

INFLUÊNCIA DA COMPOSIÇÃO DO MEIO E FORMA DE ARMAZENAMENTO NO DESEMPENHO DE *SOURDOUGHS*

Rebeca Duarte de SOUZA¹, David Fernando DOS SANTOS², Gabrielle Aparecida CARVALHO¹, Simone OLIVEIRA¹, Aline B. PAGNUSSATI¹, Anne J.S. SANTOS¹, Danyely A. SANTOS¹, Dawyson C. HECKLER¹, Larissa Canhadas BERTAN^{1,3},
Cátia Tavares dos Passos FRANCISCO^{1,3}

¹Curso de Bacharelado em Engenharia de Alimentos
Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Laranjeiras do Sul, Laranjeiras do Sul – Paraná – Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos
Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo – São Paulo – Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Laranjeiras do Sul, Laranjeiras do Sul – Paraná – Brasil.

E-mails: rebeca.souza@estudante.uffs.edu.br, davidfernandods@gmail.com, gabrielleapcarvalho@gmail.com, monyoliveira89@gmail.com, alinepagnussatti@outlook.com, anne_jhennifer@outlook.com, danyelyalvesdossantos@gmail.com, dawysonch@hotmail.com, larissa.bertan@uffs.edu.br, catia.passos@uffs.edu.br

Resumo: *O sourdough é feito com uma mistura de farinha e água para preparação de pães de fermentação natural. A demanda deste tipo de produto tem crescido e seu armazenamento é um desafio para a indústria, pois pode sensibilizar a microbiota presente. Devido a isso, este trabalho teve como objetivo elaborar pães de fermentação natural a partir da obtenção de sourdoughs de farinha de trigo tipo I e integral, com 3 composições diferentes, e com condições diferentes de armazenamento. Para isso os sourdoughs foram submetidos a caracterização microbiológica e físico-química, e os pães produzidos passaram por uma caracterização físico-química. Os sourdoughs foram armazenados sob refrigeração, a 22,5 °C e liofilizados. As formulações armazenadas a 22,5 °C, apresentaram os melhores resultados na caracterização dos pães produzidos e a técnica de liofilização se demonstrou ineficaz na preservação das propriedades funcionais do fermento, e a refrigeração a 7 °C pode não atender aos parâmetros de qualidade desejados nos pães produzidos.*

Palavras-chave: *Pão de fermentação natural; Farinha de trigo tipo I; Farinha de trigo integral; Conservação.*

INTRODUÇÃO

O pão tem sido produzido pelo homem a mais de 2 mil anos e pode ser considerado um dos alimentos mais consumidos, apresentando diferentes formatos e inúmeras formulações. No Brasil, estima-se que 76% da população consome pães no café da manhã, o que resulta em 22,61 kg de pão por habitante no país (ABIP, 2020). Entre as diversas

técnicas de fermentação de massa panificada, a mais antiga é a fermentação natural. Esta é uma nova tendência do mercado, que vem ganhando espaço, devido a melhoria nos atributos de qualidade e maior tempo de vida de prateleira (ABIP, 2020).

O *sourdough*, “massa azeda”, nome de origem inglesa é feito com uma mistura de água e farinha que é incubada sob temperatura controlada, ou não, por um período de tempo. Esse processo resulta na fermentação por um ecossistema microbiano composto de bactérias e de leveduras. A microbiota do *sourdoughs* é influenciada pelo tipo de farinha que é adicionada à mistura, temperatura e hidratação do inóculo (DE VUYST *et al.*, 2017; Lau *et al.*, 2021). A qualidade do *sourdough* foi testada através das análises físico-químicas e microbiológicas, também foram elaborados pães, a fim de verificar a influência do fermento através de análises físico-químicas. Todos os *sourdoughs* foram analisados quanto a acidez titulável, pH e contagem de bactérias ácido lácticas, bactérias ácido acéticas e leveduras. Os pães foram analisados quanto ao pH, a acidez total titulável (ATT), a densidade (g/cm^3) e análise colorimétrica. Este trabalho teve como objetivo a elaboração de pães de fermentação natural a partir da obtenção de *sourdoughs* de farinha de trigo tipo 1 e integral, com 3 composições diferentes, e com condições diferentes de armazenamento. Para isso os *sourdoughs* foram submetidos a caracterização microbiológica e físico-química, e os pães produzidos passaram por uma caracterização físico-química.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso da fermentação natural em massas é um bioprocessamento utilizado a milhares de anos, sendo considerada uma prática bastante benéfica na fabricação de pães. A atividade de bactérias ácidos lácticas e de leveduras, presentes no processo de fermentação, pode melhorar a textura, o volume e ainda aumentar a vida útil do produto, como também, remover antinutrientes como o fitato (KATINA *et al.*, 2005; POUTANEN *et al.* 2009), conferindo sabor azedo e aroma (ARENDETT *et al.* 2007; KOATINA *et al.* 2005). Um fator importante para a eficácia do processo fermentativo do *sourdoughs* é a temperatura em que a fermentação ocorre. Em temperaturas mais altas ($>30\text{ }^\circ\text{C}$) o aumento da produção de ácido láctico é favorecido. Já em temperaturas menores ($25\text{-}28\text{ }^\circ\text{C}$) observa-se um crescimento de leveduras, produção de etanol e formação de sabor (MORONI *et al.*, 2011). Para a indústria de alimentos é interessante que esse processo de fermentação natural preserve os

