

Parâmetros físicos e concentração de amido resistente em pão congelado com adição de farinha de banana verde

RESUMO

Vania Zanella Pinto

vania_vzp@hotmail.com

orcid.org/0000-0002-7081-5446

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

Soliane Helen Franco

solihelen@hotmail.com

orcid.org/0000-0001-6857-0817

Universidade Federal da Fronteira Sul,
Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil.

O aumento na produção de massas congeladas tem estimulado a demanda de pães e outros produtos forneados na hora. A fortificação destes produtos pode ser alternativa para o uso integral de alimentos. Tanto a casca, como a polpa da banana verde são possíveis de se aplicar em produtos de panificação. Assim, objetivou-se desenvolver pães congelados com substituição parcial de farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV). Elaborou-se 6 formulações: FC (100% farinha de trigo), F1 (5% FBV), F2 (10% FBV), F3 (30% FBV), F4 (5% FCBV) e F5 (10% FCBV). Avaliaram-se as farinhas, as misturas e os pães assados nos tempos, inicial e 15 dias de congelamento. Os maiores constituintes da FBV e FCBV foram os carboidratos e a fibra alimentar. O teor de amido resistente na FBV foi 9,85% e na FCBV 7,58%. A estabilidade e o índice de tolerância à mistura das misturas resultaram na classificação como farinhas médias a fracas. A viscosidade final das farinhas variou entre 139 a 246 RVU com semelhante tendência à retrogradação. Houve redução no rendimento dos pães com os tempos de congelamento, sendo que F5 variou no volume específico e obteve menor crescimento da massa. O teor de amido resistente aumentou com adição de FBV e FCBV, quando comparado com FC. Assim, como amido resistente apresenta lenta digestibilidade e, juntamente com as fibras alimentares promovem efeitos fisiológicos benéficos ao organismo.

PALAVRAS-CHAVE: Banana verde. *Musa sp.* Misturas de farinhas. Panificação.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa sp.*) é uma das frutas mais consumidas do mundo, representando a quarta cultura agrícola mais importante, depois do arroz, trigo e milho. Esta cultura possui grande importância social, pois é uma fonte barata de energia, minerais e vitaminas. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de banana do mundo, porém com pouca expressividade no mercado mundial, pois seus índices de desperdício são considerados altos, representando perda econômica para o país (BORGES e SOUZA, 2004; LICHTENBERG e LICHTENBERG, 2011).

O principal co-produto da banana verde é a farinha, sendo uma das formas mais comuns de preservação da fruta neste estágio de maturação. Assim como a polpa, a casca da banana verde também tem sido bastante utilizada como estratégia de agregação de valor a mesma. Sob o ponto de vista tecnológico e comercial, ambas vem ganhando destaque devido à grande variedade de vitaminas e minerais, assim como pelo seu alto conteúdo de fibra alimentar (6,3–15,5 g 100 g⁻¹, base seca) e amido resistente (AR) (52,7–54,2 g 100 g⁻¹, base seca) servindo como ingrediente na elaboração de novos produtos (ANDRADE et al., 2018; LIMA; NEBRA e QUEIROZ, 2000; MORAES NETO et al., 1998; TRIBESS et al., 2009).

As farinhas de banana verde podem ser utilizadas como substitutos parciais da farinha de trigo que são tradicionalmente utilizadas na elaboração de inúmeros produtos de panificação e confeitaria, ou para substituição integral, sendo esta última, uma alternativa utilizada na elaboração de produtos para pacientes celíacos, por exemplo, já que não possui glúten em sua composição (ANDRADE et al., 2018; DEMIATE e CEREDA, 2000; LOBO e DE LEMOS SILVA, 2003).

O mercado e a produção de pães congelados têm aumentado nos últimos anos, devido à demanda de produtos forneados na hora e frescos (ALMEIDA, 2006; SALAS-MELLADO e CHANG, 2003). A preservação de alimentos pelo congelamento acontece devido à combinação de baixas temperaturas e redução de atividade de água (*A_w*). Quando o congelamento é realizado com técnicas adequadas, ocorrem apenas pequenas mudanças nas características sensoriais ou na qualidade nutricional dos alimentos, dentre elas a degradação de pigmentos, perdas de vitaminas, oxidação de lipídeos e atividade enzimática residual (GUTKOSKI et al., 2005).

Sendo assim, a adição de farinhas com elevado teor de fibras em formulações de pães congelados apresenta-se como uma alternativa a quem procura consumir alimentos funcionais e deseja maior gama desses alimentos em mercados e panificadoras. O congelamento desse produto pode garantir sua maior distribuição, acesso por todos os públicos, bem como a viabilização de todo o processo e a venda de produtos sempre recém assados e frescos.

Com isso, o objetivou-se desenvolver formulações de pão congelado com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde, bem como avaliar a concentração de amido resistente, as propriedades de pasta e farinografia das misturas das farinhas e os parâmetros físicos nos pães.

