AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO AMIDO RESISTENTE, INULINA E POLIDEXTROSE APLICADOS EM PÃO DE FORMA

Performance evaluation of resistant starch, inulin and polydextrose in bread

SETIN, Jaciara Coelho
Faculdade de Jaguariúna / Ingredion Brasil Ing. Ind. Ltda.

NUNES DA SILVA, Vera Sônia
Faculdade Jaguariúna / Instituto de Tecnologia de Alimentos.

Resumo: O pão é um alimento presente na mesa das famílias brasileiras e ultimamente esta sendo alvo de estudo para a inclusão de fibras, já que a elas são atribuídos efeitos positivos como a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como obesidade e as doenças cardiovasculares. Além disso, os consumidores estão à procura de produtos mais saudáveis para a manutenção da saúde, além de preservar as características físicas dos produtos convencionais. Dentro deste contexto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver pães de forma com diferentes fontes de fibras (inulina, polidextrose e amido resistente) e avaliar seu desempenho em relação às suas propriedades físicas. O pão com amido resistente apresentou o melhor resultado de volume, sendo que o resultado do atributo “maciez” foi superior ($p<0,05$) às outras amostras. O trabalho atingiu o objetivo proposto, que foi a produção de pães com formulação alternativa, originando produtos de aparência similar ao pão de forma tradicional.

Palavras-chaves: Fibras alimentares; pão; propriedades físicas.

Abstract: Bread is a food present in the table of Brazilian families and lately this being the subject of study for the inclusion of dietary fibers, since these are assigned important factors such as the prevention of chronic noncommunicable diseases (NCDs), such as obesity and cardiovascular disease. Furthermore, consumers are looking for healthier products to maintenance of health, in addition to preserving the physical characteristics of conventional products. Within this context, the aim of this study was to develop pan bread with different sources of dietary fiber (inulin, polydextrose and resistant starch) and evaluate their performance in relation to its physical properties. The bread with resistant starch showed the best result of volume, and the result of the attribute "softness" was higher ($p<0.05$) than other samples. The work reached the proposed goal, which was to produce breads with alternative formulation, resulting in products with similar physical characteristic to the traditional bread.

Key-words: Dietary fiber; bread; physical properties.

---

[1] Estudo publicado em forma de pôster no XIII Encontro de Iniciação Científica - ENIC 2014,

Faculdade de Jaguariúna.

INTRODUÇÃO

O termo panificação se aplica ao desenvolvimento de produtos alimentícios processados com aplicação de calor seco diretamente pela radiação e/ou convecção de forno ou dispositivo de aquecimento similar. Praticamente todos os produtos que utilizam farinhas oriundas de grãos estão ligados diretamente à indústria de panificação. O pão é um dos principais alimentos presente na dieta do homem ocidental desde os tempos pré-históricos (CARVALHO JR, 2008).

Segundo Pomeranz (1987) o pão é uma fonte considerável de carboidratos, proteínas e vitaminas. Seu consumo tornou-se um complemento para uma refeição devido aos costumes da população de baixa renda e pela falta de tempo das pessoas, tornando-se elemento principal por ser constituído de nutrientes básicos, fornecedores de energia, como os carboidratos complementados por outros como lipídios e proteínas. A adição de outros ingredientes como as fibras alimentares, por exemplo, pode tornar este produto ainda mais nutritivo e com propriedades funcionais desejáveis (CARVALHO JR, 2008).

Uma dieta balanceada é fundamental para manutenção de uma vida saudável. Às fibras alimentares são atribuídos benefícios como redução dos níveis de colesterol e glicemia. Além disso, colaboram na manutenção do peso corporal e ajudam a regular as funções do intestino (DAVY et al., 2002; SLAVIN, 2004).

Muitos pães com fibras vendidos no mercado têm aparência escura e apresentam grãos integrais, o que faz com que muitas pessoas não gostem ou não tenham o costume de consumir esse tipo de pão. Como alternativa a estas características rejeitadas pelos consumidores, as fibras solúveis, como amido resistente, inulina e polidextrose, são fibras brancas e consequentemente não alteram a cor e possuem vantagens como alta solubilidade e baixo peso molecular e podem ser adicionadas ao produto sem interferir nas condições de processo (PASSOS & PARK, 2003).

