refrigeração por 15 dias a 5 °C. As análises foram desenvolvidas em triplicatas, sendo analisadas as amostras no primeiro, oitavo e décimo quinto dia de armazenamento.

DETERMINAÇÃO DE ÁCIDO ASCÓRBICO (VITAMINA C)

Para a quantificação de vitamina C foram empregadas metodologia descritas por Couto e Canniatti-Brazaca (2010) e De Almeida Bueno *et al.* (2019). O teor de vitamina C foi obtido a partir da reação entre o iodo e o ácido ascórbico (vitamina C) através de titulação; o ponto final da reação se deu pela coloração azul devido a utilização do amido como indicador. A quantificação foi realizada por meio de curva padrão de vitamina C.

ANÁLISE DE COR

A cor foi determinada usando um colorímetro digital (Konica Minolta CR4000, fonte de luz D65) em sistema CIELab (L*, a* e b*). Os resultados foram expressos em L* (luminosidade) variando do branco (L=100) ao preto (L=0); a*, que caracteriza a coloração do vermelho (+a, +60) ao verde (-a, - 60) e b* que indica coloração no intervalo do amarelo (b+, 60) ao azul (-b, -60).

ACIDEZ TITULÁVEL

A acidez total titulável foi realizada por meio de titulação potenciométrica seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Onde, 5 g da amostra do fermentado foi pesada e adicionado 100 mL de água destilada. Para a titulação

utilizou-se solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 M) até pH permanecer na faixa de 8,2-8,4. Para o cálculo foi utilizada a Equação 1:

$$\frac{v \times f \times 10}{P}$$

Equação 1

Em que:

v = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 N gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 N

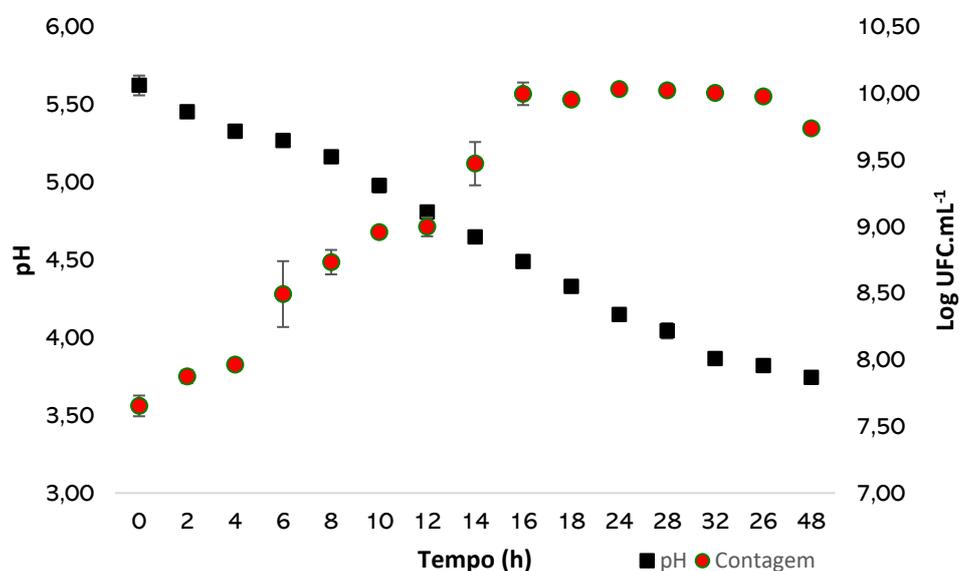
P = nº de g da amostra

RESULTADOS E DISCUSSÕES

CURVA DE CRESCIMENTO

Os dados para o crescimento de *Lactocaseibacillus casei*-01 e medições do pH em fermentado integral de melancia durante 48h de fermentação a 37 °C encontram-se na Figura 2.

Figura 2 - Curva de crescimento e pH



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Houve queda gradual do pH até 32 horas de fermentação. *Lactocaseibacillus casei*-01 é uma bactéria do ácido láctico, produzindo ácidos pela fermentação dos açúcares presentes, o que resulta nesse comportamento de

acidificação em virtude ao acúmulo desses compostos. Paiva *et al.* (2016) estudaram o perfil de açúcares em melancias submetidas a diferentes condições e estágios de maturação. Os principais açúcares empregados como controle foram glicose, frutose e sacarose, sendo estas fontes de carbono e energia para *Lactobacillus casei* (De Oliveira *et al.*, 2021).

Ng *et al.* (2014) ao estudarem os efeitos da suplementação em leite por oligossacarídeos durante a fermentação por *Lacticaseibacillus casei*-01, reportam essa capacidade de acúmulo de ácido lático e redução do pH, havendo influência na cinética de fermentação de acordo com o tipo de açúcar e também pelo metabolismo do microrganismo empregado no processo. Com comportamento similar, Mustafa *et al.* (2019) ao estudarem suco de romã sem suplementação como veículo para probióticos usando diferentes espécies de *Lactobacillus* reportam essa mesma característica de acidificação do suco e queda no pH. Ainda segundo os autores, os valores de acidificação e crescimento sofrem influência direta das condições empregadas no processo fermentativo, tendo para o *Lacticaseibacillus casei* a condições de 35-37 °C as melhores respostas para essas variáveis, condição similar empregada nesse trabalho.