microrganismos ali existentes por longos períodos, além de garantir a padronização deste inóculo. No entanto, esse processo pode ocasionar a inativação das células durante a estocagem e o congelamento (KETS, *et al.*, 1996). A liofilização é um método de preservação por sublimação e em seguida, dessorção, onde a água presente é previamente congelada, sem passar para o estado líquido, originando um produto seco. No entanto, embora seja uma ótima técnica para preservar microrganismos (JAY, 2005), pode promover alta taxa de inativação celular, mas permanece estável durante o período de estocagem (JENNEGS, 2009), devido a isso, as técnicas de conservação precisam ser investigadas.

METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizadas farinhas do tipo I e integral da marca ANACONDA® adquiridas no comércio local de Laranjeiras do Sul/PR. Três diferentes tipos de *sourdoughs* foram preparados onde S1 foi composto por 100% de farinha de trigo tipo I (FTTI), S2 por 100% de farinha de trigo integral (FTI) e S3 por 50% de FTTI e 50% FTI, de acordo com as recomendações de Minervini et al, 2016, foi realizada a mistura em um Becker de 500 mL e homogeneizada durante 5 min com auxílio de um garfo e incubada a 30 °C por 24 h (GARZON et al, 2021). Cinco transferências sucessivas foram realizadas (*backslopping*), a cada 24 h, trocando o substrato disponível para o *vbcv* com 50 g de farinha e 50 mL de água.

Posteriormente, para avaliar a influência do armazenamento na qualidade do fermento. Estes fermentos foram armazenados a 7 °C e a 22,5 °C, e liofilizados. Para a liofilização 200 g do fermento foi congelado a -80 °C durante 48 h, em potes de polipropileno com tampa e após desidratado em liofilizador (delta 1-24), durante 10 dias e armazenado sob vácuo, em saco de polipropileno, sob refrigeração a 4 °C. Uma parte dos fermentos S1, S2 e S3 que foram armazenados sob refrigeração foram reativados após 24 h de armazenamento, sob as mesmas condições do *backslopping*. Os *sourdoughs* armazenados sob liofilização foram hidratados, após 6 dias, durante 24 h e reativados, sob as mesmas condições do *backslopping*, durante 24 h. Os fermentos S1, S2 e S3 armazenados a 7 °C e a 22,5 °C foram reativados, sob as mesmas condições, após 1 dia de armazenamento.

Os pães foram elaborados, de acordo com testes preliminares, utilizando as seguintes proporções: 500 g de farinha de trigo especial tipo I, 300 mL de água, 125 g de *sourdough* e 10 g de sal, sendo misturados por 5 minutos em baixa velocidade (velocidade 1), utilizando

batedeira planetária e em seguida alternando para a alta velocidade (velocidade 2), por 10 minutos. A massa então foi sovada em cilindro automático e modelada, sendo acrescentado realizado ao final um corte na parte superior do pão. A massa foi então deixada fermentar overnight a 30 °C. Após esse tempo de fermentação, as massas foram pré-assadas a 220 °C por 20 min, em forno doméstico e armazenadas a 4 °C, embaladas em sacos de polipropileno de baixa densidade, para que fossem então assadas totalmente a 230 °C por 20 min, no dia das análises (6 dias após a elaboração). Após a etapa de assamento ser encerrada, os pães descansaram por aproximadamente 4 h. A metodologia foi baseada em Clement et al, 2020.

