



EFEITO DA ADIÇÃO DE FLOCOS DE CASCA DE MANGA OBTIDA POR *DRUM DRYER* QUANTO AS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DE PANETONES DE LONGA FERMENTAÇÃO

Matheus Emanuel **Malaquias**¹, Sílvia Marconi **Germer**², Raquel Facco **Stefanello**³, Maria Teresa Bertoldo **Pacheco**⁴, Elizabeth Harumi **Nabeshima**⁵

Nº 20230

RESUMO – Neste projeto foi avaliado o efeito dos flocos de casca de manga (FCM), obtidos por drum dryer, quanto às propriedades tecnológicas de panetones fermentados com a massa ácida de *Lactobacillus fermentum* (LF) IAL 4541. Os flocos foram processados no laboratório de desidratação do Fruthotec / Ital, Campinas-SP, utilizando secador de cilindro rotativo (drum dryer). Os índices de absorção em água (IAA) e de óleo (IAO) para a amostra de FCM (6,9 e 5,70g/g) mostraram-se maiores em relação à farinha de trigo (FT, 2,56 e 2,73 g/g), enquanto que os perfis de viscosidade utilizando analisador rápido de viscosidade (RVA) e dureza do gel apresentaram comportamento inverso, provavelmente devido ao menor teor de amido e maior teor de fibras da FCM. O volume das massas ácidas LF controle triplicou (3,02 mL) em 6h, enquanto que as massas LF contendo 10 % de FCM atingiu o maior (2,68 mL) em 12h. Os panetones com a adição de 10% FCM e inulina resultaram em panetones fonte de fibras com volume específico significativamente ($p \leq 0,05$) igual ao controle com inulina, e maiores teores de umidade e atividade de água devido à presença de fibras de FCM. Entretanto a firmeza foi significativamente maior que o controle. Conclui-se que a utilização de 10% de FCM aplicados em panetones fermentados com massa ácida LF de longa fermentação foi viável tecnologicamente e resultou em panetones mais úmidos, que é um atributo desejável neste tipo de produto.

Palavras-chaves: *Lactobacillus fermentum*, fibra alimentar, agregação de valor.

Abstract – In this project, the effect of mango peel flakes (MPF), obtained by drum dryer, was evaluated on the technological properties of panettone fermented with the *Lactobacillus fermentum* (LF) sourdough. The flakes were processed in the dehydration laboratory of Fruthotec / ITAL, Campinas-SP using drum dryer. The water absorption (WAI) and oil absorption index (OAI) for the

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBITI): Graduação em Cienc. dos Alimentos, ESALQ - USP, Piracicaba-SP; matheusmalaquias@usp.br

2 Colaborador: Pesquisador do Fruthotec/ITAL, Campinas-SP

3 Colaborador: Pesquisadora da UNITEC, Três de Maio – RS;

4 Colaborador: Pesquisador do Ital, CCQA, Campinas-SP;

5 Orientador: Pesquisador do Cereal Chocotec /Ital, Campinas-SP, nabeshima@ital.sp.gov.br



MPF (6.9 and 5.70 g / g) were higher than the wheat flour (WF, 2.56 and 2, 73 g / g), while the viscosity profiles using rapid visco analyzer (RVA) and gel hardness, the behavior was opposite, probably due to the lower starch and higher fiber contents of MPF. The volume of LF control sourdough tripled (3.02 mL) in 6h, while the LF sourdough with 10% MPF reached the highest volume (2.68 mL) in 12h. Panettone with 10% MPF and inulin resulted in fiber source products and with a specific volume significantly ($p>0.05$) equal to the control with inulin, and higher moisture and water activity levels due to the presence of MPF fibers. However, the firmness was significantly higher than the control, with values of 10.12 N and 8.99 N. It is concluded that the use of MPF applied in panettone fermented with LF sourdough was technologically feasible and resulted in wet panettone, which is desirable in this product type.