Em relação ao crescimento do *Lacticaseibacillus casei*-01 houve aumento progressivo com a fermentação até 16 horas, alcançando contagens próximas a 10,00 Log UFC mL⁻¹, a partir desse ponto não há diferença nas contagens ($p > 0,05$). Mustafa *et al.* (2019) reportam que para o crescimento de *Lacticaseibacillus casei*-em suco de romã, o pH e condição de temperatura que forneceu maiores contagens foram pH inicial de 4,0 e temperaturas próximos de 35 °C. Valores de pH acima de 4,0 como 5,5 ou mais baixos como 3,6 ocasionaram a queda na taxa de crescimento, mas todos apresentaram contagens acima de 10¹⁰ UFC mL⁻¹. Essas condições estudadas são similares as empregadas neste trabalho, onde o pH inicial do suco foi de 5,5 e temperatura de 37 °C. Os autores ressaltam a alta adaptabilidade de cepas probióticas às mudanças ambientais, o que é uma vantagem para fabricantes de alimentos que possuem características distintas, além disso, os metabolitos produzidos pelo microrganismo são resultados de fatores intrínsecos e extrínsecos a que eles são submetidos.

MAXIMIZAÇÃO DO CRESCIMENTO

Com o estabelecimento do tempo de fermentação em 16 h a 37 °C obtido anteriormente, foi realizado o planejamento fatorial 2² com 3 pontos centrais, buscando a melhor condição para o crescimento de *Lacticaseibacillus casei*-01, variável dependente, dentro da região experimental estudada, trabalhando com as variáveis independentes concentração de gengibre em pó e mel de laranja. O planejamento fatorial e as contagens obtidas em cada condição estão disponíveis na Tabela 2.

Tabela 2 - Tratamentos e resultados obtidos para a variável dependente

Tratamento	Mel (° Brix)	Gengibre (%)	Log UFC mL ⁻¹
1	10,0	1,5	9,28
2	13,0	1,5	10,00
3	10,0	3,0	8,13
4	13,0	3,0	8,45
5	11,5	2,25	8,75
6	11,5	2,25	8,99
7	11,5	2,25	8,85

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância. Observado os dados da Tabela 3, obtivemos um R² aproximadamente de 0,97, um valor considerado alto, o que demonstra que os efeitos lineares e interações tiveram um bom ajuste com nossa resposta conseguindo explicar seu comportamento de maneira satisfatória. Além disso, a falta de ajuste (*lack of fit*) não foi significativa, reforçando o bom ajuste dos dados do modelo. Considerando ser um planejamento fatorial 2^k, as informações limitam-se apenas aos efeitos lineares e interações, o que para a resposta está sendo suficiente.

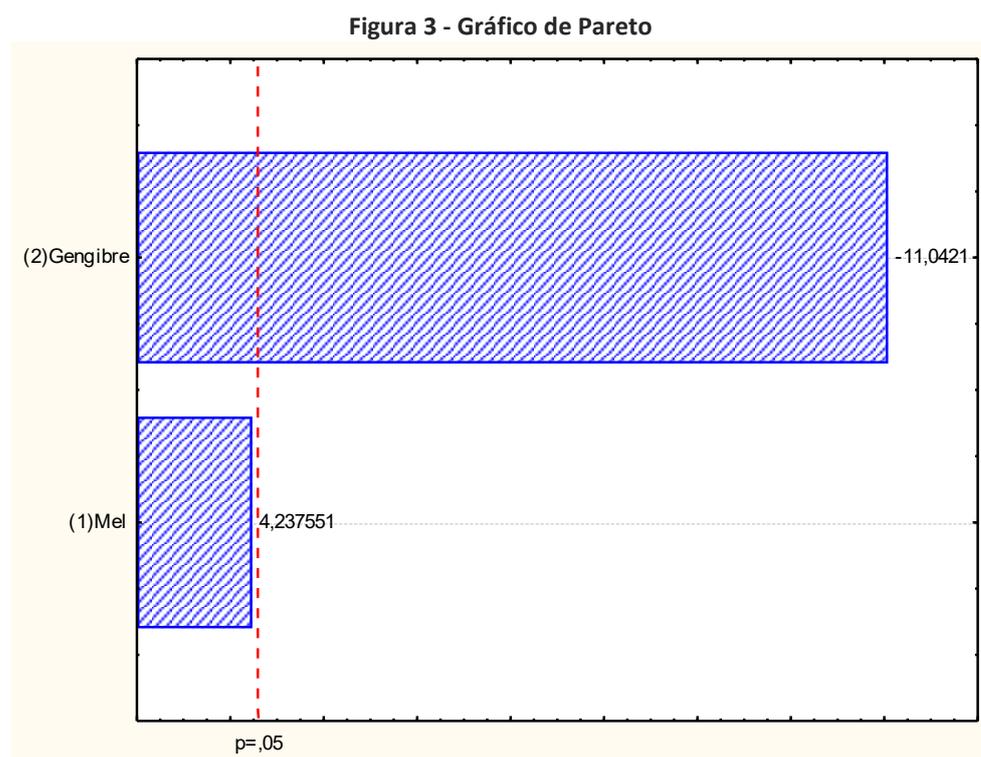
Tabela 3 - Análise de variância

Fator	SS	df	MS	F	p
Mel (1)	0,270400	1	0,270400	17,9568	0,051431
Gengibre (2)	1,836025	1	1,836025	121,9275	0,008102*
1 por 2	0,042025	1	0,042025	2,7908	0,236761
Falta de ajuste	0,017719	1	0,017719	1,1767	0,391383
Erro puro	0,0300117	2	0,015058	-	-
Total SS	2,196286	6	-	-	-

