

Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados

Characterization of native and modified cassava starches and their use in baked products

Krischina Singer APLEVICZ^{1*}, Ivo Mottin DEMIATE²

Resumo

O amido de mandioca é utilizado como ingrediente principal na fabricação de biscoitos e pão de queijo. O polvilho azedo é um produto artesanal, sem padrão de qualidade estabelecido, com problemas de higiene em seu processamento e de oferta. O trabalho teve como objetivo caracterizar amidos de mandioca nativos e modificados e testá-los na elaboração de pão de queijo e biscoito de polvilho. As principais características que diferem o polvilho azedo do amido de mandioca nativo, também denominado polvilho doce são: acidez, grau de expansão, viscosidade, claridade de pasta, sinérese e poder redutor. Foram aplicados nos produtos panificados quatro tipos de amidos, sendo polvilho doce, azedo, amido modificado com peróxido de hidrogênio e amido modificado comercial Expandex[®] 160003. Obtidos os produtos panificados, foi determinada a composição físico-química e observado que os tipos de amidos influenciaram nas características internas, externas e no sabor. Os produtos panificados foram submetidos à análise sensorial de aceitabilidade, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos, com provadores não-treinados. As amostras de pão de queijo contendo amido modificado oxidado com peróxido de hidrogênio foram as que apresentaram o melhor resultado entre as formulações. Para as amostras de biscoito de polvilho, as elaboradas com polvilho azedo e com Expandex[®] 160003 foram superiores e não diferiram estatisticamente.

Palavras-chave: polvilho; pão de queijo; biscoito de polvilho.

Abstract

Cassava starch is used as the main ingredient in the production of biscuits and Brazilian cheese bread. The processing and sale of sour cassava starch – an artisanal product with no established standard of quality – is marked by hygiene problems and its commercial availability is uncertain. The purpose of this study was to characterize native and modified cassava starches and test them in cheese bread and cassava starch biscuit recipes. The main characteristics that differentiate sour starch from native cassava starch are its acidity, degree of expansion, viscosity, clarity of the starch paste, freeze-thaw stability and reducing power. Four different starches were used in the production of baked products: native cassava starch, sour cassava starch, starch modified with hydrogen peroxide and a commercial modified starch named Expandex[®] 160003. The baked products were evaluated to determine their physicochemical properties and to assess how the different starches affected the products' internal and external characteristics and flavor. The baked samples were subjected to a sensory analysis of acceptability on a nine-point hedonic scale by untrained tasters.

The cheese bread samples containing modified starch oxidized with hydrogen peroxide showed the best results. In the case of the cassava starch biscuits, those made with sour cassava starch and Expandex[®] 160003 showed the best results, which did not differ statistically.

Keywords: cassava starch; Brazilian cheese bread; cassava starch biscuits.

1 Introdução

A mandioca é uma das mais tradicionais culturas agrícolas brasileiras, sendo cultivada em praticamente todo o território nacional. Na Região Sul concentram-se as unidades processadoras de farinha e amido²⁷. O amido de mandioca apresenta características físico-químicas de grande interesse industrial, mas como sua aplicação ocorre principalmente em países tropicais, surge a necessidade do desenvolvimento de amidos que apresentem novas propriedades funcionais. Nos países da América do Sul, existe a produção de amido de mandioca fermentado e seco ao sol, produto conhecido por polvilho azedo. Esse amido é capaz de gerar massas que, quando assadas, se expandem sem a necessidade de adição de fermento ou de processo de extrusão^{9,11}.

Amido é o produto amiláceo extraído de partes comestíveis de cereais, tubérculos, raízes e rizomas. A RDC nº 263 de setembro de 2005 regulamenta os produtos de cereais, amidos,

farinhas e farelos e fixa o padrão de umidade para o amido de mandioca em um valor limite de 18% ($\text{g}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)².

O amido quando extraído das plantas, sem alteração, denomina-se nativo, tendo ampla aplicação em diversos setores como indústria têxtil, de papel, farmacêutica, siderúrgica, plástica e alimentícia⁴. A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos e assim aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais^{18,28}.

O amido, submetido à modificação por oxidação, adquire propriedades funcionais de interesse industrial, tais como a capacidade de geração de pastas fluidas com alto teor de sólidos, elevada transparência e resistência à retrogradação^{24,26}. CEREDA e VILPOUX⁵ citam a oxidação pelo uso de peróxido de hidrogênio, com a obtenção de amido modificado que poderia ser utilizado em alimentos. O Departamento de Higiene Ambiental e Alimentar de Hong Kong¹³ considera que a ingestão de pequena quantidade de peróxido de hidrogênio não produz efeitos tóxicos devido à rápida decomposição química promovida pela enzima catalase das células intestinais. Relatam que o peróxido de hidrogênio é instável ao entrar em contato com alguns tipos de alimentos e também após o cozimento destes.