Keywords: *Lactobacillus fermentum, dietary fiber and added value.*

1 INTRODUÇÃO

O panetone é um produto de panificação de grande aceitabilidade pelos consumidores (ARENDETT, RYAN, DAL BELLO, 2007) devido a sua sensorialidade, especialmente pela umectância e maciez (LATTANZI et al., 2013). Estudos têm demonstrado efeitos da fermentação utilizando massa ácida de bactérias lácticas em reduzir a adição de aditivos químicos, especialmente de conservadores e agentes oxidante, contribuindo na manutenção da qualidade tecnológica e sensorial de produtos de panificação (STEFANELLO et al., 2018).

Segundo Komlenic; Slacanac; Jukié (2012) e Poutanem et al. (2009), os benefícios promovidos pela massa ácida ocorrem devido às mudanças bioquímicas nos componentes que formam a estrutura do glúten (proteínas, amido e hemicelulose) através da ação microbiana e enzimática, resultando em efeitos na reologia da massa, formação de aroma e sabor agradável e diferenciado, prolongamento da vida útil desses produtos, assim como a modulação dos níveis e da bioacessibilidade de compostos bioativos (fibras e antioxidantes) e melhoria da biodisponibilidade de minerais.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e Derivados (ABRAFRUTAS), em 2019, o Brasil foi considerado como terceiro maior produtor mundial de frutas, com produção de 43 milhões de toneladas de frutas (ABRAFRUTAS, 2019). A indústria de extração de sucos é uma das principais formas de processamento destas frutas, gerando com isso, segundo Sharoba et al. (2013), um grande volume de resíduos, que poderiam ser recuperados e utilizados no desenvolvimento de novos produtos funcionais.



Para obtenção de farinhas de casca de frutas, é importante o uso de tecnologias de secagem adequadas, tal como o cilindro rotativo (*drum dryer*) para manutenção das propriedades nutricionais e sensoriais das frutas. Embora envolva temperaturas altas, o tempo de residência é curto (segundos), indicado para a secagem de matérias-primas termossensíveis (BERK, 2013).

Os efeitos benéficos à saúde promovidos pelas fibras alimentares são amplamente reconhecidos pelos consumidores, seja nas formas de farinhas integrais, fibras purificadas, grãos integrais ou multigrãos, fibras derivadas de frutas e outros vegetais etc. (QUEIROZ; NABESHIMA, 2014). Entretanto, dependendo do tipo e quantidade adicionada de fibras alimentares, pode resultar na perda na qualidade tecnológica e sensorial dos produtos de panificação, e muitas abordagens têm sido empregadas para melhorar estes aspectos, tais como técnicas de bioprocessamento utilizando a fermentação com massa ácida (MESSIA et al., 2016).

Nesse contexto o uso dos flocos de casca de manga (FCM) adicionados na formulação de panetones de fermentação natural seria uma alternativa para melhorar a saudabilidade desse produto, além de ampliar e agregar valor ao subproduto da indústria de sucos, que possui alto valor nutritivo e que atualmente é subutilizado. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos flocos de casca de manga, obtida por cilindro rotativo (*drum dryer*), quanto as propriedades tecnológicas de panetones utilizando massa ácida obtidas de *Lactobacillus fermentum* e longa fermentação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Matérias – primas

Os flocos das cascas de manga (FCM) da variedade Palmer foram processados na planta - piloto Fruthotec/ Ital, Campinas – SP, utilizando secador de cilindro rotativo (*drum dryer*) D.139 (Richard Simon & Sons Ltda – Engineers, modelo D139, Inglaterra). A amostra apresentou 2,77 % de umidade, 9,12g/100g de fibra alimentar total, 75,19 mg/100g vitamina C, 3106,98 mg ácido gálico/100g teores de polifenóis, 15,34 mg/100g carotenoides e 7428 µg/100g β-caroteno. A farinha de trigo (FT) enriquecida com ferro e ácido fólico da marca Nita (Santos-SP) utilizada era apropriada para produtos de panificação, e os demais ingredientes foram obtidos do mercado local.



2.2 Caracterização física da farinha de trigo e dos flocos de casca de manga seca

2.2.1 Determinação do teor de umidade por estufa: realizada de acordo com o método 44-15.02 da farinha de trigo utilizando estufa com circulação de ar (MA 035/I, Marconi, Piracicaba - SP, Brasil) a temperatura de 130 °C por uma hora (AACC Approved Methods of Analysis, 2010).