Para a caracterização físico-química as amostras foram preparadas misturando 10 g de amostra foram homogeneizados em 100 mL de água destilada e homogeneizando a mistura de amostra, 25 mL dessa mistura foram destinados para a análise. As medidas de pH foram realizadas usando pHmetro digital. A acidez titulável foi determinada pela titulação da mistura de amostra com NaOH 0,1 Mol/L, utilizando fenolftaleína como indicador (CLEMENT, *et al.*, 2020). Foram avaliadas fatias de 15 mm dos pães, através de medidor de coroma (Konika), tendo como escala CIE, L*, A*, B*, para avaliação da cor do miolo. Os pães foram pesados e seu volume determinado pela técnica dos grãos de Canola (AOAC,2000), onde o pão foi imerso em grãos e o volume ocupado pelo pão foi usado para determinar o volume do pão, através da Equação 2. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

$$\text{Densidade (g,mL}^{-1}\text{)} = \text{massa/volume} \quad (2)$$

Para as análises microbiológicas as amostras foram preparadas utilizando 25g de sourdough homogeneizados em 225 mL de água peptonada 0,1% e homogeneizado em Stomacher por 2 min a 231 rpm. Após este procedimento, foi realizada a diluição seriada da amostra. Para a contagem microbiana de bactérias ácido lácticas foi usado Agar MRS, pH 5,5, por plaqueamento em profundidade e foram incubadas anaeróbiamente a 35 °C por 48 h (SILVA, 2017). Para a contagem de leveduras, foi utilizado meio GYP, pela técnica de espalhamento em superfície e incubadas a 25 °C por 72 h (SILVA, 2017). Para a contagem de bactérias ácido acéticas foi utilizado o Ágar GYC: contendo 10% de glicose, 1.0% extrato de levedura, 2.0% CaCO₃ e 1.5% ágar (GULLO e GIUDICI, 2008) e incubadas a 30 °C por

72 h. As respostas obtidas foram analisadas por teste F, e, havendo diferença, neste teste, foi aplicado o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO INICIAL DOS SOURDOUGHS

Na Tabela 1, são apresentadas as características químicas, físico-químicas e microbiológicas dos *sourdoughs* obtidos com diferentes tipos de farinha. Os valores encontrados de pH para as três amostras foram: S1 de 3,74, S2 de 3,94, e S3 de 3,67. O pH considerado ideal para o fermento ser utilizado na panificação se encontra numa faixa de 3,9 a 4,5, mensurados após 8 horas da última alimentação. Neste caso o pH da amostra S2 foi considerado o mais adequado, sendo medido 24 h após a alimentação. As amostras S2 e S3 foram as que apresentaram os maiores valores de acidez titulável: $18,27 \pm 0,30$ e $19,0 \pm 0,5$ meq, respectivamente, apresentando similaridade entre si ($p > 0,05$). A amostra S1 foi a que apresentou a menor acidez, $15,0 \pm 0,2$ meq, se diferenciando das demais ($p < 0,05$).

Tabela 1 – Análises químicas, físico-químicas e microbiológicas do *Sourdough* com diferentes composições de substrato

Caracterização do sourdough			
Amostra	pH	Acidez Titulável (meq)	Bactérias ácido lácticas (UFC)
S1	$3,74 \pm 0,03^b$	$15,0 \pm 0,2^b$	$6,87 \times 10^8$
S2	$3,94 \pm 0,04^a$	$18,27 \pm 0,30^a$	$1,275 \times 10^9$
S3	$3,67 \pm 0,04^b$	$19,0 \pm 0,5^a$	$6,84 \times 10^8$

Fonte: Autoria própria (2023). Letras diferentes na mesma coluna significam médias significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Os resultados mostraram que quanto mais farinha integral houver no fermento preparado maior será a quantidade de ácido fítico, resultando em uma acidez titulável da amostra mais elevada, tais resultados estão de acordo com Pozrl (2009), que demonstrou a influência de utilizar a farinha integral, farinha refinada e a mistura entre as duas no processo de fermentação. Portanto podemos considerar que a acidez não tem um valor pré-definido e seu sabor, sendo ameno ou intenso, é característico do pão de fermentação natural, e que a melhor acidez variará da aceitação de pessoa para pessoa.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS FORMULAÇÕES DE SOURDOUGHS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir de pães produzidos com os *sourdoughs*. Fica destacado o resultado de densidade, onde a amostra S1 produziu um pão com densidade muito acima do desejado, em comparação com as demais amostras. A partir deste resultado optou-se pela descontinuidade deste *sourdough*. O pão produzido com fermentação natural, possui pH baixo e uma alta taxa de ácido lático e ácido acético, tem maior volume e taxas mais baixas de endurecimento durante o armazenamento (GÜL *et al.*, 2005). Os demais resultados demonstram não haver diferença estatística entre as amostras de S2 e S3, exceto por variação nos parâmetros a^* e b^* , relacionados com as cores da amostra.