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

O efeito principal (linear) do mel e interação não foram significativas, devido a isso optou-se por sua retirada, mas avaliando que o mel teve uma alta contribuição ao ajuste dos dados pelo efeito principal, foi retirado apenas a

interação. Assim, após sua retirada, o R^2 caiu para 0,96. Analisando a curvatura, observou que a mesma não apresentou efeito significativo, reforçando que somente o modelo linear foi suficiente para explicar corretamente a amostra (resposta). A Figura 3 representa o gráfico de Pareto mostrando a distribuição dos efeitos mais significativos sobre a resposta.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

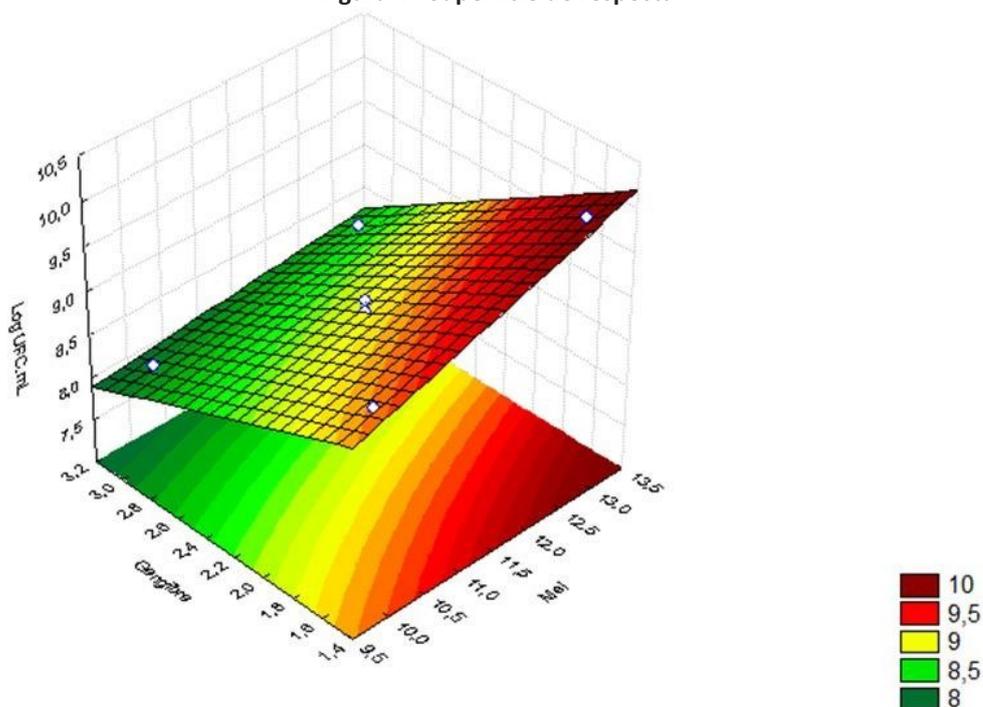
Observando o gráfico de Pareto (Figura 2) verificamos a contribuição das variáveis independentes a nossa resposta, assim, percebemos que o gengibre é o fator mais limitante, ou seja, o mais importante na resposta. Contudo, o mel possui uma alta contribuição como observa-se pelo gráfico.

O gengibre desidratado quando adicionado em maiores quantidades desfavorece a taxa de crescimento. Enquanto que maiores adições de mel favorecem o crescimento do microrganismo. Isso pode ocorrer pelo fato de o mel ser fonte de açúcares, incluindo monossacarídeos, o que podem ter favorecido o uso para o crescimento do microrganismo. Já o gengibre possui compostos antimicrobianos que podem ter desfavorecido o crescimento do microrganismo quando em altas concentrações. Konning *et al.* (2004) em seu trabalho reportam

que o extrato metanólico (3% p/v) obtido a partir do rizoma do gengibre apresentou inibição do crescimento de *S. aureus*, *B. subtilis* e *E. coli*, com halos de inibição de 9,0; 8,9 e 10,9 mm, respectivamente. Kane *et al.* (2002) mostraram que o extrato vegetal aquoso de gengibre, reduziu 100% de crescimento micelial de *Rhizoctonia solani*. Tylkowska e Dorna (2001) também observaram que esse extrato inibiu o crescimento micelial de *Alternaria brassicae*, *A. brassicicola*, *Botrytis allii* e *Stemphium botryosum*.

Corroborando com o mencionado previamente, na superfície de resposta (Figura 4), essa condição é atendida empregando menor concentração de gengibre desidratado e maiores concentrações de mel.

Figura 4 - Superfície de resposta



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Assim, o modelo de regressão gerado está apresentado pela Equação 2.

$$Y (\text{Log UFC mL}^{-1}) = 8,96 + 0,17(x_1) - 0,90(x_2) \quad \text{Equação 2}$$

A condição escolhida como melhor resposta inclui mel no nível mais alto e o gengibre desidratado no nível mais baixo. Utilizando o modelo, nessas condições temos uma contagem estimada de 10,03 Log UFC mL⁻¹.

Para validação do modelo de regressão foram elaborados em duplicata bebidas fermentadas com a condição otimizada e realizado o plaqueamento para verificarmos se existe diferença entre o valor predito pelo modelo e o valor real obtido experimentalmente. Os dados obtidos experimentalmente estão apresentados na tabela abaixo (Tabela 4). Confrontando os dados preditos e reais pelo teste t, não houve diferença estatística. Assim, o modelo pode ser empregado para finalidades preditivas.