Recebido para publicação em 2/4/2006

Aceito para publicação em 18/7/2007 (001723)

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – CEFET - SC,

Av. 14 de Julho, 150, CEP 88075-010, Florianópolis - SC, Brasil,

E-mail: krischina_aplevicz@yahoo.com.br

² Departamento de Engenharia de Alimentos,

Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748,

CEP 84030-900, Ponta Grossa - PR, Brasil

*A quem a correspondência deve ser enviada

Entre os amidos de mandioca modificados para aplicação em produtos panificados, destaca-se a linha Expandex® da Empresa *Corn Products* Brasil; ingredientes esses que foram desenvolvidos para a fabricação de pão de queijo.

Pão de queijo é um produto tradicionalmente mineiro, obtido a partir da mistura de polvilho com água ou leite, queijo, sal e gordura, podendo variar o tipo de polvilho (doce, azedo ou a mistura destes). MINIM et al.¹⁹ relataram que o pão de queijo não apresenta um padrão de qualidade estabelecido, não existindo uma tecnologia de produção, caracterização ou tipificação do produto. Existem duas formas principais de comercialização de pães de queijo pré-preparados: as pré-misturas, que são produtos nos quais se adicionam queijo, ovos, água entre outros ingredientes, dependendo da massa; e os pães de queijo congelados, que necessitam de aquecimento antes de serem consumidos¹⁷.

Existem várias formulações de biscoito de polvilho no mercado, algumas incluindo, além de polvilho azedo, polvilho doce, farinha de milho, água, leite, ovos e sal. Na fabricação de biscoitos de polvilho escaldados, o polvilho azedo proporciona ao produto sabor agradável, com crosta fina, crocante, maior volume, além de maior absorção em água, fazendo com que se obtenha maior rendimento em biscoitos²⁰. Durante o forneamento, os grânulos da superfície são desidratados e os do interior gelatinizados, provocando a expansão do biscoito³. O biscoito de polvilho azedo pode ser enquadrado em uma categoria de produtos com baixo valor agregado, em função de suas características de qualidade. É um produto regional e sua tecnologia de fabricação não segue uma padronização, sendo necessário o estabelecimento de padrões de qualidade para que a cadeia de produção possa se desenvolver.

O trabalho teve como objetivo caracterizar amidos de mandioca nativos e modificados e testá-los na elaboração de pão de queijo e biscoito de polvilho.

2 Material e métodos

2.1 Material

Amostras de polvilho azedo (PA) e doce (PD) de sete diferentes marcas foram adquiridas no comércio local; as amostras de polvilho azedo e doce utilizadas na elaboração de pão de queijo e biscoito de polvilho foram cedidas pela Indústria Pinduca; e as amostras de amidos comerciais modificados Expandex® 160003 (EX1) e 160103 (EX2) foram cedidas pela empresa *Corn Products* Brasil. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

2.2 Métodos

Modificação do amido por tratamento oxidativo com peróxido de hidrogênio

O amido foi submetido a tratamento por oxidação com peróxido de hidrogênio por 15 minutos à temperatura ambiente. Foram adicionados sulfato de ferro e peróxido de hidrogênio (1,25%) de acordo com a amostra a ser obtida. A amostra foi

lavada com água deionizada para remover o excesso de reagentes e filtrada em papel qualitativo Whatman nº 2, com auxílio de bomba de vácuo (-490 mmHg). A amostra foi seca em estufa de circulação forçada a 45 °C por 24 horas, moída com auxílio de almofariz e pistilo e passada em peneira de 80 mesh. Esta metodologia foi adaptada de TAKIZAWA et al.²³.

Propriedades viscoamilográficas dos amidos

As propriedades viscoamilográficas dos amidos foram determinadas de acordo com o método 22-10 da AACCI¹ em Viscoamilógrafo Brabender (Duisburg), nº 176513, tipo 801301, com velocidade de rotação de 75 rpm e cartucho com sensibilidade de 700 cmgf. Depois de determinada a umidade dos polvilhos, as amostras foram pesadas com base em 14% de umidade e misturadas em 450 mL de água destilada, de forma a se ter suspensões com concentração de 6% p.v⁻¹. A temperatura inicial foi de 50 °C. A suspensão de amido foi aquecida a uma taxa de 1,5 °C por minuto, desde 50 °C até 95 °C, permanecendo nessa temperatura por 30 minutos, sendo em seguida resfriada a 50 °C. Foram feitas duas repetições de cada amostra.

Clareza das pastas de amidos

A clareza de pasta foi determinada como descrito por CRAIG et al.⁷, utilizando suspensões de amido (1% p.v⁻¹) em água deionizada. A suspensão foi gelatinizada e mantida durante 30 minutos, em banho com água fervente, com agitação de 30 segundos a cada 5 minutos. A solução foi agitada e resfriada à temperatura ambiente e a transmitância (%T) determinada a 650 nm utilizando espectrofotômetro FEMTO modelo 432. Foram feitas três repetições de cada amostra.