O amido resistente do milho, considerado como fonte de fibra dietética natural, foi definido pela European Food-Linked Agro-Industrial Research-

Concerted Action on Resistant Starch como "*a soma dos produtos de degradação do amido que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis*" (ASP, 1992).

> A inulina é um polímero de glicose que apresenta de 2 a 60 unidades de frutose ligadas a uma unidade de glicose, está presente naturalmente como carboidratos de reserva em plantas como cebola, alho-poró, trigo, chicória, alcachofra e alho (CARPITA, KANABUS & HOUSLEY, 1989), sendo classificada como prebiótico por apresentar caráter bifidogênico.

Já a polidextrose é um polímero altamente solúvel em água formado por moléculas de glicose unidas por ligações de sorbitol e ácido cítrico. É extremamente estável dentro de uma ampla faixa de pH, temperatura, condições de processo e estocagem. Possui baixo índice glicêmico (5-7) quando comparado à glicose (100), sendo indicada para consumidores que buscam uma dieta com menos carboidratos e também pelos portadores de diabetes (CRAIG et al., 1998).

Muitos estudos avaliam a adição de fibras alimentares a diferentes produtos alimentícios por estas conferirem qualidades nutricionais, além das inerentes ao produto original. Adicionalmente à avaliação nutricional, a avaliação das características físicas, químicas e reológicas (KORUS et al., 2009; WITCZAK et al., 2012; MORRIS & MORRIS, 2012) é também muito importante, pois não basta ser um produto saudável, ele deve ser atraente à percepção do consumidor.

Dentro deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho de amido resistente, inulina e polidextrose no desenvolvimento de pães de forma, com a intenção de preservar as características físicas (textura e volume específico) análogas ao pão de forma convencional.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 ***Material:*** *Os pães tiveram como ingredientes a farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, amido resistente de milho, inulina, polidextrose, glúten vital, gordura vegetal hidrogenada, melhorador de farinha, propionato de cálcio, fermento biológico, açúcar e sal.*

MÉTODOS

1.2 Desenvolvimento das Formulações dos Pães de Forma

Para o desenvolvimento das formulações (Tabela 1), foram feitos testes preliminares para calcular a perda de massa após forneamento, que foi equivalente a 10%.

Tabela 1. Ingredientes utilizados nas formulações dos pães.

Ingredientes	Quantidades (%)*			
	Padrão	**Amido Resistente**	**Polidextrose**	**Inulina**
Farinha de trigo	100,00	83,70	89,46	89,84
Fibra	0,00	16,30	10,54	10,16
Glúten	0,00	2,97	1,92	1,85
Açúcar	8,00	8,00	8,00	8,00
Gordura vegetal hidrogenada	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal	2,00	2,00	2,00	2,00
Melhorador de farinha	1,00	1,00	1,00	1,00
Propionato de Cálcio	0,30	0,30	0,30	0,30
Fermento biológico	4,00	4,00	4,00	4,00
Água	56,00	56,00	46,30	47,00

*Ingredientes em relação ao total de farinha trigo.

Os cálculos para a adição das fibras foram baseados nos pães como sendo fonte de fibras, ou seja, contendo 2,5 g de fibras por porção, segundo a RDC 54 de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), referente ao Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. A farinha de trigo foi substituída de acordo com o percentual de fibras de cada fonte de fibra alimentar, conforme apresentado na Tabela 2. A quantidade de glúten adicionada foi em função da adição de fibra para compensar a remoção da farinha de trigo.

Tabela 2. Percentual de fibras de acordo com as especificações do fabricante.

Ingredientes	**Fibras (%)**
Amido Resistente	60,0
Polidextrose	92,7

Inulina	90,0

1.3 Processamento dos Pães

Para o preparo dos pães foi utilizado o método de massa direta, que constitui da mistura dos ingredientes utilizados na formulação em masseira com haste tipo gancho. Os parâmetros do processo estão especificados na Figura 1, onde estão relacionados também a temperaturas de Teto e Lastro, sendo que a temperatura de Teto é a temperatura que é medida na parte superior da esteira ou da bandeja, enquanto que a temperatura de Lastro é a temperatura medida abaixo da mesma.