MATERIAL E MÉTODOS

MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES

As bananas totalmente verdes foram do tipo prata, obtidas em uma propriedade particular em Laranjeiras do Sul-PR. A farinha da polpa de banana verde e da casca foram obtidas por processamento nos laboratórios de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul, no campus de Laranjeiras do Sul. As bananas foram lavadas e sanitizadas com hipoclorito de sódio (100 ppm, 10min), enxaguadas, descascadas, cortadas em rodela, imersas em solução de ácido ascórbico (350 mg L^{-1}), $5,0 \text{ g L}^{-1}$ de ácido cítrico e 125 mg L^{-1} de metabissulfito de sódio para a inativação enzimática. A polpa e a casca foram secas separadamente a $55 \text{ }^\circ\text{C}$ por 20-28h, moídas em moinho de facas martelo (Fortinox, modelo FT - 53, Piracicaba) e armazenadas em embalagens de polietileno à $25 \text{ }^\circ\text{C}$ até a utilização.

MÉTODOS

Elaboração dos pães

Os pães foram elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo (100%) formulação controle (FC), pelas farinhas de banana verde (FBV), sendo elas: F1 (5% de farinha de banana verde), F2 (10% de farinha de banana verde), F3 (30% de farinha de banana verde) e substituição de farinha de casca de banana verde (FCBV), F4 (5% de farinha de casca de banana verde), F5 (10% de farinha de casca

de banana verde), totalizando 6 tratamentos (Tabela 1), com metodologia adaptada de Almeida (2006).

Após aferição, cada ingrediente foi misturado, sendo que a gordura e o emulsificante DATEM (ésteres de diacetil do ácido tartárico de monoglicerídeos) foram os últimos a serem incorporados à mistura. A diferença de volume de água em cada tratamento se deu devido a sua adição à massa até a completa mistura e desenvolvimento da rede de glúten. Os ingredientes foram misturados e a massa sovada manualmente por 10 a 15 minutos e após, dividida em unidades de 50 ±1 g cada. Os pães foram modelados no formato de “pão bola”, colocados em formas de alumínio e submetidas à fermentação por 40 minutos à 35 °C. Após o término da fermentação os pães foram assados a 180 °C por 40 minutos em forno combinado (Prática Technicook, modelo C20, São Paulo) e avaliados após 3h.

Tabela 1 - Formulações para a produção de pão controle e com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde

Ingredientes e aditivos	FC	F1	F2	F3	F4
Farinha de trigo (g)	100	95	90	70	95
FBV (g)	-	5	10	30	-
FCBV (g)	-	-	-	-	5
Água destilada (mL)	50	53	55	63	52
Açúcar (g)	4	4	4	4	4
GVH (g)	4	4	4	4	4
Glúten vital (g)	4	4	4	4	4
Fermento Biológico (g)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Sal (g)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
DATEM (g)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ácido ascórbico *	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
α-amilase *	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

FBV= Farinha de banana verde; FCBV= Farinha de casca de banana verde; FC= Formulação controle com 100% farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de farinha de trigo e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de farinha de trigo e 10% de FCBV. GVH = Gordura vegetal hidrogenada. *Ácido ascórbico e α-amilase expressos em g/L.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Na elaboração dos pães congelados seguiu-se o mesmo procedimento dos pães convencionais até a etapa da fermentação por 40 minutos à 35 °C. Após o término da fermentação os pães foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados em freezer à -18 °C. Após 7 e 15 dias de estocagem congelados, os pães foram descongelados e assados a 180 °C por 45 minutos. Depois de assados, os pães foram deixados esfriar até temperatura ambiente e avaliados.

Composição centesimal das farinhas, umidade e atividade de água

As farinhas de trigo, farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV) foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibra alimentar total, seguindo as metodologias descritas por Zenebon; Pascuet; Tiglea, (2008). Os carboidratos foram determinados pela diferença entre o teor de cinzas, proteínas, lipídios e fibra alimentar.

Propriedades de pasta e farinografia das misturas de farinhas

As propriedades de pasta da farinha controle (100% farinha de trigo) e das misturas das farinhas de trigo e de banana verde F1, F2, F3 e das farinhas de trigo e de casca de banana verde F4 e F5 foram avaliadas em analisador rápido de viscosidade (RVA), (RVA-3D, Newport Scientific, Austrália) utilizando 3,5g de farinha e 25±0,1mL de água destilada, corrigidas para 14% de umidade, com as amostras mantidas a 50°C por 1 minuto, aquecidas até 95 °C em 4:45 minutos e mantidas nessa temperatura durante 7:15 minutos, resfriadas a 50 °C até o tempo de 11 minutos e mantidas nessa temperatura até o total de 13 minutos de análise. Os parâmetros analisados foram viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, quebra, viscosidade final e a tendência à retrogradação.

As propriedades de mistura e processamento da massa da farinha das farinhas e das misturas foram avaliadas com auxílio de um farinógrafo (Farinograph-E, Brabender, OHG, Duisburg) segundo o método 54-21 da AACC (2000). Os parâmetros avaliados pelo método registram o comportamento da massa durante o amassamento, tais como a absorção de água (A.A.), o tempo de desenvolvimento da massa (T.D.M.), a estabilidade da massa ao esforço mecânico (E) e o índice de tolerância à mistura (I.T.M.).