Resistência a ciclos de congelamento e descongelamento dos amidos

As amostras foram suspensas na proporção de 8% (p.p⁻¹) em água deionizada, gelatinizadas e mantidas em água fervente e agitação por 10 minutos. O gel foi dividido em três porções de 50 g e congelado (-18 °C) em embalagens plásticas herméticas. As amostras foram submetidas a três ciclos de congelamento; cada um de 72 horas. Todas as amostras, do primeiro, segundo e terceiro ciclo, foram congeladas a -18 °C e descongeladas a 45 °C por três horas⁶. Foram feitas três repetições de cada amostra.

Poder redutor dos amidos

O poder redutor foi determinado utilizando-se a redução de cianeto férrico para cianeto ferroso pelo amido, tendo como precipitado um composto com zinco. Os íons férricos em excesso reduzem I⁻ e este é titulado com tiosulfato¹⁶. O resultado foi expresso em mg Cu.100 g⁻¹ de amido. Foram feitas três repetições de cada amostra.

Elaboração dos produtos panificados

Foram elaboradas quatro formulações de pães de queijo e de biscoitos de polvilho, diferenciando apenas o tipo de amido

de mandioca utilizado: polvilho doce (PD), polvilho azedo (PA), amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio (PE) e amido de mandioca comercial Expandex® 160003 (EX). A porcentagem dos ingredientes utilizados nas formulações de pães de queijo e de biscoitos de polvilho encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidade dos ingredientes utilizados nas formulações de pão de queijo e de biscoito de polvilho.

Ingredientes	Quantidade (g)	
	Pão de queijo	Biscoito de polvilho
Polvilho	160	250
Leite	50	68
Água	50	200
Óleo	30	24
Sal	2,4	7
Ovo líquido	55	55
Queijo	80	-

Avaliação da composição química dos produtos panificados

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa a 105 °C por 6 horas; as cinzas foram obtidas por carbonização prévia seguida de incineração completa em mufla a 550 °C por 6 horas; o teor de lipídios das amostras foi determinado gravimetricamente após extração com hexano em extrator Soxhlet; para a determinação das proteínas foi usado o método de Kjeldahl, e fator de conversão de nitrogênio em proteínas de 6,25¹⁴. Foram feitas três repetições de cada amostra por análise.

Propriedade de expansão dos amidos e dos produtos panificados

Na obtenção das massas para avaliação da propriedade de expansão, 12 g de amido foram parcialmente gelatinizados com 10 mL de água deionizada em ebulição. Após a homogeneização manual do amido, a massa foi dividida em três esferas com pesos iguais, sendo levadas a um forno elétrico pré-aquecido a 200 °C e assadas por 25 minutos. As esferas expandidas e resfriadas foram pesadas, impermeabilizadas com parafina fundida e seus volumes medidos pelo deslocamento de água em proveta graduada. O resultado da expansão foi expresso em volume específico, em mL.g⁻¹⁹. Foram feitas três repetições de cada amostra.

Análise sensorial dos produtos panificados

A análise sensorial dos produtos foi realizada por meio do teste de aceitação¹⁵. Cada amostra foi testada por um grupo de cem provadores não-treinados, os quais marcaram em uma ficha a impressão que o produto, como um todo, lhes causou. Para este teste foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei muitíssimo, 5 = indiferente, 1 = desgostei muitíssimo). As expressões foram convertidas a valores numéricos e analisadas.

Foi realizado teste de intenção de compra da amostra elaborada com amido modificado oxidado com peróxido de hidrogênio, a fim de se avaliar a sua aplicação em produtos panificados. Neste a escala utilizada foi de 5 pontos (5 = certamente compraria, 3 = indiferente, 1 = certamente não compraria)⁸.

Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, utilizando-se o programa Microsoft Excel versão 2001. Para as amostras obtidas neste estudo, o produto foi considerado aceito quando a nota média correspondeu a $7 \pm 0,5$, conforme STONE e SIDEL²².

3 Resultados e discussão

3.1 Determinação das propriedades viscoamilográficas dos amidos

As pastas de polvilho azedo se mostraram menos viscosas que as de polvilho doce, apresentando menor estabilidade à agitação e menor capacidade de retrogradação. Observa-se na Figura 1 que há diferença entre as amostras de polvilho azedo, sendo que o pico de viscosidade variou de 260 a 320 UB. Isto ocorre devido às alterações causadas pelo ácido nos grânulos de amido durante a fermentação, resultando em grânulos danificados²¹.