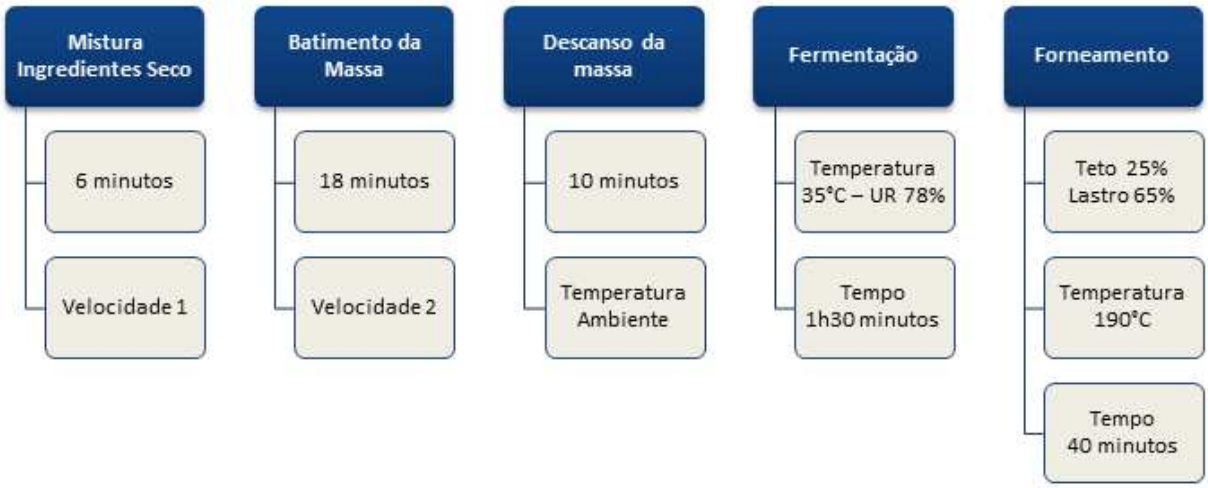

Figura 1. Parâmetros do processamento dos pães.
Fonte: arquivo pessoal.

1.4 Avaliação dos Pães

Os pães foram avaliados quanto à umidade, atividade de água e firmeza nos tempos 0, 7, 14 e 21 dias. O volume específico dos pães foi avaliado somente no Tempo 0.

1.4.1

1.4.2 Análises de Volume Específico

Para a determinação do volume específico ($cm^3.g^{-1}$), os pães foram resfriados até temperatura ambiente durante uma hora após o forneamento. A análise foi feita em triplicata, ou seja, três pães foram pesados em balança semi-analítica e o volume de cada um foi determinado pelo deslocamento de

sementes de painço, conforme o método descrito por Silva, Silva & Chang (1998).

1.4.3 Perfil de Textura

Os pães foram fatiados com uma espessura de 2,5 cm. Cada fatia foi posicionada, de forma que o centro da fatia fosse comprimido pelo sensor. A textura foi avaliada a temperatura ambiente, no Texturômetro TA.XT. *Plus,* em relação à compressão, utilizando o método de *"Determination of bread firmness using the* AACC (2000) *Standard method".* Foi utilizado o "probe" disco cilíndrico de 36mm (P/36R).

1.4.4 Determinação da Atividade de Água (aw)

Para a análise de atividade de água, a amostragem foi realizada em três pães de cada formulação. Os conjuntos (triplicata) foram acondicionados em cápsulas específicas para determinação de atividade de água, cobrindo completamente o fundo. O equipamento utilizado foi o Aqualab CX2 manual.

1.4.5 Análise de umidade

Para a análise da umidade, os pães foram homogeneizados, e cerca de 5 ± 0,1 g da amostra foram pesados em cápsula de alumínio tarada. A amostragem foi realizada em três pães de cada formulação. Os conjuntos (triplicata) foram colocados em estufa a 105ºC por 4 horas de acordo com a AOAC (2012). Posteriormente foram mantidos em dessecador contendo sílica-gel até atingir a temperatura ambiente e então pesados em balança analítica. O procedimento de secagem e pesagem foi repetido até que um valor constante fosse obtido para cada amostra analisada.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste de Tukey (PIMENTEL-GOMES, 2009), para determinação da diferença significativa entre as médias (nível de significância de $p<0,05$), utilizando o programa SAS – S*tatistical Analysis System® (SAS, Cary, USA, 1983).*