Análises dos parâmetros físicos dos pães e amido resistente

Os pães foram avaliados quanto ao rendimento no assamento, através da pesagem dos mesmos antes e depois de assados, fator de expansão, determinado segundo Nandeesh; Jyotsna; Venkateswara Rao, (2011) pela relação do diâmetro e espessura após o assamento dos pães, e o volume que foi determinado através do deslocamento de sementes de painço para o cálculo do volume específico (volume/massa). O teor de amido resistente também foi quantificado baseado no método adaptado por Walter et al., (2005).

Análise estatística

Todas as análises foram feitas em triplicata e os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) e teste t, utilizando o software Assistat 7.7. Os dados foram apresentados nas tabelas de resultados como média \pm desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FARINHAS, UMIDADE E ATIVIDADE DE ÁGUA

Os resultados obtidos em relação à composição química da farinha de trigo (FT), farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV) encontram-se na Tabela 2. De acordo com a Instrução Normativa nº8 de 2 de junho de 2005, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o teor máximo de umidade presente na farinha de trigo, deve ser de 15% (BRASIL, 2005), teor este superior ao verificado nesta pesquisa. Para a farinha de banana verde e farinha da casca de banana verde, verificou-se teores de umidade de 11,40% e 6,94%, respectivamente.

O teor de cinzas para a farinha de trigo, farinha da polpa de banana verde foram $0,36 \pm 0,08$, $0,94 \pm 0,49$, e de $1,00 \pm 0,59$, respectivamente. O teor máximo de cinzas para a farinha de trigo Tipo 1 é de 0,8% (BRASIL, 2005). O elevado teor de cinzas em farinha de trigo indica o grau de extração da farinha, sendo que farinhas integrais o teor máximo permitido é de 2,5% (BRASIL, 2005). Porém em farinhas de frutas e cascas o elevado teor de cinzas indica presença de minerais, tais como potássio, fósforo, cálcio e magnésio (BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; BORGES; SOUZA, 2004; RAMÍREZ-MAGANDA et al., 2015).

A farinha de polpa de banana verde apresentou baixo teor de lipídeos (Tabela 2) e não houve diferenças entre a farinha de casca de banana verde ($p > 0,05$). O teor de proteínas para a farinha de banana verde foi de $2,45 \pm 0,03$ e de $3,72 \pm 0,23$ para a farinha de casca de banana verde. Às farinhas de banana verde e de casca de banana verde. Esta concentração é dependente da variedade do trigo, bem como as condições de cultivo (JAKSICS et al., 2020). Borges; Pereira; Lucena, (2009) realizaram a caracterização físico-química da farinha de banana verde cv. Prata e verificaram teor de $4,73 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de proteína, conteúdo superior que este trabalho (Tabela 2). Por outro lado, Castilho; Alcantara; Clemente, (2014) na

caracterização de polpa e da casca verdes, dos cv. Maçã e Prata observaram teores proteicos mais baixos para a farinha de polpa de banana verde (1,11 g 100 g⁻¹).

A farinha de casca de banana verde apresentou teor de fibra alimentar total elevado (Tabela 2). Dan (2011) verificou teor de fibra alimentar de 8,58% para a farinha de polpa de banana verde, sendo similar ao verificado neste trabalho (8,05±1,29). Na farinha de polpa de banana verde adicionado de casca de banana verde este mesmo autor obteve 22,91% de fibra alimentar total. Este aumento acontece em função das cascas dos frutos possuírem elevados teores de fibras em suas paredes celulares, principalmente insolúveis, como a celulose e a hemicelulose, o que justifica a diferença significativa entre as amostras (DAN, 2011). O teor de fibras na farinha da polpa de banana verde descrito por Silva; Barbosa Junior; Jacintho Barbosa, (2015), apresentou variação de 6-15,5%.

Tabela 2 - Composição química e teor de amido resistente (AR) da farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde

Parâmetros (g 100 g ⁻¹)	Farinha de trigo	Farinha de banana verde	Farinha de casca de banana verde
Umidade	11,60±0,15 ^a	11,4±0,05 ^a	6,94±0,04 ^b
Cinzas	0,36±0,08 ^c	0,94±0,49 ^b	1,00±0,59 ^a
Lipídeos	1,17±0,16 ^b	0,51±0,18 ^a	0,35±0,31 ^a
Proteína	6,24±0,34 ^a	2,45±0,03 ^b	3,72±0,23 ^b
Fibra alimentar	ND	8,05±1,29 ^b	31,31±0,83 ^a
Carboidratos	75,26±0,1 ^a	73,71±0,4 ^a	44,24±0,2 ^b
Amido resistente (%)	2,41±0,06 ^a	9,85±0,06 ^c	7,58±0,41 ^b

Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05). ND: não determinado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As farinhas também foram analisadas quanto ao teor de amido resistente, sendo que os resultados estão expressos na Tabela 2. O amido de banana verde apresenta amido resistente de forma natural (tipo II) (WALTER et al., 2005b).