A Figura 2 mostra que quando se atingiu 95 °C os valores de viscosidade dos polvilhos doces variaram de 220 a 420 UB. Ao final de 30 minutos à temperatura de 95 °C, as amostras tiveram uma queda na viscosidade, variando de 80 a 260 UB. O pico de viscosidade variou de 480 a 850 UB. Pode-se verificar que para a amostra Expandex® 160003 o pico de viscosidade

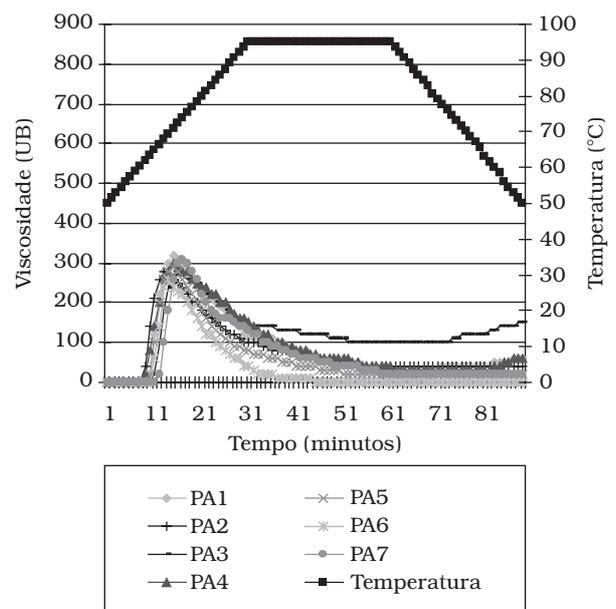


Figura 1. Viscoamilogramas das amostras de polvilho azedo, em função do tempo (minutos) (UB - Unidades Brabender).

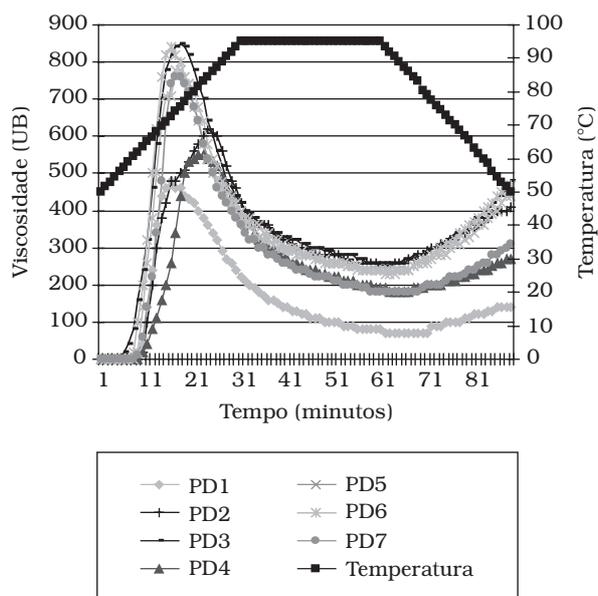


Figura 2. Viscoamilogramas das amostras de polvilho doce, em função do tempo (minutos) (UB - Unidades Brabender).

foi de 570 UB. A amostra Expandex® 160103 apresentou uma viscosidade alta, de 730 UB. A amostra de amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio teve uma baixa viscosidade, sendo seu pico máximo de 60 UB. Os resultados estão ilustrados na Figura 3.

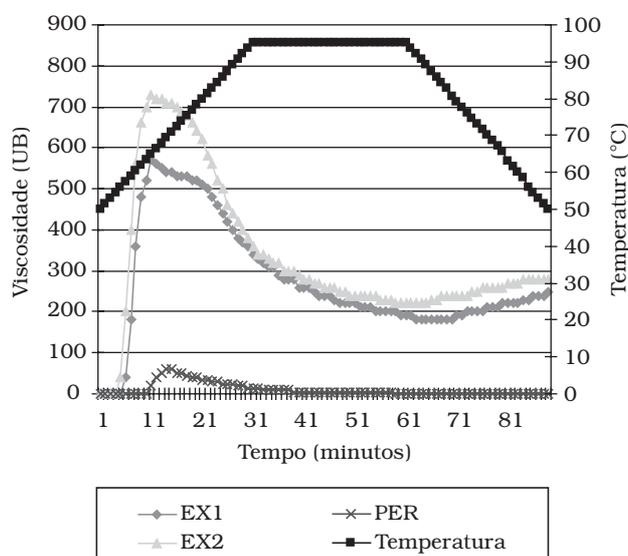


Figura 3. Viscoamilogramas das amostras de amidos de mandioca modificados, em função do tempo (minutos) (UB - Unidades Brabender).

Tabela 2. Valores de claridade de pasta (%T) em amostras de polvilho azedo, doce e amidos comerciais modificados.

	Estatística descritiva					
	Média	Mínimo	Máximo	Amplitude	Desvio padrão	C.V. %
Polvilho azedo (n = 7)	72,37	59,60	81,70	22,10	8,17	11,28
Polvilho doce (n = 7)	55,70	50,70	66,80	16,10	5,95	10,69
Amidos Comerciais modificados (n = 2)	71,15	69,10	73,20	4,10	2,90	4,07

DEMIATE et al.¹² pesquisaram as características viscoamilográficas de amidos de mandioca oxidados com permanganato de potássio 0,1 N e ácido láctico ou cítrico 1%, utilizando o analisador rápido de viscosidade (RVA) em diferentes valores de pH. Essas amostras apresentaram menores picos de viscosidade e estabilidade ao cozimento principalmente quando analisadas em pH 7,0.