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os volumes específicos dos pães com amido resistente e polidextrose e sem as fibras alimentares não diferiram estatisticamente (*p<0,05*), porém o pão adicionado de inulina (5,97 $cm^3.g^{-1}$) teve um volume específico superior aos demais, como pode ser observado na Tabela 3. Os volumes específicos dos pães obtidos neste estudo foram maiores do que o reportado por Barros & Franco (2014), que foi igual a 4,62 $cm^3.g^{-1}$. Da mesma forma, também foram superiores aos determinados no estudo de Lima et al. (2009), os quais desenvolveram pães enriquecidos com soro de leite em pó, com volumes específicos que variaram entre 4,10 $cm^3.g^{-1}$ e 4,20 $cm^3.g^{-1}$.

Tabela 3. Volume específico dos pães.

Amostras	Volume Específico ($cm^3.g^{-1}$)	Densidade ($g.mL^{-1}$)
Padrão	5,64 ± 0,01 [ab]	0,18 ± 0,00 [a]
Amido Resistente	5,37 ± 0,06 [b]	0,19 ± 0,00 [a]
Inulina	5,97 ± 0,02 [a]	0,17± 0,00 [a]
Polidextrose	5,44 ± 0,06 [b]	0,18 ± 0,00 [a]

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey (*p<0,05*).

No estudo de Brasil et al. (2011) a introdução de 6 e 10% de inulina em pães provocou uma redução do volume em relação a formulação padrão, o oposto ocorreu neste estudo, onde a formulação adicionada de inulina apresentou o maior volume específico dentre as demais. A substituição da farinha de trigo por outra farinha, ainda que em parte, resulta invariavelmente em pães com menor volume (MORRIS & MORRIS, 2012). Os resultados deste estudo demonstraram o oposto, dessa forma, o efeito do uso das fibras estudadas sobre este parâmetro foi positivo.

Esteller & Lannes (2005) afirmam que produtos que apresentam valores elevados de densidade estão associados a um alto nível de umidade e que estes produtos após serem forneados promovem um aumento nos alvéolos da massa. Quanto maior os alvéolos maiores o volume do pão, de acordo com Castiglioni et al. (2014) que produziram pães com substituição da farinha de

trigo por farelo de mandioca e verificaram que a formulação com maior grau de substituição de farinha de trigo foi a que apresentou menor diâmetro médio dos alvéolos. Os pães foram avaliados pelo grau de crescimento da massa, em função da medida (mm) dos diâmetros dos alvéolos de cada pão, em três cortes diferentes da seção transversal capturadas por uma câmera digital (CASTIGLIONI et al., 2014). Na Tabela 3 verifica-se que a densidade não apresentou diferença estatística (*p<0,05)* assim como (Tabela 4) ocorreu para umidade entre as formulações estudadas, embora a inulina tenha apresentado volume especifico superior (*p<0,05)* aos demais grupos.

O estudo realizado em 1997 pelo Moinho Rio Negro que originou uma apostila com parâmetros de avaliação do desempenho para produtos de panificação, baseado no referido estudo foram relacionados alguns parâmetros para efeito de classificação do volume especifico do pão, recebendo a classificação de acordo com a Figura 2.

Volume especifico	6 e 8	5 e 6	4 e 5	Acima de 8	Abaixo de 4
Classificação	muito bom (5 pontos)	Bom (4 pontos)	Regular (3 pontos)	Muito grande (2 pontos)	Muito pequeno (1 ponto)

Figura 2. Classificação do volume específico.
Fonte: Adaptado de Moinho Rio Negro, 1997.

Observa na Tabela 3 que os valores encontrados para o volume especifico mantiveram-se entre 5 e 6, nesta faixa os produtos são classificados como bom (Figura 2). Sendo que o valor máximo esperado seria entre 6 e 8 $cm^3.g^{-1}$ (muito bom), apesar de alguns estudos (FERREIRA et al., 2001; BRASIL, 2011) considerarem o volume específico ideal entre 4 e 5 $cm^3.g^{-1}$.