Tabela 4 - Contagens obtidas para validação do modelo de regressão

Amostra	Contagem (Log UFC mL ⁻¹)
01	(10,04 ± 0,13)
02	(9,97 ± 0,22)

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

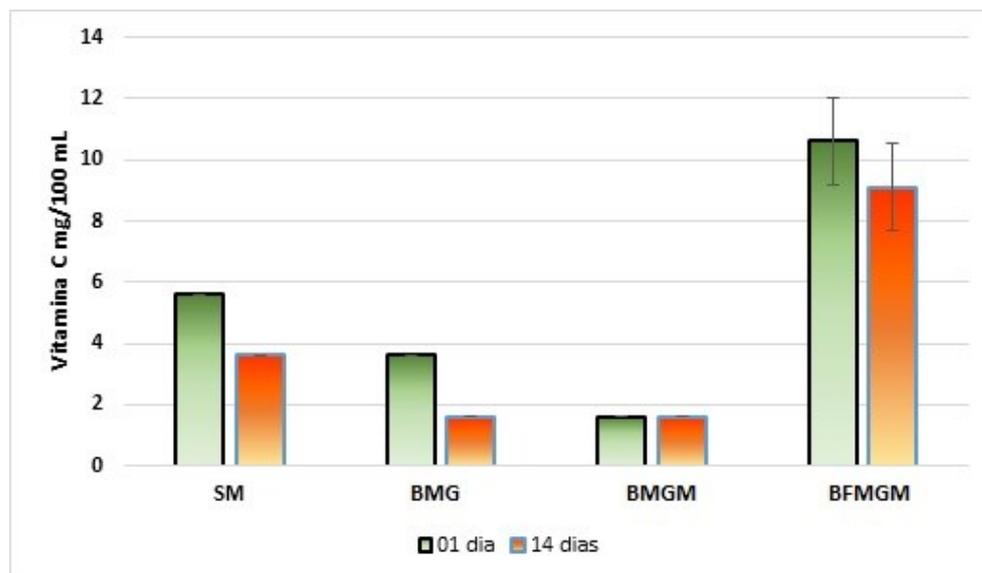
Estabelecida a melhor condição de mel e gengibre para o crescimento do microrganismo, foram realizadas algumas análises durante armazenamento da bebida fermentada otimizada e controles para comparação, sendo estes sucos de melancia integral (01), bebida de melancia e gengibre (02), bebida de melancia com gengibre e mel (03) e bebida fermentada de melancia, gengibre e mel (04). Tais amostras foram armazenadas durante 14 dias sob refrigeração, sendo realizada as análises nas amostras do dia 1 e do dia 14.

VITAMINA C

As amostras armazenadas sob refrigeração durante 14 dias foram caracterizadas quanto ao teor de vitamina C (Figura 5). A Figura 5 apresenta os níveis de vitamina C nas amostras do dia 1 e do dia 14 sob armazenamento em refrigeração. No dia 1 a amostra SM apresentou uma quantidade de aproximadamente 5,5 mg de vitamina C a cada 100 mL de suco, a BMG apresentou aproximadamente 3,6 mg e a BMGM apresentou aproximadamente 1,6 mg. Com a fermentação, foi obtido a maior concentração de vitamina C inicial como observado para a amostra BFMGM 1, em torno de 10,6 mg. Para o dia 14, todas as amostras tiveram a tendência de redução no teor de Vitamina C, sendo os valores para SM aproximadamente 3,6 mg de vitamina C, BMG 1,6 mg e o BMGM aproximadamente 1,6 mg. Para a amostra BFMGM 14 o valor final foi próximo a 9,6 mg. A queda nas concentrações iniciais de vitamina C das amostras BMG e

BMGM em relação ao SM pode ser resultado da diluição do suco pela incorporação de outras matérias primas.

Figura 5 - Teor de vitamina C durante 14 dias de armazenamento. SM: suco de melancia. BMG: bebida de melancia com gengibre. BMGM: bebida de melancia, gengibre e mel. BFMGM: bebida fermentada de melancia, mel e gengibre



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Oyeleke *et al.* (2013) ao desenvolverem bebidas à base de suco de melancia e abacaxi constataram a redução do teor de vitamina C conforme houve adição de suco de abacaxi ao suco integral de melancia.