Tabela 2 – Caracterização dos pães produzidos com as formulações de *sourdough*.

Caracterização dos Pães						
Amostra	pH	Acidez Titulável (meq)	Densidade (g/mL)	L	a^*	b^*
S2	4,57±0,02 ^b	1,0±0,2 ^a	0,47	69,48±0,57 ^a	0,86±0,15 ^b	14,60±0,25 ^b
S3	4,62±0,03 ^b	1,6±0,4 ^a	0,54	70,52±2,08 ^a	1,30±0,18 ^a	14,35±0,45 ^b
S1	5,01±0,04 ^a	1,0±0,2 ^a	1,03	72,71±1,33 ^a	0,34±0,07 ^c	17,33±0,63 ^a

Fonte: Autoria própria (2023). Letras diferentes na mesma coluna significam médias significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Outro ponto a ser ressaltado, é o pH do pão elaborado com S2 foi o que apresentou o menor resultado entre os três tratamentos, o que vem de acordo com os resultados de Reale (2004), que teve resultados parecidos pois observou que o ácido fólico, que é presente em maiores proporções na farinha integral, é o responsável por apresentar um meio mais ácido em comparação com as outras farinhas.

Na Tabela 3 é possível avaliar o impacto de diferentes métodos de armazenamento nos parâmetros de qualidade dos *sourdoughs* produzidos. Em termos de pH a amostra S3 armazenada a 7 °C foi a única que saiu da faixa desejada (3,9 – 4,5), com pH de $3,68 \pm 0,01$ e acidez de $8,3 \pm 0,3$ meq. Isso pode ser uma consequência dos resultados de leveduras e bactérias lácticas, visto que o valor de 10^4 foi o menor valor encontrado para leveduras, e o valor de $1,7 \times 10^8$ UFC foi um valor intermediário para bactérias ácido lácticas. A maior acidez encontrada foi da amostra S2 a 22 °C, com um valor de $15,9 \pm 0,3$ meq e pH de $4,05 \pm 0,01$, essa diferença pode ser relacionada com o maior resultado de leveduras com $3,2 \times 10^8$ UFC e um baixo valor de bactérias ácido lácticas ($3,5 \times 10^6$ UFC). Comparando estas e seus resultados de acidez titulável e pH com os resultados de leveduras e bactérias ácido

láticas, é possível inferir que a variação na presença de leveduras e bactérias ácido láticas gera a produção de diferentes ácidos orgânicos com valores de pH diferentes e por isso os de acidez titulável não se refletem linearmente nos valores de pH.

Além disso, os *sourdoughs* liofilizados apresentaram maior valor de pH e menor acidez titulável em relação a mesma amostra armazenada a 7 °C e a 22 °C, isso pode ser relacionado a menor capacidade deste método de preservar as leveduras e bactérias ácido láticas, essas amostras chegam a ter 100 vezes menos UFC quando comparadas com outros métodos de armazenamento, afetando sua viabilidade de aplicação.

Tabela 3-Análises químicas, físico-químicas e microbiológicas do Sourdough com diferentes métodos de armazenamento.

Amostra	pH	Acidez Titulável (meq)	Leveduras	Bactérias ácido láticas
S2 Lio	4,45±0,03 ^a	6,7±0,2 ^d	<2x10 ⁶	1x10 ⁶
S2-7°C	4,09±0,01 ^{bc}	8,9±0,5 ^{bc}	1,2x10 ⁷	2,9x10 ⁸
S2-22°C	4,05±0,01 ^c	15,9±0,3 ^a	3,2x10 ⁸	3,5x10 ⁶
S3- Lio	4,13±0,05 ^b	6,9±0,4 ^d	<10 ⁶	2,95x10 ⁸
S3-7°C	3,68±0,01 ^c	8,3±0,3 ^c	10 ⁴	1,7x10 ⁸
S3-22°C	3,90±0,01 ^d	9,7±0,1 ^b	1,7x10 ⁶	5,4x10 ⁷

Fonte: Autoria própria (2023). Letras diferentes na mesma coluna significam médias significativamente diferentes (p>0,05).