Segundo Hopek et al. (2006) o aumento do volume pode estar relacionado à maior quantidade de açúcares fermentescíveis nos pães. No estudo de Gutkoski et al. (2010), o emprego de extrato de malte de aveia elevou o volume dos pães, passando de 5,24 $cm^3.g^{-1}$ para 5,55 $cm^3.g^{-1}$ quando

adicionados de 5,0% de extrato de malte. Neste estudo, o amido resistente e a polidextrose quando hidrolisadas, dão origem a unidades de glicose, e a hidrólise da inulina resultará em uma unidade de glicose e várias unidades de frutose. Os monossacarídeos glicose e frutose são considerados substratos essenciais para a fermentação, o que corrobora os elevados valores de volumes específicos encontrados neste estudo. Alguns autores consideram que a qualidade e quantidade dos ingredientes e tipo processamento também são parâmetros importantes que estão diretamente relacionados ao volume do pão (SÁNCHEZ, OSELLA & TORRE, 1998).

Os teores de umidade das formulações padrão e com amido resistente em todos os tempos estudados foram superiores as demais formulações ($p<0,05$), conforme observado na Tabela 4. Já os pães adicionados de inulina e de polidextrose não diferiram estatisticamente (*p<0,05*) entre si. Todos os valores obtidos neste estudo estão abaixo do valor máximo estabelecido para pães pela RDC nº 90 da ANVISA (BRASIL, 2000), que estabelece que pães preparados, exclusivamente, com farinha de trigo comum e ou farinha de trigo especial (sêmola/semolina de trigo) devem conter no máximo 38% de umidade.

Tabela 4. Teor de umidade dos pães.

	Umidade (%)			
Amostras	**t = 0**	**t = 7**	**t = 14**	**t = 21**
Padrão	$36,10 \pm 1,87^{a}$	$33,60 \pm 1,41^{a}$	$34,70 \pm 0,15^{a}$	$33,40 \pm 0,67^{a}$
Inulina	$31,20 \pm 0,58^{b}$	$30,10 \pm 1,37^{a}$	$30,00 \pm 0,35^{b}$	$28,90 \pm 0,71^{b}$
Amido Resistente	$35,40 \pm 1,05^{a}$	$32,90 \pm 1,04^{a}$	$33,10 \pm 0,26^{a}$	$33,20 \pm 0,31^{a}$
Polidextrose	$28,50 \pm 1,80^{b}$	$27,40 \pm 1,15^{b}$	$26,70 \pm 0,81^{c}$	$26,20 \pm 0,15^{c}$

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey (*p<0,05*).

Os resultados de atividade de água (aw) dos pães na Tabela 5 foram todos superiores a 0,9. Estes valores eram esperados, e a alta aw está diretamente relacionada ao curto período de vida de prateleira dos pães, pois facilita reações químicas e o desenvolvimento microbiano, como de bolores e leveduras.

Tabela 5. Atividade de água (aw) dos pães.

Amostras	Atividade de água (aw)			
	t = 0	t = 7	t = 14	t = 21
Padrão	0,936 ± 0,001[a]	0,942 ± 0,002[a]	0,942 ± 0,001[a]	0,941±0,003[a]
Inulina	0,900 ± 0,002[b]	0,915 ± 0,001[b]	0,916 ± 0,001[b]	0,915±0,001[b]
Amido Resistente	0,932 ± 0,003[a]	0,947 ± 0,002[a]	0,943 ± 0,001[a]	0,946±0,001[a]
Polidextrose	0,901 ± 0,001[b]	0,907 ± 0,001[c]	0,905 ± 0,001[c]	0,903±0,002[c]

Resultados expressos como média ± desvio padrão das análises em triplicata. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significantemente entre si pelo teste de Tukey (*p<0,05*).

1.4.6 Perfil de Textura dos pães

A textura instrumental dos pães foi avaliada através do parâmetro firmeza durante os dias 0, 7, 14 e 21 dias após a fabricação dos mesmos. Para cada teste, foram selecionadas 20 fatias aleatoriamente de 3 pães, média de 6 a 7 fatias por pão (Figura 3), e vinte análises de textura (Figura 4). Nas primeiras análises, foram realizados testes para o estabelecimento das condições adequadas para viabilização deste estudo (Figura 4).