O conteúdo de amido resistente em alimentos vem sendo objeto de estudo visto que, após a sua ingestão, o mesmo não é hidrolisado por enzimas amilolíticas e com isso, vários benefícios podem ser observados, como a redução do índice glicêmico e fermentação do mesmo pela microbiota presente no cólon com formação de ácidos graxos de cadeia curta (MENEZES e LAJOLO, 2006; MUDGIL e BARAK, 2013; SILVA; BARBOSA JUNIOR e JACINTHO BARBOSA, 2015)

Em seu estudo sobre pão francês congelado, Matsuda, (2007) verificou concentração de 2,99% de amido resistente para a formulação com farinha de

trigo, teor próximo ao verificado nesta pesquisa. Castilho; Alcantara; Clemente, (2014) obteve para a farinha de banana verde 26,18% de amido resistente e 13,05% para a casca de banana verde. Tais diferenças se dão principalmente pelo grau de maturação dos frutos e as condições de processamento, que alteram diretamente o teor de amido resistente.

PROPRIEDADES DE PASTA E FARINOGRAFIA DAS MISTURAS DE FARINHAS

As misturas das farinhas foram avaliadas quanto às propriedades de pasta, em analisador rápido de viscosidade (RVA) e os parâmetros verificados foram viscosidade máxima, viscosidade mínima, quebra e viscosidade final e os resultados estão apresentados na Tabela 3 e na Figura 1. O desenvolvimento da viscosidade durante o aquecimento dos grânulos de amido em presença de água sob cisalhamento é atribuído à formação de matrizes de grânulos inchados e deformados, o atrito entre os grânulos, a quantidade de amilose lixiviada e o conteúdo de amilopectina (AI e JANE, 2015).

A viscosidade máxima das misturas variou entre 118,0 e 205,4 RVU. Este parâmetro está relacionado com a capacidade do amido de absorver água, e ao grau de intumescimento dos grânulos durante o aquecimento (OROI et al., 2013). Os resultados indicam redução da viscosidade máxima quando adicionado FBV (Figura 1). O mesmo foi observado nas propriedades de pasta de mesclas de farinhas integral com farinha refinada, sendo que esta redução pode ser justificada devido às interações químicas entre amido, fibras, proteínas e lipídeos que compõem farinhas integrais, alterando assim, a viscosidade das farinhas (OROI et al., 2013), bem como o teor de amilose do amido da farinha de banana verde. A adição de FBV à farinha de trigo reduziu a viscosidade máxima das misturas. O teor de amilose das farinhas de banana verde é aproximadamente 46,67% (ALMEIDA et al., 2020), sendo que amidos com teor de amilose mais elevado apresentam menor viscosidade de pasta (DIAS et al., 2010). Ao adicionar FCBV em diferentes concentrações, a viscosidade máxima não diferiu da FC ($p>0,05$). Este comportamento pode estar relacionado à baixa concentração de FCBV adicionadas à FC (5% e 10%).

Tabela 3 - Propriedades de pasta da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde

Amostra	Viscosidade máxima (RVU)	Viscosidade mínima (RVU)	Viscosidade final (RVU)	Quebra (RVU)	Tendência a retrogradação (RVU)
FC	205,4±5,8 ^a	128,5±3,8 ^a	246,4±5,6 ^a	76,8±2,2 ^{ab}	117,8±1,9 ^a
F1	129,4±4,8 ^c	83,4±7,7 ^c	170,9±3,3 ^c	46,0±2,9 ^c	87,4±7,9 ^c
F2	172,8±18,9 ^b	107,8±11,3 ^{ab}	210,8±18,2 ^b	65,0±7,9 ^b	103,0±7,0 ^b
F3	118,0±11,4 ^c	78,9±6,3 ^c	139,8±9,1 ^d	39,1±5,7 ^{0c}	60,8±3,5 ^d
F4	194,7±7,7 ^{ab}	114,6±7,9 ^{ab}	225,8±9,1 ^{ab}	80,0±0,2 ^a	111,1±1,6 ^{ab}
F5	182,8±9,7 ^{ab}	106,9±6,6 ^b	207,14±10,9 ^b	75,8±3,2 ^{ab}	100,1±4,3 ^{bc}

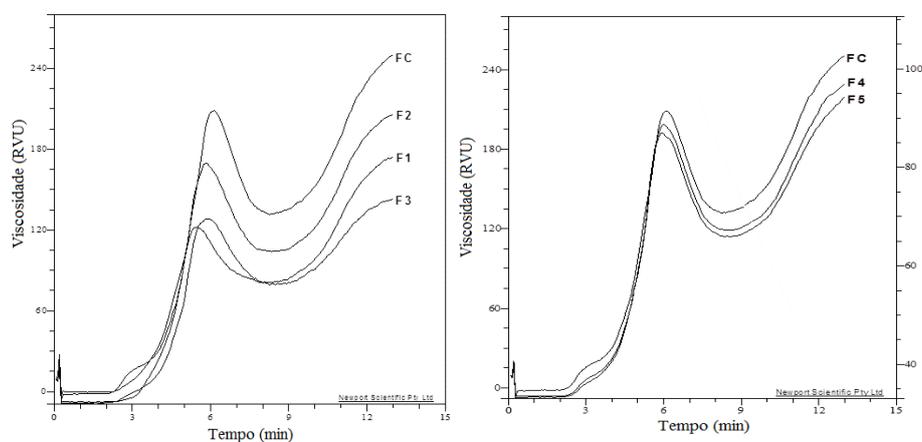
FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV. RVU = Unidades do analisador RVA. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A viscosidade mínima é obtida pela viscosidade quando a temperatura é mantida a 95 °C e que juntamente com a quebra, está associada à estabilidade dos grânulos de amido em relação ao aquecimento (OROI et al., 2013). Assim como na viscosidade máxima, este parâmetro também diminuiu à medida que se adicionou FBV ou FCBV (10%) às misturas (Tabela 3).