2.2.2 Índices de absorção de água (IAA), de solubilidade em água (ISA) e de absorção em óleo (IAO): determinados conforme Larrea Cespédes, (1999), 1,0 g de FT e FCM (em quaduplicata) foram suspensas em 25 ml de água a 30 °C, em tubos de 50 ml previamente pesados, submetidas a agitação constante por 30 min e centrifugadas a 2500 x g por 10 min. O sobrenadante líquido de cada tubo foi transferido para placa de Petri, e levado à estufa com circulação de ar MA 035/I (Marconi, Piracicaba – SP, Brasil) a 105 °C até peso constante para obtenção do ISA. O tubo contendo o resíduo foi pesado para a obtenção do IAA, que foi calculado pela divisão do peso da amostra úmida pelo peso da amostra seca e expresso em g água/ g matéria seca. Enquanto que o ISA foi obtido pela divisão do peso dos sólidos secos recuperados por evaporação pelo peso da amostra. Os resultados foram expressos em porcentagem. O IAO foi analisado e calculado da mesma forma que o IAA, mas com o uso de óleo de girassol invés de água.

2.2.3 Caracterização do tamanho de partícula: realizado através de um analisador por difração a laser (modelo LA 950 V2, Horiba, Tóquio, Japão), que emprega a técnica por espalhamento de luz (TONIN, 2017).

2.2.4 Perfil de viscosidade: realizada em triplicata de acordo com o método 76-21.01 da AACC Approved Methods of Analysis (2010) utilizando o equipamento RVA 4500 (Perten Instruments, Huddinge, Suécia).

2.2.5 Textura de pasta: As pastas de FT e de FCM obtidas no RVA foram mantidas no copo de alumínio do equipamento, vedado com filme de PVC, mantido sob a temperatura de refrigeração (8 °C) por 18h. A análise de textura da pasta foi realizada em triplicata, utilizando probe acrílico P25 (25 mm) no texturômetro TA. XT2i (Stable Micro Systems Londres, Inglaterra), segundo o método 74-09.01 (AACCI, 2010).

2.3 Avaliação físico-química da massa ácida obtida de *Lactobacillus fermentum*

2.3.1 Rampa de desenvolvimento de volume, pH e acidez titulável das massas ácidas: Foram preparadas massa ácida ativas de LF nas proporções 1:1:0,7 (massa ácida, FT e água) para o controle, enquanto que para a massa ácida contendo 10% de FCM, este percentual de FCM foi



utilizado em substituição a FT. Ambas as massas (controle e 10% FCM) foram armazenadas à 28 °C em câmara climatizada para os acompanhamentos analíticos ao longo de 24 h, com coletas de amostras nos tempos 1, 3, 6, 12 e 24 h. Para o volume foi utilizado 20 g de cada massa ácida acomodadas em frascos graduados. O pH e acidez titulável foi realizado através do método 02-52.01 da AACCI (2010), utilizando-se 10 g de massa e diluído em 90 ml de água deionizada e mediu-se o pH do sobrenadante utilizando pHmetro de bancada (Ultra Basic, Denver Instrument, Bohemia-NY). Com auxílio de uma bureta, titulou-se contra NaOH 0,1 N até pH 8,5 e o volume gasto resultou na acidez titulável, dado em ml de NaOH/10g de amostra.