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados da caracterização dos pães produzidos com os *sourdoughs* armazenados. Os pães apresentaram resultado entre 4,00 e 4,90, sendo mais elevado na amostra S2 22 °C, e a acidez titulável entre 1,27 e 2,13. As alterações na acidez desses tipos de pães podem estar relacionadas à síntese de ácidos acético e lático, que representam 95-98% da acidez, relatada por estudos de processos indiretos e massas (STAUFFER, 1990).

Ao observar resultados de densidade, é possível observar o padrão de densidades maiores em pão de *sourdoughs* armazenados a 7 °C, 0,65 e 0,63 g/mL, e menores em armazenados 22 °C, 0,39 e 0,34 g/mL. Esse resultado demonstra o impacto da baixa temperatura a pouco desenvolvimento dos microrganismos do fermento, acarretando baixa formação de gases durante a fermentação evitando a expansão da massa (LAZO-VÉLEZ, 2021).

Podemos notar pelos resultados expostos na Tabela 4 que a acidez titulável houve diferença estatística entre os resultados obtidos para os três tratamentos, no qual apresentou

maior valor em 22,5 °C e menor densidade, sendo assim obteve uma melhor formação da rede de glúten e um aumento na retenção de gases e com sabor mais pronunciado. Os *sourdoughs* armazenados a 22,5 °C apresentaram maior presença de leveduras em comparação com os demais métodos (Tabela 3). Portanto, as leveduras são essenciais para a produção de pães na fermentação natural, pois promovem melhores características sensoriais, auxiliando a fermentação convertendo açúcares em etanol e dióxido de carbono (LI, 2022).

Tabela 4 - Análises físico-químicas de pães produzidos com *sourdoughs* armazenados em diferentes condições.

Caracterização dos Pães						
Amostra	pH	Acidez Titulável (meq)	Densidade (g/mL)	L	a*	B*
S2 7°C	4,00±0,12 ^c	1,60±0,20 ^{ab}	0,65	64,56±4,40 ^a	1,08±0,22 ^{bc}	18,66±1,38 ^a
S2 22°C	4,90±0,04 ^a	1,27±0,11 ^b	0,39	61,98±0,69 ^a	0,37±17 ^c	16,56±0,19 ^a
S3 7°C	4,26±0,09 ^b	2,13±0,11 ^a	0,63	62,39±3,60 ^a	2,12±0,32 ^a	18,76±0,52 ^a
S3 22°C	4,31±0,02 ^b	1,80±0,35 ^{ab}	0,34	58,00±1,09 ^a	1,27±0,38 ^b	17,43±0,89 ^a

Fonte: Autoria própria (2023). Letras diferentes na mesma coluna significam médias significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Quanto aos parâmetros colorimétricos do miolo dos pães não há diferença significativa entre as amostras no parâmetro L, referente a luminosidade, e no parâmetro b*, relacionado as cores amarelo e azul. Porém existem diferenças significativas nos parâmetros a*, relacionados as cores vermelho e verde. Essas diferenças têm relação com a reação de *Maillard* que é influenciada pela natureza dos açúcares e aminoácidos envolvidos, e a temperatura do processo (BOBBIO, 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o presente trabalho foi possível produzir e caracterizar um *sourdough* capaz de produzir pães, mesmo após período de armazenamento. O armazenamento de fermentos naturais para aplicação em panificação é um problema, visto a perda da qualidade e rendimento dele, assim trabalhos como este se mostram importantes com o crescente interesse dos consumidores por produtos de fermentação natural. Com isso, as formulações armazenadas a 22,5 °C, apresentaram os melhores resultados na caracterização dos pães produzidos, demonstrando o desafio do armazenamento de *sourdoughs*, onde técnicas como a liofilização foram demonstradas como ineficazes na preservação das propriedades

funcionais do fermento, e a refrigeração a 7 °C pode não atender aos parâmetros de qualidade desejados nos pães produzidos.

AGRADECIMENTOS

David Fernando dos Santos agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida durante a redação deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP). *Indicadores da panificação e confeitaria brasileira 2020*. 2020. Disponível em:

<https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2021/01/Indicadores2020-abip.pdf>.

Acesso em: 23.06.2023

ARENDDT, E.K.; RYAN, L.A.M.; DAL BELLO, F. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, v.24, n.2, p.165-174, 2007.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. *Química do processamento de alimentos*. 3. ed. Varela, 2001

CLEMENT, H.; PROST, C.; RANNOU, C.; CHIRON, H.; BONNAND-DUCASSE, M.; COURCOUX, P.; ONNO, B. Can instrumental characterization help predicting sour taste perception of wheat sourdough bread, *Food Research International*, v.133, p. 109159, 2020.