A quebra é a diferença entre o pico de viscosidade e a viscosidade mínima. Este parâmetro indica a queda de viscosidade causada pela ruptura dos grânulos intumescidos, e está associada à estabilidade ao aquecimento ou à facilidade de cozimento do amido (LEON et al., 2010). A redução da quebra mostra que os amidos são mais estáveis durante o aquecimento e cisalhamento contínuos (MATSUGUMA et al., 2009) sendo que as diferenças observadas ($p < 0,05$) apontam diferentes estabilidades dos grânulos de amido ao aquecimento e ao cisalhamento em cada mistura. Os maiores pontos de quebra foram observados em FC, F4 e F5 (Figura 1), sendo que quanto menor a quebra, mais estável a pasta é à ação mecânica e ao cisalhamento.

Figura 1. Curvas de RVA da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de FC com farinha de banana verde (FBV) (A) e farinha de casca de banana verde (FCBV) (B).



FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A viscosidade final indica a capacidade da farinha de formar uma pasta viscosa após o cozimento e resfriamento (AI e JANE, 2015). Os resultados variaram entre 139 a 246 RVU e o comportamento foi semelhante à tendência à retrogradação (TR) (Figura 1). A tendência à retrogradação variou entre 60 a 117 RVU, sendo que com a adição de FBV a tendência à retrogradação reduziu em relação ao controle ($p > 0,05$). Este parâmetro é medido como a diferença entre a viscosidade final e a viscosidade mínima (LEON et al., 2010). A adição de 5% FCBV não alterou a tendência à retrogradação, porém com adição de 10% o comportamento foi semelhante à adição de 10% de FBV.

Além disso, as misturas das farinhas foram avaliadas quanto à capacidade de absorção de água (AA) da massa, o tempo de desenvolvimento da massa (TD), a estabilidade (E) durante o amassamento e o índice de tolerância à mistura (ITM), utilizando farinógrafo Brabender e os resultados estão expressos na Tabela 4.

A análise farinográfica mostra que a absorção de água (AA) variou entre 65% e 70%. A absorção de água indica a quantidade de água necessária a ser adicionada a farinha de modo que se obtenha a consistência requerida. Quanto maior a absorção de água melhor será o desenvolvimento da elasticidade, consistência e retenção de gás carbônico na etapa de fermentação (MARTINS et al., 2012). Pode-se observar também que, quanto maior a quantidade de fibras, em função das farinhas adicionadas, maior foi a absorção de água.

Tabela 4 - Parâmetros farinográficos da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde

Parâmetros	Misturas					
	FC	F1	F2	F3	F4	F5
Absorção de água (%)	65,00	68,25	70,00	69,50	68,30	69,90
Tempo de mistura (min)	2,30	2,20	3,40	7,40	6,55	2,00
Estabilidade (min)	12,10	14,20	5,70	4,30	8,60	8,50
Índice de tolerância à mistura (UF)	76,00	39,00	139,00	148,00	148,00	125,00

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV. ; UF=Unidades farinográficas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

As farinhas foram classificadas quanto ao tempo de desenvolvimento da massa, sendo que tempos menores que 2,5 min indicam uma farinha fraca, entre 2,5 e 4,0 min farinha média, entre 4,0 e 8,0 min farinha forte e tempos maiores que 10 min farinhas muito fortes (PIZZINATTO, 1999). Como mostrado na Tabela 4, as misturas variaram entre 2,0 e 7,40 min, sendo que a formulação 3 (70% FT e 30% FBV) apresentou melhor tempo de desenvolvimento, seguida da mistura F4, classificadas como uma farinha forte. A mistura F5 apresentou a menor TD, em decorrência do excesso de fibras quando se adicionou 10% de FCBV, o que causou a desestabilização da massa durante a mistura (GÓMEZ et al., 2003; SIVAM et al., 2010).

As farinhas também foram classificadas quanto à estabilidade da massa de acordo com a seguinte faixa: menor que 3 min indica farinha fraca, entre 3 e 8 minutos farinhas médias, entre 8 a 15 minutos farinhas fortes e acima de 15 minutos, farinha muito forte (PIZZINATTO, 1999), sendo que a estabilidade indica a resistência que a massa possui ao tratamento mecânico e ao tempo do processo fermentativo do pão. Os resultados da estabilidade (E) variaram entre 4,30 a 14,20 min, sendo consideradas farinhas médias.