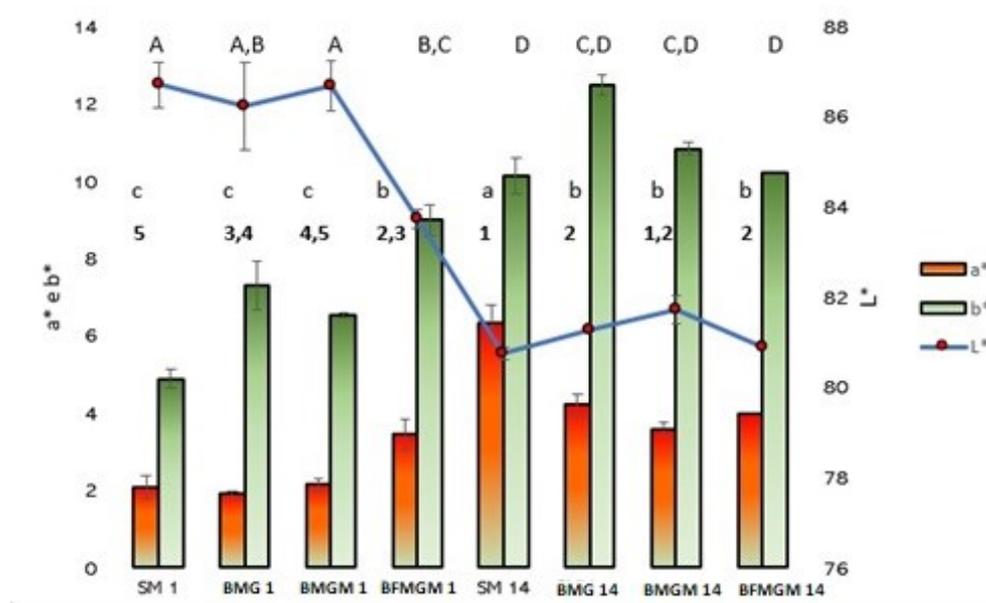
As amostras do dia 1 têm uma tendência em apresentar maiores teores de vitamina C e queda do mesmo com o armazenamento, porém, com a fermentação houve um aumento dos níveis de vitamina C, isso também foi avaliado no estudo de Peerajan *et al.* (2016), onde verificaram que a fermentação nos primeiros 15 dias elevou os teores de fenólicos, incluindo a vitamina C. Isso pode estar relacionado ao metabolismo do microrganismo, pois ele pode ter produzido precursores da vitamina C, como o ácido glucurônico. Nweze *et al.* (2015) ao verificarem o teor de vitamina C em diferentes frutas reportam para a melancia, uma quantidade média de 4 mg de vitamina C por 100 mL. O valor observado é menor do que o suco integral obtido neste trabalho, mas variações são esperadas, uma vez que fatores de cultivo influenciam a composição dos frutos, tendo após 14 dias de armazenamento mantido aproximadamente 64% do teor de vitamina C

inicial. Ainda segundo os autores, a laranja apresentou os maiores teores de vitamina C, aproximadamente 10 mg. Com a fermentação do suco de melancia, a quantidade de vitamina C aumentou, atingindo esse valor, o que demonstra que a fermentação não apenas influenciou características sensoriais, mas também físico-químicas. Para comparação, a fermentação elevou aproximadamente em 90% o teor de vitamina, comparado ao suco integral.

COR

As amostras armazenadas sob refrigeração durante 14 dias foram caracterizadas quanto a cor para os parâmetros L^* , a^* e b^* , estando os dados na Figura 6.

Figura 6 - Valores para os parâmetros de cor (L^* , a^* e b^*) durante o armazenamento. Letras maiúsculas iguais, não há diferença estatística para o parâmetro L^* . Letras minúsculas iguais, não há diferença estatística para o parâmetro a^* . Números iguais, não há diferença estatística para o parâmetro b^* .



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

O suco de melancia apresentou valores de L^* mais elevados no primeiro dia do que os que foram armazenados por 14 dias, isso pode ter ocorrido pela oxidação de pigmentos como pela ação de enzimas oxidativas como polifenol oxidase. Aguiló-Aguayo *et al.* (2010) observaram um comportamento semelhante, onde verificaram um aumento nos valores de L^* durante o armazenamento dos

sucos tratados. O suco de melancia processado com HIPEF apresentou valores de L^* mais elevados do que os sucos tratados termicamente após o 14º dia de armazenamento.

Em relação ao parâmetro a^* , todas as amostras apresentaram um valor positivo, o que significa que na nossa amostra a cor predominante é o vermelho. O parâmetro b^* apresentou também valores positivos, se aproximando mais da cor amarela, assim as amostras tendem a uma coloração alaranjada. Comportamento semelhante também foi analisado por Silva *et al.* (2016), em suco misto de melancia com pepino. Segundo os autores ao observarem para a formulação com 50% de adição de pepino a intensidade da coloração vermelha ($+a^*$) foi de 10,31, e intensidade de amarelo ($+b^*$) com 11,39. Tendo a variação dos parâmetros relação com o processo e matérias-primas adicionadas.

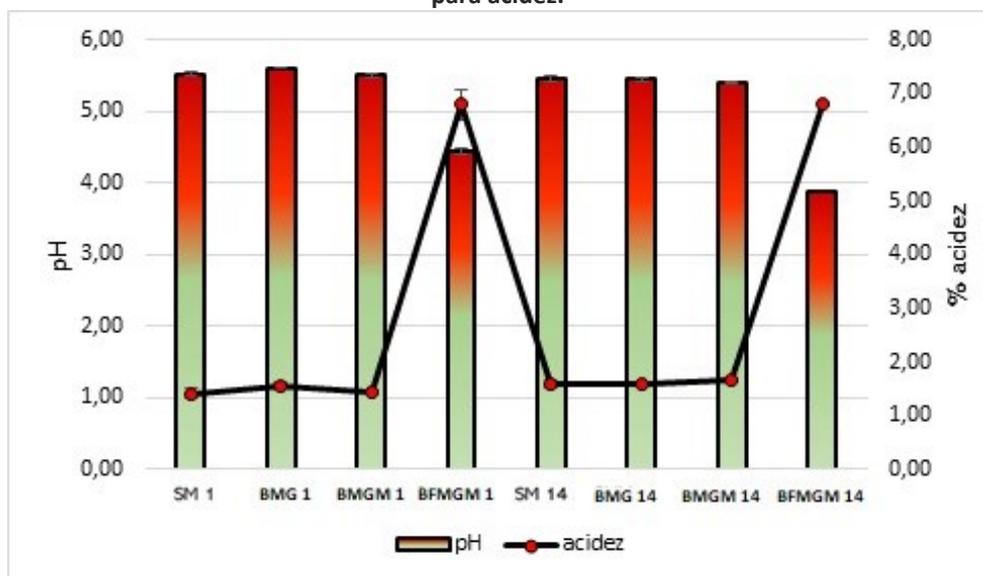
A amostra BFMGM do dia 1, apresentou valores superiores de a^* e b^* , isso se deve pela acidificação, compostos antioxidantes como antocianinas que alteram de cor influenciado pelo pH do meio. Varo *et al.* (2022) estudaram os efeitos do processo de obtenção de vinho de blueberry em diferentes características.