2.4 Processamento dos panetones

O processamento dos panetones foi realizado na planta piloto de pães e bolos do Cereal Chocotec/Ital. Foram processadas duas formulações, ambas obtidas utilizando massa ácida de *LF* ativa (IAL 4541) e 2,7% de inulina na formulação, entretanto as formulações se diferenciaram pela segunda conter 10% FCM na massa ácida, base farinha em relação ao peso total da formulação. Para o processamento dos panetones foi utilizado o método esponja (KULP, 2003). A fase esponja foi preparada através da mistura da maioria dos ingredientes (FT, massa ácida, açúcar, gordura, gema de ovo, ácido ascórbico, enzimas e água), mas em menor proporção para adaptação inicial das bactérias lácticas com ingredientes, em batedeira planetária K5SS Kitchenaid, Whirlpool Corporation (Springfield, Ohio, EUA) por 5 min. A esponja foi fermentada a 15 °C/ 80% UR por 15 horas. Na fase massa o restante dos ingredientes (FT, margarina vegetal, açúcar, glúten vital, inulina ácido ascórbico, sorbitol, sal e mel) foram misturados junto a esponja, em sequência adequada de adição, utilizando amassadeira espiral A-30 (Indústria de Máquinas para a panificação Progresso Ltda, Guaraituba-PR) até a formação da rede de glúten (ponto de véu). Após as massas foram porcionadas (275 g), boleadas, enformadas em formas de papel e levadas para a segunda fermentação em câmara climática CCICU 804018-2 (Super Freezer, Poços de Caldas, MG) a 32 °C/ 80 % UR. Após a massa atingir o topo da forma, os panetones foram forneados a 170 °C por 38 min em forno Vipinho 0448 TRIF (Ind. Com. de Maqs Perfecta Curitiba LTDA, Curitiba-PR, Brasil).

2.5 Acompanhamento físico-químico do processo de fermentação dos panetones

2.5.1 pH e acidez titulável das fases esponja final, massa inicial, massa final: realizado conforme metodologia citada no item 2.3.1.



2.6 Análise física dos panetones assados

2.6.1 Análise de atividade de água: realizada em triplicata diretamente no analisador de atividade de água Aqualab digital, modelo 4TEV, (Decagon, EUA). Seguindo as especificações do princípio de medição do aparelho e a determinação da temperatura do ponto de orvalho (AQUALAB, 2010).

2.6.2 Análise de umidade: foi realizada seguindo especificações do método de análise em duas fases utilizando estufa com circulação MA 035/I (Marconi, Piracicaba - SP, Brasil) de acordo com a metodologia nº 44-15.02 da AACC Approved Methods of Analysis (2010).

2.6.3 Volume específico: os panetones foram pesados e determinados o seu volume pelo método de deslocamento de sementes de colza conforme o método de análise 10-05.01 da AACC Approved Methods of Analysis (2010), utilizando o medidor de volume da marca Vondel Mill (Modelo MDMV 03/MVP 1300, Série 60, Vondel Indústria e Comércio de Máquinas e Componentes Ltda, São José dos Pinhais - PR). Os resultados expressos em cm³/g.

2.6.4 Firmeza instrumental do miolo dos panetones: através de texturômetro TA. XT2i (Stable Micro Systems Londres, Inglaterra), seguindo o método de análise 74-09.01 da AACC Approved Methods of Analysis (2010). Os parâmetros utilizados foram: plataforma HDP/90; probe de alumínio P/35; velocidade pré-teste = 1,7mm/s; velocidade de teste = 1,7mm/s; velocidade de pós-teste = 3,0mm/s; limiar de força = 0,05 N; 40% de compressão da amostra; com medidas expressas em N.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análises de IAA, ISA e IAO

A Tabela 1 apresenta resultados das análises de índice de absorção em água (IAA) e óleo (IAO) e índice de solubilidade em água (ISA) para as amostras de FT e FCM.

Tabela 1. Índice de absorção de água (IAA), de solubilidade em água (ISA) e absorção em óleo (IAO) da farinha de trigo (FT) e dos flocos de casca de manga (FCM)

Amostra	IAA (g/g)	ISA (%)	IAO (g/g)
FT	2,56 ± 0,028 ^b	0,09 ± 0,005 ^b	2,73 ± 0,060 ^b
FCM	6,94 ± 0,158 ^a	0,82 ± 0,005 ^a	5,70 ± 0,144 ^a

*Média ± desvio padrão, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).