3.2 Determinação da claridade das pastas dos amidos

Com relação à claridade de pasta, que consta na Tabela 2, foi observado que o polvilho azedo apresenta média de transmitância de 72,37% e coeficiente de variação de 11,28%. As amostras de amidos comerciais modificados apresentaram um valor próximo às de polvilho azedo, com média de 71,15%. Esses amidos apresentaram coloração branco-opaca, o que pode estar associado ao comportamento distinto durante a gelatinização ou a intensa reassociação entre as cadeias. As amostras com polvilho doce apresentam valores entre 50,70% e 66,80%, com um coeficiente de variação de 10,69%. O amido de mandioca modificado com peróxido de hidrogênio formou pasta com transmitância de 93,8%. WANG; WHITE e POLLAK²⁵ afirmaram que amidos com alto teor de amilose apresentam menores valores de transmitância.

3.3 Determinação de ciclos de congelamento e descongelamento dos amidos

A análise de resistência a ciclos de congelamento e descongelamento é importante para caracterizar um tipo de amido em termos de sua aplicabilidade em alimentos que devem ser refrigerados e/ou congelados, visto que a liberação de água é prejudicial à qualidade do produto final. Conforme mostram os resultados na Figura 4, a porcentagem de água liberada das pastas foi aumentando em relação aos ciclos, sendo o 3º ciclo aquele que promoveu a maior liberação de água. As pastas de polvilho azedo liberaram mais água que as de polvilho doce, o que pode influenciar na maior utilização do polvilho doce na composição de massas de pão de queijo congeladas. A amostra com amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio apresentou a maior liberação de água dentre todas as amostras, o que se deve ao processo de modificação por oxidação. A fragmentação das cadeias constituintes do amido durante o tratamento químico pode ser associada com a elevada liberação de água devido à reassociação molecular intensiva²³.

3.4 Determinação do poder redutor dos amidos

O amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio apresentou o maior valor de poder redutor, com 36,64 mg Cu.g⁻¹ de amido, por ter mais cadeias redutoras

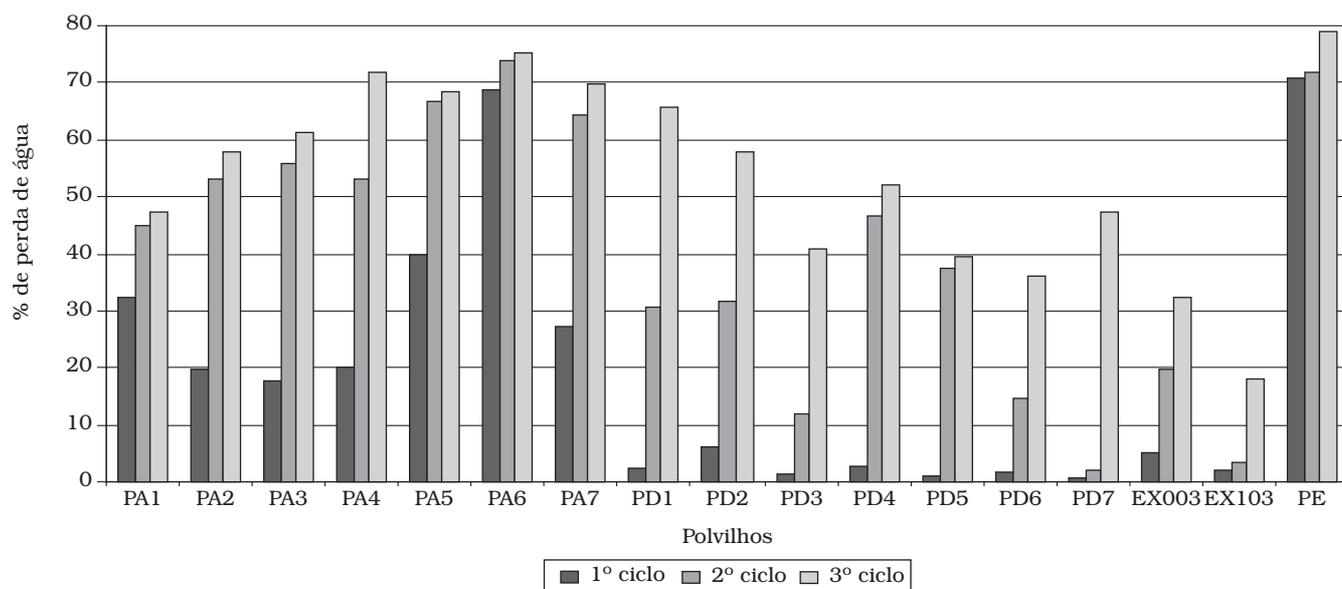


Figura 4. Liberação de água das pastas de amidos de mandioca após ciclos de congelamento/descongelamento.

devido ao processo de modificação. O polvilho azedo apresentou um valor próximo, de 25,37 mg Cu.g⁻¹ de amido, o que pode estar relacionado à ação da acidez neste produto. Para o polvilho doce foi encontrado 20,51 mg Cu.g⁻¹ de amido e para a amostra de Expandex® 160003 o valor de 14,06 mg Cu.g⁻¹ de amido. TAKIZAWA et al.²³ encontraram 38,9 mg Cu.g⁻¹ em amido de mandioca modificado com permanganato de potássio e ácido láctico.