Segundos os autores, para as medições de cor, o comportamento similar ao apresentado pelos nossos sucos. Segundo os autores, houve queda para a luminosidade em relação ao suco integral e os vinhos produzidos. Além disso, com a fermentação, houve elevação do parâmetro a^* . Essa mudança de cor pode ser devido às reações de antocianina, compostos fenólicos com outros compostos, que são mais favorecidos com um maior tempo de fermentação. Segundo os autores, alguns dos novos compostos formados apresentam um deslocamento hipsocrômico em relação às antocianinas iniciais, apresentando tonalidades alaranjadas.

ESTABILIDADE AO ARMAZENAMENTO – pH, ACIDEZ E CONTAGEM

Os resultados obtidos na análise de pH e acidez estão descritos na Figura 7. Os dados do pH apresentaram boa estabilidade ao armazenamento mesmo havendo diferença estatística nota-se variações suaves para as amostras não fermentadas. Com a fermentação houve queda inicial do pH e após 14 dias o suco estava mais ácido.

Figura 7 - Valores de pH e acidez durante 1 e 14 dias de armazenamento. Letras maiúsculas iguais, não há diferença para o pH. * amostras que diferem estatisticamente para acidez.



Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

Como não houve variação considerável nos pH das amostras SM, BMG e BMGM, os valores de acidez não diferiram e ficaram constantes. A única amostra que apresentou uma diferença significativa foi a BFMGM (fermentada). Com a fermentação, houve um aumento de aproximadamente 1,5% para 7% de acidez e queda do pH de 5,50 para 4,4. De acordo com o estudo de Kerdsup *et al.* (2022), microrganismos do gênero *Lactobacillus* são geralmente encontrados para sobreviver em suco de frutas com um pH entre 3,7 e 4,3, nos mostrando que a fermentação forneceu um ambiente favorável para sua viabilidade. *Lacticaseibacillus casei* é classificado como um microrganismo mesófilo, a redução da temperatura torna o metabolismo mais lento do microrganismo, entretanto mantendo ativo, o que resultou após 14 dias de armazenamento na redução do pH e aumento da acidez.

Segundo Pereira *et al.* (2011) ao estudarem os parâmetros de crescimento de *Lacticaseibacillus casei* em suco de caju e maçã reportam que a faixa que *Lactobacillus* pode crescer inclui pH de ácido suave a valores neutros e temperatura de 2 a 53 °C, mas as condições ótimas variam de acordo com a espécie. Moraes Filho *et al.* (2016) ao otimizarem as condições de fermentação por diferentes espécies de *Lactobacillus* reportam que para as diferentes espécies,

houve divergência entre as condições de pH e temperaturas para o crescimento. Para Pereira *et al.* (2011), quando a fermentação se iniciava em valores de pH mais ácidos, a contagem final do microrganismo era reduzida. Tendo contagens satisfatórias em valores iniciais de 5,70 similar ao nosso suco de melancia para o *Lactocaseibacillus casei*. Além disso, ao longo do armazenamento também houve queda progressiva do pH, atingindo valores próximos a 3,8 após 42 dias de armazenamento.

Em relação a viabilidade do microrganismo após 14 dias de armazenamento, os dados estão na Tabela 5. Ao longo dos 14 dias houve redução significativa na viabilidade do microrganismo. Essa redução pode ser resultado da exposição a longo prazo as condições ácidas do suco e também pela temperatura de refrigeração, entretanto, ressalta-se que as contagens permaneceram altas, podendo afirmar que mesmo após 14 dias, o suco segue sendo fonte de probiótico. Pereira *et al.* (2011) reportam que ao longo de 42 dias de armazenamento na contagem de *Lactocaseibacillus casei*- em suco de caju e maçã, permanecendo acima de 8 Log UFC.mL⁻¹.

Tabela 5 - Viabilidade para *Lactocaseibacillus casei*-01 no suco durante 14 dias

Amostra	Contagem (Log UFC.mL ⁻¹)
Fermentado 01	10,00 ^A ± 0,05
Fermentado 14	9,10 ^B ± 0,05

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna, não há diferença estatística.

Fonte: Elaborada pelo autor (2023).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram que, a condição com o valor de 13 °Brix ajustado com mel de laranja e adição de 1,5% de gengibre desidratado foi considerado a melhor condição para a resposta estudada. O suco apresentou boa estabilidade química durante os 14 dias de armazenamento, apresentando pH e acidez constante, tendo um aumento da acidez e diminuição do pH com a fermentação. Os teores de vitamina C também foram elevados devido a fermentação, demonstrando que a fermentação é um método promissor e que a incorporação de *Lactobacillus casei*-01 em suco de melancia é viável, sendo um veículo para o consumo de probióticos.