Perez e Germani (2004) realizaram estudo relacionado às características físico-químicas da mistura de farinha de trigo e de berinjela, e observaram o aumento do IAA em virtude do maior teor de fibras da berinjela, que apresentou grande capacidade de absorver a água. Esse aumento pode ser considerado benéfico dependendo do tipo de produto de panificação, pelo fato de permitir a maior incorporação de água à massa, e com isso aumentando sua maciez, umectância e rendimento. Do mesmo modo pelo efeito das fibras, no presente estudo podemos observar (Tabela 1) que as amostras com FCM apresentaram resultados de IAA, ISA e IAO, respectivamente de 6,94 g/g, 0,82% e 5,70 g/g, os quais se mostraram significativamente maiores ($p < 0,05$) que os resultados de IAA, ISA e IAO para FT, que foram de 2,56 (g/g), 0,09 (g/g) e 2,73 (g/g), respectivamente. O maior valor de IAA foi obtido pela FCM, mostrando o potencial desta farinha de melhorar a umectância dos produtos de panificação. De acordo com Larrea-Céspedes (1999), o IAO está correlacionado com a composição química, tamanho e área superficial das partículas de fibra.

3.2 Caracterização do tamanho de partícula dos flocos de manga

A análise foi realizada em determinador de partícula por difração à laser, que resultou em mais de 95% de partículas com tamanho $\leq 250 \mu\text{m}$ para FT, estando conforme normatizado pela Instrução Normativa Nº 8, de 02 de junho de 2005 (BRASIL, 2005). Enquanto que para FCM, a maior frequência foi de 52,45 % na faixa de abertura de 710 a 1180 μm e apenas 4,46 % das partículas se apresentaram na faixa de 221 a 250 μm . Estes resultados estão de acordo com o esperado, devido ao formato de flocos característico do processo de secagem por cilindro rotativo (*drum dryer*).

3.3 Perfil de viscosidade e dureza do gel

A Tabela 2 apresenta os valores médios de perfil de viscosidade para a FT, FCM e a mistura de 90% FT e 10% FCM.

Tabela 2. Perfil de viscosidade e dureza dos géis de farinha de trigo (FT), flocos de casca de manga e a mistura de ambos (90% FT e 10% FCM).

Amostras	Perfil de viscosidade					Dureza do Gel (N)
	Pico (cP)	Quebra (cP)	Viscosidade final (cP)	TR (cP)	TE (°C)	
FT	4060,7 \pm 71,4 ^a	1676,0 \pm 11,1 ^a	4497,7 \pm 36,9 ^a	2113,0 \pm 48,5 ^a	67,8 \pm 0,1 ^a	7,36 \pm 0,2 ^a
FCM	411,3 \pm 4,0 ^c	75,7 \pm 1,5 ^c	613,7 \pm 1,5 ^c	278,0 \pm 2,6 ^c	--	0,35 \pm 0,0 ^c
T:FCM	3768,0 \pm 9,5 ^b	1612,0 \pm 16,4 ^b	3997,0 \pm 29,6 ^b	1841,0 \pm 21,9 ^b	68,3 \pm 0,4 ^a	5,64 \pm 0,1 ^b

*Média \pm desvio padrão, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). TR: tendência à retrogradação; TE: temperatura de empastamento.



De acordo com os resultados, observa-se que em comparação com a amostra controle (FT), a substituição da mesma por FCM promoveu a diminuição na maioria dos valores dos parâmetros analisados, com exceção da TE que permaneceu igual. De acordo com Greene; Bovell-Benjamin (2004) e Brennan (2008), que também observaram esse mesmo comportamento, isto ocorreu devido ao menor teor de amido disponível para a gelatinização.

3.4 Acompanhamento de volume, pH e acidez das massas ácidas obtidas através da mistura de farinha de trigo e com 10% de flocos de manga

A Tabela 3 apresenta os resultados de pH, acidez titulável (ml) e volume (cm³) ao longo de 24h para diferentes amostras de massa ácida preparadas com FT e sua mistura contendo 10% de FCM. Segundo Di cagno et al. (2002), os benefícios da incorporação da massa ácida para a produção de produtos de panificação são em parte promovidos pelos efeitos da acidificação durante o processo de fermentação, o que promove o abrandamento da rede de glúten, assim como a degradação das fibras alimentares e maior tolerância a fermentação, entre outros benefícios.