3.5 Determinação da expansão dos amidos e dos produtos panificados

Na análise de expansão, as amostras de polvilho azedo apresentaram um valor médio de 7,4 mL.g⁻¹, que variou de 4,1 a 10,8 mL.g⁻¹, numa amplitude de 6,7 mL.g⁻¹, o que indica que estas amostras apresentaram qualidade heterogênea. Para panificação, quanto maior a expansão melhor a qualidade do polvilho azedo. Os valores médios obtidos para os amidos de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio e

comercial Expandex® 160003 foram superiores ao do polvilho azedo, com 11,7 mL.g⁻¹ e 14,1 mL.g⁻¹, respectivamente. O grau de expansão médio encontrado para as amostras de polvilho doce foi de 3,9 mL.g⁻¹, apresentando uma amplitude de 3,5 mL.g⁻¹, revelando uma grande variação em relação a essa característica.

As amostras de pães de queijo apresentaram valores de expansão entre 3,5 e 4,8 mL.g⁻¹. Estes valores estão reportados na Tabela 3. As amostras com polvilho azedo (PA) e com amido modificado oxidado com peróxido de hidrogênio (PE) apresentaram os maiores valores de expansão. A amostra de maior valor, com 4,8 mL.g⁻¹, foi modificada para apresentar a propriedade de expansão. O pão de queijo obtido com polvilho doce apresentou o menor valor de expansão, visto que é um ingrediente com limitada capacidade de expansão.

De acordo com a Tabela 4, pode ser observado que as amostras de biscoitos de polvilho apresentaram valores de expansão entre 3,3 e 8,5 mL.g⁻¹. A amostra com polvilho aze-

Tabela 3. Composição centesimal em base úmida e expansão de pães de queijo obtidos com os amidos.

Fécula	Umidade %	Cinzas %	Gordura %	Proteína %	Carboidratos totais* %	Expansão mL.g ⁻¹
PD	21,1 ± 0,4	2,1 ± 0,1	16,6 ± 0,1	8,5 ± 0,2	51,8	3,5 ± 0,4
PA	20,7 ± 0,6	1,9 ± 0,02	17,0 ± 0,6	6,8 ± 0,5	53,7	6,8 ± 0,3
PE	24,1 ± 0,5	2,1 ± 0,1	17,0 ± 0,6	9,0 ± 0,3	47,9	9,0 ± 0,1
PX	24,8 ± 1,5	2,2 ± 0,1	16,3 ± 0,1	9,6 ± 0,3	47,2	9,6 ± 0,1

*Determinado por diferença; PD = polvilho doce; PA = polvilho azedo; PE = amido modificado oxidado com peróxido de hidrogênio; e EX = amido modificado comercial expandex 160003.

Tabela 4. Composição centesimal em base úmida e expansão de biscoitos de polvilho obtidos com os amidos.

Fécula	Umidade %	Cinzas %	Gordura %	Proteína %	Carboidratos totais* %	Expansão mL.g ⁻¹
PD	22,1 ± 2,3	2,8 ± 0,1	2,6 ± 0,3	2,2 ± 0,1	70,4	3,3 ± 0,3
PA	22,2 ± 1,7	2,2 ± 0,1	2,5 ± 0,4	2,2 ± 0,2	70,8	8,5 ± 0,4
PE	24,4 ± 0,4	2,4 ± 0,04	2,2 ± 0,2	2,4 ± 0,02	68,7	7 ± 0,2
PX	24,3 ± 1,4	2,6 ± 0,01	2,3 ± 0,7	2,7 ± 0,1	68,1	7,3 ± 0,2

*Determinado por diferença; PD = polvilho doce; PA = polvilho azedo; PE = amido modificado oxidado com peróxido de hidrogênio; e EX = amido modificado comercial expandex 160003.

do apresentou maior grau de expansão, com 8,5 mL.g⁻¹. Este resultado já era esperado devido às propriedades conhecidas do polvilho azedo. O produto com polvilho doce apresentou o menor valor de expansão, com 3,3 mL.g⁻¹, visto que é um produto que não tem a propriedade de expandir. Para os outros constituintes, cinzas, lipídios e proteínas, a variação entre as formulações não foi expressiva.

DEMIATE et al.¹⁰ afirmaram que o volume específico apresenta-se como uma das características mais adequadas para a caracterização do polvilho azedo utilizado em biscoitos de polvilho, uma vez que há relação entre a expansão e o peso do produto, existindo uma relação com o grau de qualidade.