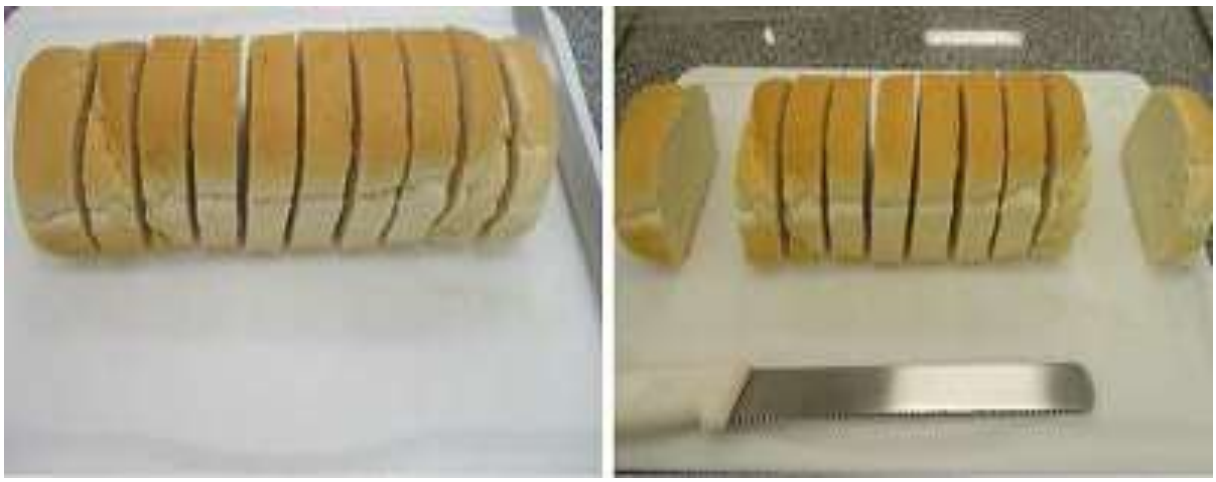

Figura 3. Representação das fatias dos pães.

Fonte: arquivo pessoal.

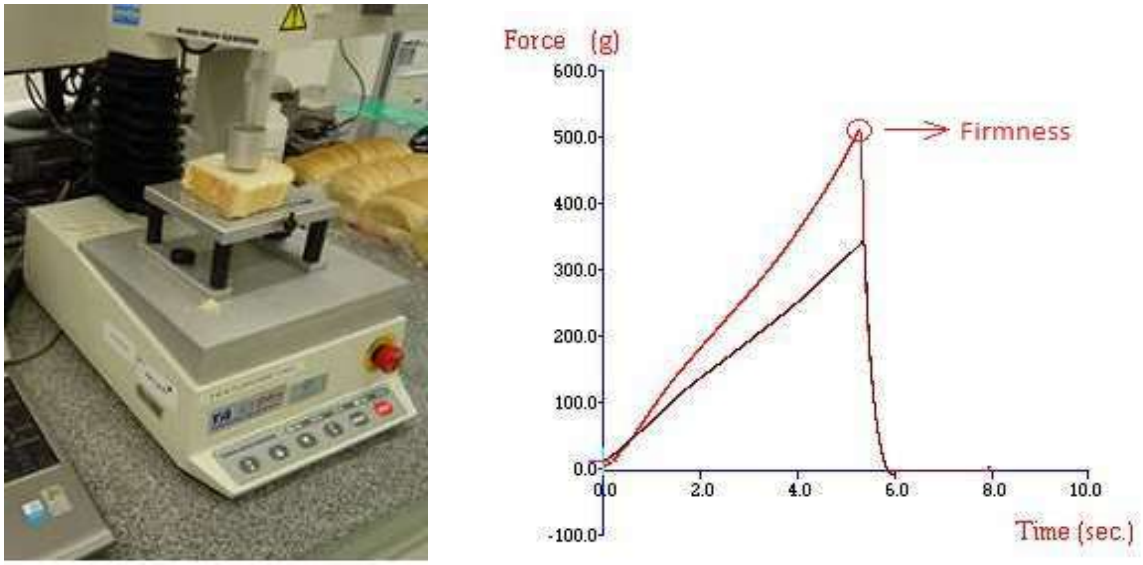

Figura 4. Texturômetro e a representação gráfica da força em função do tempo gerada pelo texturômetro.

Fonte: arquivo pessoal.

Observando os gráficos apresentados na Figura 5, é possível visualizar que o aumento na firmeza das amostras é diretamente proporcional a vida útil (*shelf life*) do produto. No tempo 0 (Figura 6 e Tabela 6), as amostras com amido resistente e com polidextrose não apresentaram diferença estatística ($p<0,05$). No entanto, pão com inulina apresentou o maior valor e o pão padrão o menor valor de firmeza.