Tabela 3. pH, acidez titulável e volume das massas ácidas preparadas com farinha de trigo (FT) e sua mistura com 10% de flocos de casca de manga (FT:FCM) ao longo de 24h

Amostra	pH				
	0h	3h	6h	12h	24h
FT	4,47 ± 0,01 ^{aA}	4,15 ± 0,03 ^{bB}	4,00 ± 0,06 ^{bBC}	3,99 ± 0,17 ^{bBC}	3,81 ± 0,02 ^{bC}
FT:FCM	4,57 ± 0,07 ^{aA}	4,52 ± 0,05 ^{aB}	4,30 ± 0,03 ^{aC}	4,30 ± 0,03 ^{aC}	4,15 ± 0,01 ^{aD}
Amostra	Acidez (ml)				
	0h	3h	6h	12h	24h
FT	3,9 ± 0,26 ^{bD}	6,03 ± 0,25 ^{bC}	8,13 ± 0,23 ^{bB}	8,90 ± 0,10 ^{bA}	8,47 ± 0,06 ^{aAB}
FT: FCM	5,57 ± 0,06 ^{aD}	6,69 ± 0,01 ^{aC}	8,90 ± 0,17 ^{aB}	9,83 ± 0,15 ^{aA}	8,67 ± 0,11 ^{aB}
Amostra	Volume (cm ³)				
	0h	3h	6h	12h	24h
FT	1,0 ± 0,00 ^{aD}	2,5 ± 0,00 ^{aB}	3,27 ± 0,23 ^{aA}	2,07 ± 0,06 ^{bC}	1,87 ± 0,11 ^{aC}
FT: FCM	1,0 ± 0,00 ^{aD}	1,9 ± 0,00 ^{bBC}	2,07 ± 0,11 ^{bB}	2,67 ± 0,06 ^{aA}	1,87 ± 0,06 ^{aC}

*Médias ± desvio padrão, médias seguidas da mesma letra minúscula, mesma coluna e parâmetro, os ensaios não diferem significativamente pelo teste de Tukey (p<0,05). Letras maiúsculas iguais na mesma linha e parâmetro, a amostra não diferiu significativamente ao longo do tempo pelo teste de Tukey (p<0,05).

Neste estudo observou-se que a massa ácida controle (FT) ao longo das 24h apresentou pH (Tabela 3) variando de 3,81 a 4,47, diferindo significativamente das massas contendo 10 % de FCM, que variaram de pH de 4,15 a 4,57. De acordo com estes resultados, houve a redução do pH ao longo do tempo de análise, enquanto que os valores de acidez titulável aumentaram ao longo de 24h (Tabela 3), resultante da atividade fermentativa das bactérias lácticas.



Quanto ao aumento de volume das massas (Tabela 3), verificou-se que o maior volume da amostra controle ocorreu com 6 h de fermentação, resultando no volume de 3,27 cm³, que foi significativamente maior do que a massa ácida contendo 10% FCM (2,07 cm³) para o mesmo tempo de fermentação. A massa ácida contendo 10% FCM atingiu o máximo de crescimento após 12h de fermentação (2,6 cm³), mas com valores menores e maior tempo de fermentação. A presença de 10% FCM pode ter ocasionado a interrupção da continuidade da rede de glúten, interferindo na retenção dos gases da massa.

3.5 Acompanhamento do pH e acidez titulável das fases esponja final, massa inicial, massa final do processamento dos panetones

A Tabela 4 apresenta os resultados para as análises de pH e acidez titulável (ml) das fases esponja, massa inicial (antes de fermentar) e massa final (após fermentar) acompanhadas durante o processamento dos panetones, para verificar as mudanças metabólicas ocorridas durante a fermentação promovidas pelas bactérias lácticas, que podem ser responsáveis pelos efeitos benéficos do uso das massas ácidas durante a fermentação prolongada.