3.6 Avaliação sensorial dos produtos panificados

Na Tabela 5, podem-se observar as notas dadas aos produtos panificados no teste de aceitabilidade. Foi aplicada a ANOVA (análise de variância) aos resultados e verificou-se que houve diferença significativa entre a aceitabilidade das amostras em nível de 5%. A diferença mínima significativa (DMS) entre as amostras foi determinada através do Teste de Tukey.

A partir dos valores das médias dos pães de queijo obtidas pelo teste de aceitação, verifica-se ausência de diferença significativa entre as amostras de polvilho azedo, amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio e amido de mandioca modificado comercial Expandex® 160003.

Por meio dos resultados do teste afetivo dos biscoitos de polvilho pode-se verificar uma aceitação próxima para as formulações contendo polvilho azedo e amido de mandioca modificado comercial Expandex® 160003 e a ausência de diferença significativa entre as amostras produzidas com amido nativo e com amido modificado com peróxido de hidrogênio.

Tabela 5. Quadro das médias da aceitabilidade das amostras de pães de queijo e biscoitos de polvilho.

Amidos	Pão de queijo	Biscoito de polvilho
PD	5,87 ^a	5,97 ^a
PA	6,96 ^b	6,77 ^b
PE	7,11 ^b	6,08 ^a
EX	6,98 ^b	6,79 ^b

Médias seguidas de letras distintas, diferem entre si, pelo Teste de Tukey, em nível de 5%.

Foi realizado um teste para verificação da intenção de compra das amostras de pão de queijo e biscoito de polvilho com amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio. Esse amido foi o escolhido por ser interessante sua aplicação em produtos panificados e não ser encontrado no comércio. Conforme a Figura 5, 32% dos provadores de pão de queijo certamente comprariam o produto e 38% provavelmente o comprariam. De acordo com a Figura 6, 13% dos provadores de biscoito de polvilho certamente comprariam o produto e 31% provavelmente o comprariam. O atributo não apreciado foi a aparência ruim do biscoito de polvilho, que ocorre devido à coloração diferente em relação às outras amostras.

4 Conclusão

O amido modificado com peróxido de hidrogênio, assim como o polvilho azedo, apresentou elevada expansão o que

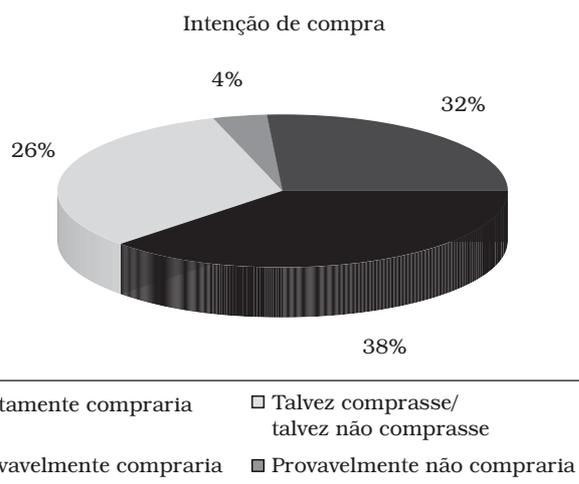


Figura 5. Intenção de compra do pão de queijo elaborado com amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio.

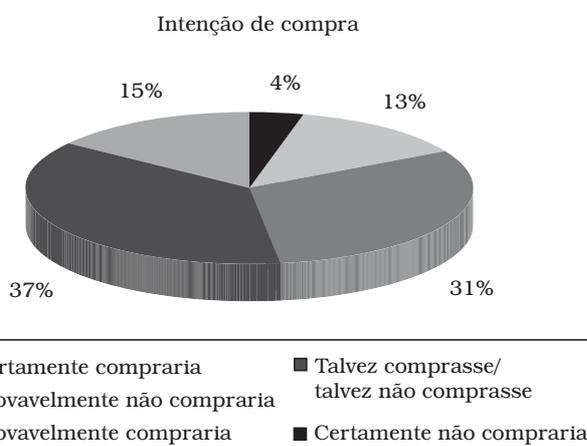


Figura 6. Intenção de compra de biscoitos de polvilho elaborados com amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio.

é desejável para a preparação de pão de queijo e biscoito de polvilho.

O amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio apresentou uma curva de viscosidade distinta das outras amostras, com pico de viscosidade mais baixo e maior instabilidade ao cozimento. Com relação à claridade de pasta foi observado que o amido de mandioca modificado por oxidação com peróxido de hidrogênio apresentou maior porcentagem de transmitância.

As pastas de polvilho azedo liberaram mais água que as de polvilho doce, o que pode influenciar na maior utilização do polvilho doce na composição de massas de pães de queijo congeladas.

O amido de mandioca modificado oxidado com peróxido de hidrogênio apresentou o maior valor de poder redutor devido ao processo de modificação. Esse amido pode ser aplicado em produtos panificados pela sua propriedade de expandir, como o polvilho azedo.