O índice de tolerância à mistura (ITM) variou entre 39 a 148 UF. Quanto maior o índice de tolerância, mais fraca é a farinha, sendo que farinhas com boa tolerância à mistura possuem menor ITM (GUARIENTI, 1993). O enfraquecimento da massa, registrada pelo aumento nos valores ITM, foi verificado ao adicionarem farelo de trigo, com alto teor de fibras, à farinha de trigo para elaboração de pães de forma (GANDRA et al., 2008).

Os resultados obtidos em relação ao rendimento no assamento e volume específico para os pães elaborados com diferentes concentrações de FBV ou FCBV, com 7 e 15 dias de congelamento, estão representados na Tabela 5.

Tabela 5 - Rendimento médio e volume específico das formulações de pães no tempo inicial e pré-fermentados congelados nos tempos 7 e 15 dias

Parâmetros	Formulações	Tempo de congelamento		
		Inicial	7 dias	15 dias
Rendimento (g 100 g ⁻¹)	FC	93,9	81,7	81,3
	F1	80,6	81,8	76,8
	F2	83,5	82,4	81,0
	F3	80,0	81,4	76,9
	F4	91,9	88,4	85,6
	F5	92,9	86,7	83,9
Volume específico mL g ⁻¹	FC	1,38±0,01 ^{eA}	1,36±0,02 ^{dA}	1,32±0,03 ^{dA}
	F1	1,26±0,03 ^{dB}	1,24±0,03 ^{bB}	1,16±0,02 ^{bcA}
	F2	1,16±0,02 ^{cA}	1,25±0,02 ^{bA}	1,15±0,02 ^{aA}
	F3	1,16±0,03 ^{cA}	1,22±0,07 ^{bcB}	1,22±0,02 ^{bB}
	F4	1,10±0,01 ^{bA}	1,14±0,02 ^{aA}	1,17±0,01 ^{bcA}
	F5	1,04±0,01 ^{aA}	1,17±0,01 ^{bcB}	1,20±0,02 ^{bcB}

FC= Formulação controle 100% FT; F1= Formulação 1, 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2, 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3, 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4, 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5, 90% de FT e 10% de FCBV. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Pode-se observar que há interferência do tempo de congelamento (p>0,05), em algumas formulações (F1, F3 e F5), quanto ao volume específico. O tempo e a forma do sovamento manual, o tempo e a temperatura de fermentação podem ter efeito interferente no volume específico pães. A adição de FCBV também promoveu diferenças (p>0,05) no volume específico dos pães.

A adição de 30% de FBV (F2) não diferiu da formulação com 10% (F3) sem congelar. Por outro lado, nos tratamentos com 7 dias de congelamento as formulações contendo FBV não diferiram entre si. As formulações com adição de diferentes concentrações de FCBV (F4 e F5) diferiram entre si (p>0,05) antes do congelamento e quando armazenados por 7 dias, mas com 15 dias não houve diferença (p<0,05). Em todos os tempos de armazenamento, o volume específico dos pães adicionados de FBV ou FCBV foi menor que a FC (Tabela 5).

Os pães também foram avaliados quanto ao fator de expansão, que está relacionado com o espalhamento ou crescimento da massa durante o assamento, sendo que, quanto maior o fator de expansão, menor será o crescimento da massa.

No tempo inicial (sem congelamento) a amostra F5 (10% de FCBV) apresentou maior fator de expansão ($2,29 \pm 0,23$), significando menor crescimento da massa, como era de se esperar, devido à adição de maior concentração de FCBV, que possui elevado teor de cinzas e fibras (Tabela 2). A presença destes componentes danifica a rede de glúten durante o congelamento e afeta a habilidade da massa de reter o gás carbônico, resultando em menor volume dos pães (GUTKOSKI et al., 2005; OROI et al., 2013).

Para quantificação de amido resistente nos pães, foram analisadas apenas as formulações FC (controle, com 100% farinha de trigo), F1 (5% FBV), F3 (30% FBV) e F4 (5% FCBV). O teor de amido resistente dos pães assados foi avaliado sem congelamento prévios e com 15 dias de congelamento dos pães assados e os resultados são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Teor de amido resistente (%) para as formulações FC, F1, F3 e F4, nos tempos 0 e 15 dias de congelamento

Tempo de congelamento	FC	F1	F3	F4
Inicial	$3,04 \pm 0,68^c$	$4,90 \pm 0,11^b$	$8,69 \pm 0,37^a$	$4,65 \pm 0,77^b$
15 dias	$2,16 \pm 0,05^c$	$5,52 \pm 0,65^b$	$9,64 \pm 0,59^a$	$5,34 \pm 0,46^b$

Resultados expressos como média \pm desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05 FC= Formulação controle, 100% de farinha de trigo; F1= Formulação 1, 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde; F3= Formulação 3, 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde; F4= Formulação 4, 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde. Resultados expressos como média \pm desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05). ns ou * na mesma coluna representam resultados diferentes pelo Teste t (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

A partir dos resultados obtidos pode-se observar que somente as formulações F1, F3 e F4 apresentaram aumento na quantidade de amido resistente após o congelamento. As baixas temperaturas do armazenamento congelado, entre outras condições, como a baixa umidade do gel, podem influenciar a retrogradação do amido, transformando-o em amido resistente (TOVAR et al., 2002). O processo de retrogradação promove a formação de amido resistente (tipo III) (WALTER et al., 2005b). As adições das farinhas de banana verde promoveram o aumento do conteúdo de amido resistente nos pães, quando comparados com a formulação controle, sendo que o congelamento de até 15 promoveu um acréscimo do teor de amido resistente nos pães, mostrando assim que os parâmetros avaliados, como adição das farinhas e congelamento obtiveram bons resultados.