Tabela 4. pH e acidez titulável das fases esponja final, massa inicial e massa final dos panetones controle (100% FT) e com adição de 10% de flocos de casca de manga (FT:FCM)

Amostra	Esponja		Massa inicial		Massa final	
	pH	Acidez (ml)	pH	Acidez (ml)	pH	Acidez (ml)
Controle	3,74 ± 0,007 ^b	10,20 ± 0,283 ^b	4,22 ± 0,028 ^b	8,75 ± 0,212 ^a	4,23 ± 0,057 ^a	9,30 ± 0,141 ^a
FT:FCM	3,94 ± 0,014 ^a	11,75 ± 0,354 ^a	4,33 ± 0,007 ^a	8,00 ± 0,283 ^a	4,36 ± 0,057 ^a	8,60 ± 0,141 ^b

*Média ± desvio padrão, médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Quanto ao pH, foi observado uma variação para a formulação controle de 3,74 a 4,23 enquanto para FCM, a variação foi de 3,94 a 4,36. Os resultados de FCM para as fases esponja e massa inicial se apresentaram estatisticamente superiores (p<0,05) aos valores da formulação controle (FT), enquanto que para a fase massa final não houve diferença significativa (p<0,05) entre as amostras. Os valores obtidos nas fases com a incorporação dos FCM estão próximos dos resultados obtidos no estudo de Stefanello (2018), utilizando panetones com diferentes proporções de massa ácida de micro-organismos selecionados (LF; 75LF/ 25WA; LF/WA; 25LF/75WA; WA), que resultaram em valores de pH de 3,90 a 4,34. A acidez titulável das massas controle variou de 8,75 ml/g a 10,20 ml/g, enquanto que as amostras com FCM variou de 8,00 ml/g a 11,75 ml/g. Na fase esponja, a acidez titulável da amostra com FCM foi significativamente maior (p<0,05)



que a amostra controle (FT), enquanto que na massa inicial não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras; mas para massa final controle, apresentou-se significativamente maior ($p < 0,05$) do que a amostra com a adição de FCM.

3.6 Análise de firmeza, volume específico, atividade de água (Aw) e umidade

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises de firmeza (N), volume específico (g/ml), atividade de água e umidade (%) dos panetones controle e dos panetones adicionados de flocos de manga. A firmeza dos panetones controle apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) os panetones com a adição 10% FCM, sendo o último mais firmes. De acordo com o estudo de Valcárcel-Yamani e Lannes (2013) com 40 amostras de panetones comerciais, a firmeza (N) variou de 2,14 a 7,55, o que mostra que os resultados obtidos neste estudo são superiores, possivelmente devido a diferenças de formulação e FCM.

O volume específico dos panetones variou de 3,02 para o controle e de 2,66 cm³/g para a contendo 10% de FCM, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras. Os resultados obtidos estão próximos dos resultados obtidos por Stefanello et al. (2018), variando diferentes proporção de micro-organismos, *LF* e *Wickerhamomyces anomallus da massa ácida* em panetones. Nesse estudo o volume específico variou de 2,88 a 3,25 cm³/g.

Tabela 5. Firmeza, volume específico, atividade de água (aw) e umidade de panetones controle e com adição de 10% e flocos de casca de manga (FCM)

Análises	Controle	FCMs
Firmeza (N)	8,99 ± 0,741 ^b	10,12 ± 0,501 ^a
Volume específico (cm ³ /g)	3,02 ± 0,472 ^a	2,66 ± 0,435 ^a
Aw	0,86 ± 0,003 ^b	0,88 ± 0,002 ^a
Umidade (%)	22,25 ± 0,337 ^b	24,39 ± 0,473 ^a

*Média ± desvio padrão, médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A análise de atividade de água dos panetones foi de 0,86 para o controle, enquanto que para ensaio com 10% de FCM foi de 0,88, apesar de haver diferença significativa ($p < 0,05$), os valores são muito próximos. A umidade dos panetones controle apresentou valores de 22,25 %, diferindo significativamente ($p < 0,05$) do ensaio contendo 10% FCM, que foi de 24,39 %. Segundo Poutanen; Flander; Katina, (2009) durante a fermentação com massa ácida, as fibras podem ser solubilizadas ou hidrolisadas em partes menores pela ação dos ácidos orgânicos, que expõem as porções de regiões hidrofílicas, favorecendo a retenção de umidade nos produtos.