O teste de aceitabilidade permitiu concluir que, para a produção de pão de queijo, os amidos Expandex® 160003, oxidado com peróxido de hidrogênio e polvilho azedo foram superiores ao amido nativo enquanto que para a produção de biscoito de polvilho, o Expandex® 160003 e o polvilho azedo foram os melhores ingredientes.

Considerando-se os resultados da análise sensorial de aceitação e intenção de compra do pão de queijo com amido de mandioca oxidado com peróxido de hidrogênio, conclui-se que esse amido pode ser utilizado nesse produto.

Para os biscoitos de polvilho indica-se a utilização de Expandex® 160003 e polvilho azedo, pois foram as formulações que apresentaram os melhores resultados. O biscoito elaborado com amido de mandioca oxidado com peróxido de hidrogênio teve um grau de aceitação menor que pode estar relacionado à aparência dos biscoitos, com coloração mais escura em relação às outras amostras, decorrente da modificação química do amido.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Ponta Grossa) pela utilização dos laboratórios de panificação e de análise sensorial e à Empresa Paranaense de Classificação de Produtos (Claspar) de Maringá pela realização das análises viscoamilográficas. Da mesma forma, agradecemos às Empresas Pinduca, Corn Products Brasil e Frimesa pela doação de matérias-primas para o estudo.

Referências bibliográficas

1. AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 8 ed. v. 1-2. Saint Paul: 1983.
2. BRASIL. Resolução, n. 263 de setembro 2005. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 368-369.
3. CAMARGO, C. et al. Functional properties of sour cassava (*Manihot utilissima*) starch: polvilho azedo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 45, n. 3, p. 273-289, 1988.
4. CEREDA, M. P. Amidos modificados. **Boletim Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 31-36, jan./jun. 1996.
5. CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas** São Paulo: Fundação Cargill, v. 4, 2003.
6. CEREDA, M. P.; WOSIACKI, G. Characterization of *pinhão* starch. Part II. Rheological properties of the pastes. **Starch/ Stärke**, v. 37, n. 12, p. 404-407, 1985.
7. CRAIG, S. A. S. et al. Starch paste clarity. **Cereal Chemistry**, v. 66, n. 3, p. 173-182, 1989.
8. DELLA TORRE, J. C. de M. et al. Perfil sensorial e aceitação de suco de laranja pasteurizado minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 105-111, maio/ago. 2003.
9. 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.
10. DEMIATE, I. M. et al. Características de qualidade de amostras de polvilho azedo produzido ou comercializado no Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 40, n. 2, p. 321-330, jun. 1997.
11. DEMIATE, I. M. et al. Características de qualidade de polvilho azedo. Parte 3 – Rio Grande do Sul. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra**. v. 4, n. 1, p. 97-112, 1998.
12. DEMIATE, I. M. et al. Viscographic characteristics of chemically modified cassava starches assessed by RVA. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra**. v. 11, n. 1, p. 7-17, 2005.
13. DEPARTAMENTO DE HIGIENE AMBIENTAL E ALIMENTAR DE HONG KONG. Disponível em: <http://www.fehd.gov.hk/safefood/report/h_peroxide/>. Acesso em: 22 dez. 2005.
14. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3 ed. São Paulo: IAL, 1985, v. 1, 533 p.
15. FARIA, E. V. de; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de análise sensorial**. Campinas: ITAL/LAFISE, 2002, 116 p.
16. INTERNATIONAL STARCH INSTITUTE. **Determination of reductive power in starch**. Disponível em: <<http://home3.inet.tele.dk/starch/isi/methods/35reu.htm>>. Acesso em: 22 jul. 2001.
17. KECHICHIAN, V. Aromas para pão de queijo. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. S. **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p. 83-86, 2000.
18. LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce - um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 343-345, 1998.
19. MINIM, V. P. R. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2000.
20. PEREIRA, A. J. G. **Fatores que afetam a qualidade do pão de queijo**. Belo Horizonte: CETEC, 1998.
21. PEREIRA, J. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo**. 2001, 222 p. Tese (Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
22. STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Academic Press: San Diego, 1993.
23. TAKIZAWA, F. F. et al. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 6, p. 921-931, nov. 2004.
24. TORNEPORT L. J.; SALOMONSSON, B. A. C.; THEANDER, O. Chemical characterization of bromide oxidized potato starch. **Starch/ Stärke**. v. 42, n. 11, p. 413-417, 1990.
25. WANG, Y. J. WHITE, P.; POLLAK, L. Physicochemical properties of starches from mutant genotypes of the Oh43 inbred line. **Cereal Chemistry**, v. 7, n. 2, p. 199-203, 1993.
26. WING, R. E. Oxidation of starch by thermo chemical processing. **Starch/ Stärke**. v. 46, n. 11, p. 414-418, 1994.
27. WOSIACKI, G.; CEREDA, M. Valorização dos resíduos do processamento de mandioca. **Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra**, v. 8, n. 1, p. 27-43, 2002.
28. WURZBURG, O. B. **Modified starches: properties and uses**. Boca Raton : CRC Press, 1986. 277 p.