DE VUYST, L.; KERREBROECK, S.V.; LEROY, F. Microbial ecology and process technology of sourdough fermentation. *Adv. Appl Microbiol*, v. 100, p. 49-160, 2017.

GARZON, R.; SKENDI, A.; LAZO-VELEZ, M.A.; PAPAGEORGIOU, M.; ROSELL C.M. Interaction of dough acidity and microalga level on bread quality and antioxidant properties. *Food Chemistry*, v. 344, p. 128710, 2021.

GÜL, H.; ÖZÇELİK, S.; SAGDIÇ, O.; CERTEL, M. Sourdough bread production with lactobacilli and *S. cerevisiae* isolated from sourdoughs, *Process Biochemistry*, v. 40, p. 691–697, 2005.

GULLO, M.; CAGGIA, C.; DE VERO, L.; GIUDICI, P. Characterization of acetic acid bacteria in “traditional balsamic vinegar”. *International Journal of Food Microbiology*, v. 106, p. 209-212, 2006.

JAY, J. M. *Microbiologia de Alimentos*, 6. ed. Artmed, 2005.

JENNINGS, T. A. *Lyophilization: Introduction and basic principles*. Boca Raton: CRC Press LLC, 2009.

KATINA, K., ARENDT, E., LIUKKONEN, K. H., AUTIO, K., FLANDER, L., POUNTANEN, K.. Potential of sourdough for healthier cereal products, *Trends in Food Science & Technology*, v. 16, n. 1–3, p. 104-112, 2004.

KATINA, K., SALMENKALLIO-MARTTILA, M., PARTANEN, R., FORSELL, P., & AUTIO, K. Effects of sourdough and enzymes on staling of high-fibre wheat bread, *Lebensmittel - Wissenschaft und Technologie*, v. 39, n. 5, p. 479-491, 2005.

KETS, E.P.W.; TEUNESSEM, P.JM., DE VONT, J.A.A. Effect of compatible solutes on survival of lactic acid bacteria subjected to drying, *Applied and Environmental Microbiology*, v. 62, p. 259-261, 1996.

LAU, S.W., CHONG, A.Q., CHIN, N.L., TALIB, R.A., BASHA R.K.. Sourdough Microbiome Comparison and Benefits, *Microorganisms*, v. 9, n. 7, p. 1355, 2021.

LAZO-VELEZ, M.A.; GARZON, R.; GUARDADO-FELIX, D.; SERNA-SALDIVAR, S.O.; ROSELL, C.M. Selenized chickpea sourdoughs for the enrichment of breads. *LWT - Food Science and Technology*, v. 150, p. 112082, 2021.

LI H.; HU S.; FU J.; Effects of acetic acid bacteria in starter culture on the properties of sourdough and steamed bread, *Grain & Oil Science and Technology*, v. 5, n. 1, p. 13-21, 2022.

MINERVINI, F.; CELANO, G.; LATTANZI, A.; ANGELIS, M.D.; GOBBETTI, M. Added ingredients affect the microbiota and biochemical characteristics of durum wheat type-I sourdough, *Food Microbiology*, v. 60, p. 112-123, 2016.

MORONI, A.V.; DAL BELOO, F.; ZANNINI, E.; ARENDT, E.K. Impact of sourdough on buckwheat flour, bater and bread: Biochemical, rheological and textural insights, *Journal of cereal Science*, v. 54, n. 2, p. 195-202, 2011

POUTANEN, K.; FLANDER, L.; KATINA, K. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective, *Food Microbiology*, v. 26, n. 7, p. 693-699, 2009.

POŽRL, T. *et al.* Phytate degradation during breadmaking: the influence of flour type and breadmaking procedures, *Czech Journal of Food Sciences*, v. 27, n. 1, p. 29-38, 2009.

REALE, A., L. MANNINA, P. TREMONTE, A.P. SOBOLEV, M. SUCCI, E. SORRENTINO and R. COPPOLA, 2004. Phytate degradation by lactic acid bacteria and yeasts during the wholemeal dough fermentation: A 31P NMR study, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, v. 52, p. 6300-6305, 2004.

SILVA, N. *et al.* *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*, 5. ed. Livraria Varela, 2017.

STAUFFER, C.E. *Functional additives for bakery foods*. Vani Nostrand Reinhold, 1990.