4 CONCLUSÃO

A farinha de casca de manga obtida por *drum dryer* apresentou maiores valores de IAA, IAO e ISA em comparação com a farinha de trigo, demonstrando o seu potencial para aumentar a umectância dos panetones.

A adição de 10% de FCM e 2,7% inulina em panetones fermentados com massa ácida de *L. fermentum* resultou em produtos fonte de fibras com volume específico similar ao controle, firmeza instrumental ligeiramente maior, mas com maior atividade de água e umidade.

A adição de flocos de casca de manga em produtos de panificação de longa fermentação demonstrou ser viável tecnologicamente neste estudo exploratório.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa concedida e ao Cereal Chocotec - ITAL pelo aprendizado. A Fapesp pelo apoio financeiro através do Processo 2018 – 17957-0.

6 REFERÊNCIAS

AACCI Approved Methods of Analysis, 2010, 11th Ed. Cereals & Grains Association, St. Paul, MN, U.S.A.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS - ABRAFRUTAS. Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo... Disponível em: <<https://abrafrutas.org>>. Acesso em: agosto 2020.

ARENDT, Elke K.; RYAN, Liam AM; DAL BELLO, Fabio. Impact of sourdough on the texture of bread. **Food microbiology**, v. 24, n. 2, p. 165-174, 2007.

BENEJAM, W.; STEFFOLANI, M.E.; LEÓN, A.E. Use of enzyme to improve the technological quality of a panettone like baked product. **International Journal of Food Science & Technology**, v.44, p.2431-2437, 2009.

BERK, Zeki. Dehydration. In: BERK, Zeki. **Food Process Engineering and Technology**. 2. ed. Israel: Academic Press, 2013. Cap. 22. p. 511-566. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124159235000228?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

BRANDT, Markus J. Sourdough products for convenient use in baking. **Food microbiology**, v. 24, n. 2, p. 161-164, 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 3 jun. 2005. Seção 1.



BRENNAN, C. S.; TUDORICA, C. M. Carbohydrate-based fat replacers in the modification of the rheological, textural and sensory quality of yoghurt: comparative study of the utilisation of barley beta-glucan, guar gum and inulin. **International journal of food science & technology**, v. 43, n. 5, p. 824-833, 2008.

GREENE, J. L.; BOVELL-BENJAMIN, A. C. Macroscopic and sensory evaluation of bread supplemented with sweet-potato flour. **Journal of food science**, v. 69, n. 4, p. SNQ167-SNQ173, 2004.

HAMAKER, B. R. (Ed.). **Technology of functional cereal products**. Elsevier, 2007.

KOMLENIĆ, D.K.; SLAČANAC, V.; JUKIĆ, M. (2012) Influence of Acidification on Dough Rheological Properties, Rheology. Dr. Juan De Vicente (Ed.), Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/rheology/influence-of-acidification-on-dough-rheological-properties->. Acesso em: janeiro de 2018.

KULP, K. (2003). Baker's yeast and sourdough Technologies in the production of U.S. Bread products. In K. Kulp, & K. J. Lorenz (Eds.) **Manhattan: CRC Press (Chapter 5)**.

PEREZ, P. M. P.; GERMANI, R.. Farinha mista de trigo e berinjela: características físicas e químicas. **Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2004.

POUTANEN, K.; FLANDER, L.; KATINA, K. Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. **Food Microbiology** 26, 693–699, 2009.

QUEIROZ, M. B.; NABESHIMA, E. H. Naturalidade e autenticidade. **Brasil bakery & confectionery trends 2020**, 2014.

STEFANELLO, R.F. et al. **Produção de panetone utilizando bactérias ácido lácticas e leveduras isoladas de fermento natural liofilizado**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

VALCARCEL-YAMANI, B.; LANNES, S. C. da S. Quality parameters of some Brazilian panettones. **Braz. J. Pharm. Sci.**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 511-519, Sept. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-82502013000300012&lng=en&nrm=iso>.