Elaboration of watermelon drink added with ginger and honey fermented by *Lacticaseibacillus casei*

ABSTRACT

The daily intake of probiotics provides health benefits, however this food is still restricted to dairy drinks. In this way, this work had as objective the elaboration of watermelon juice with ginger and sweetened with orange blossom honey and fermented by *Lacticaseibacillus casei*. The concentrations of ginger and honey were determined for the 2² factorial design, and the response variable was growth of *Lacticaseibacillus casei*-01. After establishing the composition, the fermented juice was characterized during storage under refrigeration at 5°C for 14 days. The best condition for the growth of *Lacticaseibacillus casei*-01 was juice with 13 °Brix adjusted with orange honey and addition of 1.5% dehydrated ginger. The juice showed good chemical stability during the 14 days of storage, with constant pH and acidity, with an increase in acidity and a decrease in pH with fermentation. The fermented juice had the highest vitamin C content, demonstrating that fermentation is a promising method and that the incorporation of *Lacticaseibacillus casei*-01 in watermelon juice is feasible, being a vehicle for the consumption of probiotics

KEYWORDS: Probiotic. Fermented drink. Honey.

REFERÊNCIAS

AGUILÓ-AGUAYO, Ingrid; SOLIVA-FORTUNY, Robert; MARTÍN-BELLOSO, Olga. Color and viscosity of watermelon juice treated by high-intensity pulsed electric fields or heat. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 11, n. 2, p. 299-305, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.12.004>

AHMAD, Ishtiaq *et al.* Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges - A review. **Trends in Food Science & Technology**. V. 129, p. 558-580, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>

AOAC, Association of Official Analytical Chemistry. 2000. **Official methods of analysis** (16a ed). Washington, DC: AOAC International.

ALABI, Oladeji John *et al.* Functional foods: promising therapeutics for Nigerian Children with sickle cell diseases. **Heliyon**, v. 8, n. 6, p. 09630, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09630>

ANVISA. LEGISLAÇÃO. VISALEGIS. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999**. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RES_18_1999_COMP.pdf/dd30fd35-e7ea-4f8d-be72-ae2e439191b0. Acesso em: 21 dez. de 2022.

ANVISA. Guia nº 55, versão 1 - **Guia para avaliação de alegação de propriedade funcional e de saúde para substâncias bioativas presentes em alimentos e suplementos alimentares**. 2021. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6358888/%281%29Guia+55_2021_vers%C3%A3o+1+de+25+11+2021.pdf/a9bc80cc-684f-43fc-b035-79c48653760c?version=1.0. Acesso em: 21 dez. de 2022.

ARAWWAWALA, L. D. A. M.; HEWAGEEGANA, H. G. S. P. Health benefits and traditional uses of honey: A review. **Journal of Apitherapy**, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2017. <https://doi:10.5455/ja.20170208043727>

ÇAKMAKÇI, Songül *et al.* Probiotic properties, sensory qualities, and storage stability of probiotic banana yogurts. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 36, n. 3, p. 231-237, 2012. <https://doi.org/10.3906/vet-1007-2>

CIANCIOSI, Danila *et al.* Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. **Molecules**, v. 23, n. 9, p. 2322, 2018. <https://doi:10.3390/molecules23092322>

CONCEIÇÃO, S. F. S. M. **Efeitos do gengibre, do alho e do funcho na saúde.** 2013. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Fernando Pessoa, Programa de Pós graduação em Ciências Farmacêuticas, Porto, 2013. Disponível em https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4077/1/TM_SaraConcei%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

COUTO, Meylene Aparecida Luzia; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 15-19, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000500003>

DE ALMEIDA BUENO, Dircéia Matiele *et al.* Determinação da vitamina C em suco de laranja: uma proposta experimental investigativa para aplicação no ensino de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 3, 2019.

DE OLIVEIRA, Paola Monteiro *et al.* Production of L (+) Lactic Acid by *Lactobacillus casei* Ke11: Fed batch fermentation strategies. **Fermentation**, v. 7, n. 3, p. 151, 2021. <https://doi.org/10.3390/fermentation7030151>

DIAZ, Laura Domínguez; FERNÁNDEZ- RUIZ, Virginia; CÁMARA, Montaña. An international regulatory review of food health-related claims in functional food products labeling. **Journal of Functional Foods**. v. 68. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103896>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos físicos e químicos para análise de alimentos.** 4° ed., 1° ed. Digital, São Paulo; 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 21 dez. de 2022.

GOMES, Flávia dos Santos. **Concentração de licopeno de suco de melancia através de processos de separação por membranas.** 2009. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós – Graduação em em Ciência e Tecnologia de Alimentos Seropédica, 2009. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/432>. Acesso em: 21 dez. de 2022.

KANE, P.V. *et al.* In vitro evaluation of some plant extracts against *Rhizoctonia solani* from chickpea. **Journal of Maharashtra Agricultural Universities**, v. 27, n. 1, p. 101-102, 2002.

KERDSUP, Paramaporn *et al.* Survival of potential probiotic isolated from fermented tea leaf and encapsulated in multilayer beads stored in makiang (*Cleistocalyx nervosum* var. paniala) juice. **Food Bioscience**, v. 50, p. 102015, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102015>

KONNING, G. H., AGYARE, C.; ENNISON B. Antimicrobial activity of some medicinal plants from Ghana. **Fitoterapia**, v. 75, p. 65 – 67, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2003.07.001>

LA FUENTE, Beatriz De *et al.* Evaluation of fermentation assisted by *Lactobacillus brevis* POM, and *Lactobacillus plantarum* (TR-7, TR-71, TR-14) on antioxidant compounds and organic acids of an orange juice-milk based beverage. **Food Chemistry**, v. 343, p. 128414, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128414>

LOPES, Gécica Aparecida *et al.* Antioxidant activity, sensory analysis and acceptability of red fruit juice supplemented with Brazilian green propolis. **Food Science And Technology**, v. 42, p. e13521, 2022. <https://doi.org/10.1590/fst.13521>

MACHADO, Laís Fragali; RIZZATTO, Márcia Luzia. Produção e análises físico-químicas de bebida probiótica de suco de maracujá. **Cogitare**, v. 2, n. 1, p. 50-69, 2019.