CONCLUSÕES

As farinhas de banana verde e casca de banana verde elaboradas apresentaram teor de fibra alimentar e amido resistente elevados, quando comparadas à farinha de trigo. As misturas de farinha de trigo com banana verde ou farinha de casca de banana verde apresentaram características viscoamilográficas diferenciadas quando comparada com a farinha controle. Além disso, as formulações com as maiores concentrações das farinhas de banana apresentaram menor a estabilidade da massa ao esforço mecânico e maior índice de tolerância à mistura indicando que elas são misturas médias a fracas. A adição de farinha de banana verde e de casca de banana verde nos pães congelados afetou os atributos volume específico e fator de expansão em algumas formulações. Assim, com 5% de substituição de farinha de trigo pela farinha de banana verde ou pela farinha de casca de banana verde é possível contribuir para o maior teor de amido resistente quando comparados com a formulação controle. A adição dessas farinhas em pão congelado resultou em um produto de panificação diferenciado, com aporte nutricional proveniente do teor intermediário de amido resistente, presente na farinha de banana verde e de casca de banana verde. O amido resistente não possui digestibilidade via amilases devido às características intrínsecas da estrutura dos grânulos (AR tipo II) e ao processo de retrogradação (AR tipo III) atuando juntamente com as fibras e promovendo efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação e/ou atenuação do nível de colesterol, ou de glicose no sangue.

Physical parameters and resistant starch concentration in frozen bread added of green banana flour

ABSTRACT

The frozen pasta production increasing has stimulated the demand for bread and other freshly baked products. The fortification of these products can be an alternative to the full use of food. Both the peel and the pulp of the green banana are possible to be applied in bakery products. Thus, the objective was to develop frozen breads with partial replacement of green banana flour (FBV) and green banana peel flour (FCBV). Six formulations were prepared: FC (100% wheat flour), F1 (5% FBV), F2 (10% FBV), F3 (30% FBV), F4 (5% FCBV) and F5 (10% FCBV). Flours, its mixtures and breads were evaluated in the initial, 7 and 15-day freezing times. The major constituents of FBV and FCBV were carbohydrates and dietary fiber. The resistant starch content in FBV was 9.85% and in FCBV 7.58%. The mixing stability and tolerance index of the mixtures resulted in the classification as medium to weak flours. The final viscosity of the flour's mixtures ranged from 139 to 246 RVU, with a similar tendency to retrograde. There was a reduction in the bread yield with the freezing times, with F5 varying in the specific volume and the lowest dough growth. The resistant starch content increased with the addition of FBV and FCBV, when compared to FC. Thus, as resistant starch it has slow digestibility and, together with dietary fibers, promote beneficial physiological effects to the organism.

KEYWORDS: Green banana. *Musa sp.* Flour blends. Bread making

REFERÊNCIAS

- AI, Y.; JANE, J. L. Gelatinization and rheological properties of starch. **Starch/Staerke**, v. 67, n. 3–4, p. 213–224, 2015. <https://doi.org/10.1002/star.201400201>
- ALMEIDA, E. L. **Efeito da adição de fibra alimentar sobre a qualidade de pão pré-assado congelado**. 2006. - Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2006.
- ALMEIDA, M. C. B. de M. et al. Characterization of prata banana (*Musa aab-prata*) starch: native and modified by annealing. **Starch/Staerke**, v. 72, n. 3–4, p. 1–25, 2020. <https://doi.org/10.1002/star.201900137>
- ANDRADE, B. A. et al. Produção de farinha de banana verde (*Musa spp.*) para aplicação em pão de trigo integral. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. 1–10, 2018. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.5516>
- BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. de. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 333–339, 2009. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612009000200015>
- BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. E-book. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452004000300001>
- BRASIL. MAPA - 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 União**, [S. l.], 2005. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/normativos-cgqv/pocs/instrucao-normativa-no-8-de-02-de-junho-de-2005-farinha-de-trigo/view>> Acesso em dez.2020.
- CASTILHO, L. G.; ALCANTARA, B. M.; CLEMENTE, E. Desenvolvimento E Análise Físico-Química Da Farinha Da Casca, Da Casca in Natura E Da Polpa De Banana Verde Das Cultivares Maçã E Prata. **E-Xacta**, v. 7, n. 2, p. 107–114, 2014. <https://doi.org/10.18674/exacta.v7i2.1353>
- DAN, Milana Cara Tanasov. **Avaliação da potencialidade da farinha de banana verde como ingrediente funcional: estudo in vivo e in vitro**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- DEMIATE, I. M.; CEREDA, M. P. Some physico-chemical characteristics of modified cassava starches presenting baking property. **Energia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 36–46, 2000.
- DIAS, A. R. G. et al. Effects of annealing on the physicochemical properties and enzymatic susceptibility of rice starches with different amylose contents. **Food Chemistry**, v. 123, n. 3, p. 711–719, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.05.040>

GANDRA, K. M. et al. Aplicação de lipase e monoglicerídeo em pão de forma enriquecido com fibras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 182–192, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000100027>

GÓMEZ, M. et al. Effect of dietary fibre on dough rheology and bread quality. **European Food Research and Technology**, v. 216, n. 1, p. 51–56, 2003. <https://doi.org/10.1007/s00217-002-0632-9>

GUARIENTI, E. M. **Qualidade Industrial de Trigo**. EMBRAPA-CNPT: Documento 8, Passo Fundo, p. 27, 1993.

GUTKOSKI, L. C. et al. Efeito de ingredientes na qualidade da massa de pão de forma congelada não fermentada durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 460–467, 2005. <https://doi.org/10.1590/s0101-20612005000300012>

JAKSICS, E. et al. Complex rheological characterization of normal, waxy and high-amylose wheat lines. **Journal of Cereal Science**, v. 93, n. December 2019, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102982>

LEON, E. et al. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, v. 51, n. 3, p. 344–349, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.02.002>

LICHTEMBERG, L. A.; LICHTEMBERG, P. dos S. F. Avanços na Bananicultura Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. SPEC. ISSUE 1, p. 029–036, 2011. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452011000500005>

LIMA, A. G. B.; NEBRA, S. A.; QUEIROZ, M. R. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 1, p. 87–101, 2000. <https://doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v2n1p87-101>

LOBO, A. R.; DE LEMOS SILVA, G. M. Resistant starch and its physicochemical properties. **Revista de Nutrição**, v. 16, n. 2, p. 219–226, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732003000200009>

MARTINS, J. N. et al. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas comerciais Study of absorption of water in mixtures of wheat flours of different commercial brands. **Revista Verde**, v. 7, n. 4, p. 201–206, 2012.

MATSUDA, L. Y. **Concentração de amido resistente em pão francês pré-assado congelado: Aspectos tecnológicos**. 2007. - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, [s. l.], 2007.

MATSUGUMA, L. S. et al. Characterization of native and oxidized starches of two varieties of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*, B.) from two production areas of Paraná state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 3, p. 701–713, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132009000300022>

MENEZES, E. W.; LAJOLO, F. M. **Marcadores in vivo e in vitro de carboidratos**. In: LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. (org.). *Carboidratos em Alimentos Regionales Ibero Americanos*. 1. ed. São Paulo: Edusp, 2006. p. 309–340. E-book.

MORAES NETO, J. M. de et al. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa sp.*) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 316–318, 1998. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v2n3p316-318>

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, p. 1–6, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.06.044>

NANDEESH, K.; JYOTSNA, R.; VENKATESWARA RAO, G. Effect of differently treated wheat bran on rheology, microstructure and quality characteristics of soft dough biscuits. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 35, n. 2, p. 179–200, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00470.x>

OROI, T. et al. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 754–760, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013005000026>

PIZZINATTO, A. Qualidade da farinha de trigo: conceito, fatores determinantes e parâmetros de avaliação e controle. Campinas: ITAL, 1999. E-book.

RAMÍREZ-MAGANDA, J. et al. Nutritional properties and phenolic content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*) “Ataulfo” processing by-product. **Food Research International**, v. 73, p. 117–123, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.004>

SALAS-MELLADO, M. M.; CHANG, Y. K. Effect of formalin on the quality of frozen bread dough. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 06, p. 461–468, 2003. <https://doi.org/10.1590/S1516-89132003000300018>

SILVA, A. dos A.; BARBOSA JUNIOR, J. L.; JACINTHO BARBOSA, M. I. M. Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2252–2258, 2015. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140332>

SIVAM, A. S. et al. Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: A review. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 8, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01815.x>

TOVAR, J. et al. Resistant starch formation does not parallel syneresis tendency in different starch gels. **Food Chemistry**, v. 76, n. 4, p. 455–459, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(01\)00306-5](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(01)00306-5)

TRIBESS, T. B. et al. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 1022–1025, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.12.017>

WALTER, M. et al. Amido disponível e resistente em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, v. 16, n. May, p. 39–43, 2005 a.

WALTER, M. et al. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, v. 35435, n. 4, p. 974–980, 2005 b. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000400041>

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos: normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. E-book.

Recebido: 02 jun. 2020.

Aprovado: 24 out. 2020.

Publicado: 31 dez. 2020.

DOI: 10.3895/rbta.v14n2.12487

Como citar:

PINTO, Vania Zanella; FRANCO, Soliane Helen. Parâmetros físicos e concentração de amido resistente em pão congelado com adição de farinha de banana verde. **R. bras. Technol. Agroindustr.**, Francisco Beltrão, v. 14, n. 2, p. 3380-3398, jul./dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Vânia Zanella Pinto

BR-158, s/n - Zona Rural, Laranjeiras do Sul, Paraná, Brasil. CEP: 85301-970

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