MARRERO, Silvia Carballo *et al.* New Trends and Applications in Fermented Beverages. **Fermented Beverages**, p. 31-66, 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815271-3.00002-6>

MORAES FILHO, M. L., BUSANELLO, M., GARCIA, S. Optimization of the fermentation parameters for the growth of *Lactobacillus* in soymilk with okara flour. **LWT**, v. 74, p. 456-464, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.08.009>

MUSTAFA, Siti Marhaida *et al.* Effect of temperature and pH on the probiotication of *Punica granatum* juice using *Lactobacillus* species. **Journal of Food Biochemistry**, v. 43, n. 4, p. e12805, 2019. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12805>

NG, Seah Young *et al.* Effect of selected oligosaccharides on the viability and fermentation kinetics of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* in cultured milk. **Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences**, v. 4, p. 92-99, 2014. <https://doi.org/10.6000/1927-5951.2014.04.02.4>

NWEZE, C. C.; ABDULGANIYU, M. G.; ERHABOR, O. G. Comparative analysis of vitamin C in fresh fruits juice of *Malus domestica*, *Citrus sinensi*, *Ananas comosus* and *Citrullus lanatus* by iodometric titration. **International Journal of Science, Environment and Technology**, v. 4, n. 1, p. 17-22, 2015.

OYELEKE, G. O. *et al.* Development and analysis of blended pineapple-watermelon ready-to-drink (RTD) juice. **Journal of Environmental Science**,

Toxicology and Food Technology, v. 4, n. 6, p. 22-24, 2013.

<https://doi.org/10.9790/2402-0462224>

PAIVA, Cristiane Alves De *et al.* Perfil de açúcares em melancia diploide e triploide durante o 1 desenvolvimento em diferentes doses de p. **XXIV Congressos Brasileiro de Fruticultura**. 2016. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/309705418_perfil_de_acucares_em_melancia_diploide_e_triploide_durante_o_desenvolvimento_em_diferentes_doses_de_P. Acesso em: 21 dez. de 2022.

PEERAJAN, Sartjin *et al.* Enrichment of nutritional value of *Phyllanthus emblica* fruit juice using the probiotic bacterium, *Lactobacillus paracasei* HII01 mediated fermentation. **Food Science And Technology**, v. 36, n. 1, p. 116-123, 2016.

<https://doi.org/10.1590/1678-457X.0064>

PEREIRA, Ana Lúcia F.; MACIEL, Tatiane C.; RODRIGUES, Sueli. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. **Food research international**, v. 44, n. 5, p. 1276-1283, 2011.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.11.035>

PIMENTEL, Tatiana *et al.* Vegan probiotic products: A modern tendency or the newest challenge in functional foods. **Food Research International**. v. 140. 2021.

<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110033>

RANNEH, Y. *et al.* Honey and its nutritional and anti-inflammatory value. **BMC Complementary Medicine and Therapies**, v. 21, n. 30, p. 1-17, 2021.

<https://doi.org/10.1186/s12906-020-03170-5>

SAAD, Suzana Marta Isay; CRUZ, Adriano Gomes; FARIA, José de Assis Fonseca. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Varela, 2011.

SILVA, Raphaela Maceió *et al.* Processamento e caracterização físico-química do suco misto de melancia com pepino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 3, p. 65 - 68, 2016.

<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i3.4087>

TYLKOWSKA K, DORNA H. Effects of cinnamom, garlic, greater celandine, ginger and chosen fungicides on the growther of pathogenic fungi isolated from onion, cabbage and carrot seeds. **Phytopathologia Polonica**. n. 21, p. 25-34, 2001.

VARO, M. Angeles *et al.* Influence of fermentation time on the phenolic compounds, vitamin C, color and antioxidant activity in the winemaking process of blueberry (*Vaccinium corymbosum*) wine obtained by maceration. **Molecules**, v.27, n. 22, p. 7744, 2022. <https://doi.org/10.3390/molecules27227744>

VINDEROLA, C. Gabriel; REINHEIMER, J. A. Culture media for the enumeration of *Bifidobacterium bifidum* and *Lactobacillus acidophilus* in the presence of yoghurt bacteria. **International Dairy Journal**, v.9, 497-505, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0958-6946\(99\)00120-X](https://doi.org/10.1016/S0958-6946(99)00120-X)

YANG, Fan *et al.* Elucidation of the interaction between fructose and key aroma compounds in watermelon juice via Raman spectroscopy and nuclear magnetic resonance. **Food Research International**, v. 159, p. 111613, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111613>

Recebido: 23 dez.2022.
Aprovado: 16 mai. 2023.
Publicado: 25 jul. 2023
DOI: 10.3895/rbta.v17n1.16262

Como citar:

MIOTO, Érika Confortin *et al.* Elaboração de bebida de melancia adicionada de gengibre e mel fermentado por *Lactobacillus casei*. **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 17, n. 1, p. 4100-4122, jan./jun. 2023. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Marsilvio Lima de Moraes Filho
Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama
Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 - Parque Danielle, Umuarama - PR, 87506-370
Departamento de Tecnologia, Bloco B

Processo de Editoração: Prof.^a Dr.^a Elis Regina Duarte

Formatação: Eduarda Cristina Brancher Garlet

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