No tempo de 7 dias (Figura 5 e Tabela 6), o aumento na firmeza das amostras foi bastante evidente. As amostras do pão com amido resistente e a padrão não apresentaram diferença estatística ($p<0,05$) em sua firmeza, sendo que as mais firmes foram as amostras dos pães adicionados de inulina e polidextrose, respectivamente. Após 14 dias (Figura 5 e Tabela 6), a amostra com inulina apresentou valor de firmeza superior estatisticamente ($p<0,05$) as demais e a amostra padrão apresentou o menor valor de firmeza.

Nota-se que o pão com amido resistente, embora diferente estatisticamente ao padrão, foi o que apresentou firmeza mais próxima a este, dentre os tratamentos avaliados, conferindo maior maciez em relação aos pães adicionados de inulina e polidextrose (Figura 6) ao longo de todo período de avaliação.

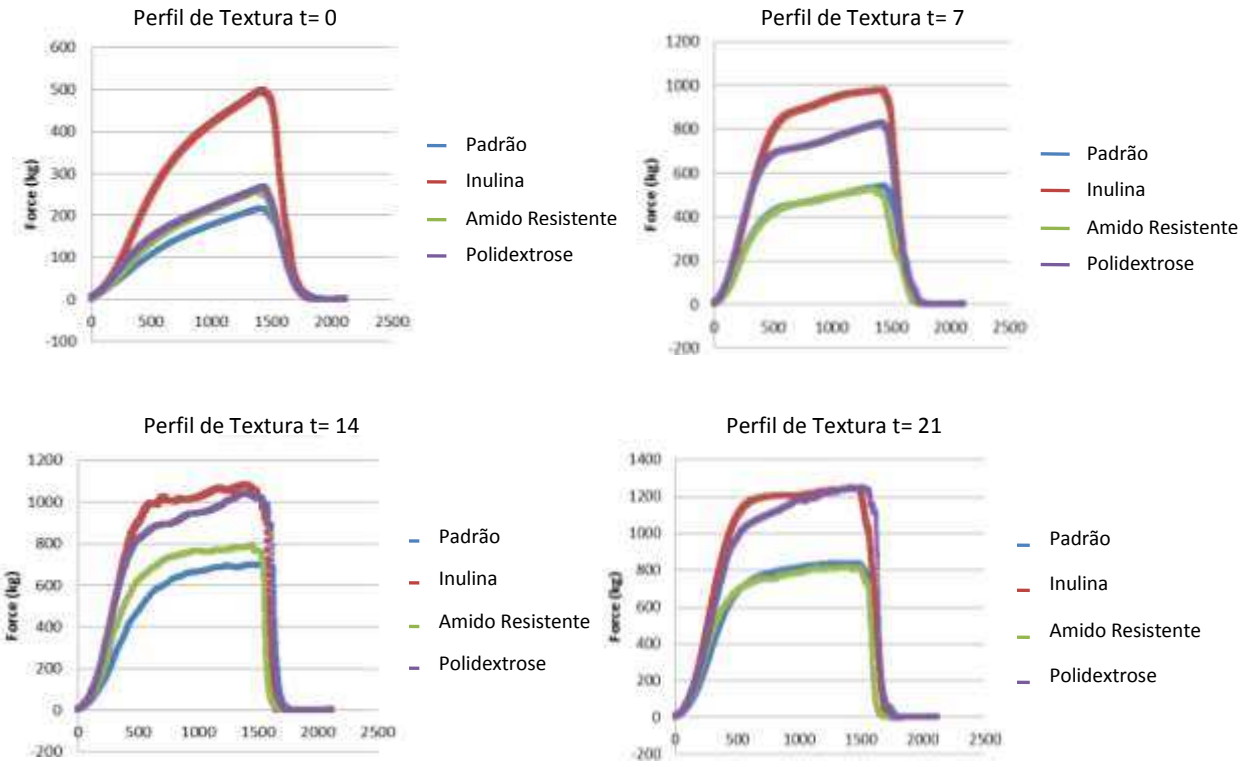

Figura 5. Perfil gráfico das texturas dos pães.

Fonte: arquivo pessoal.

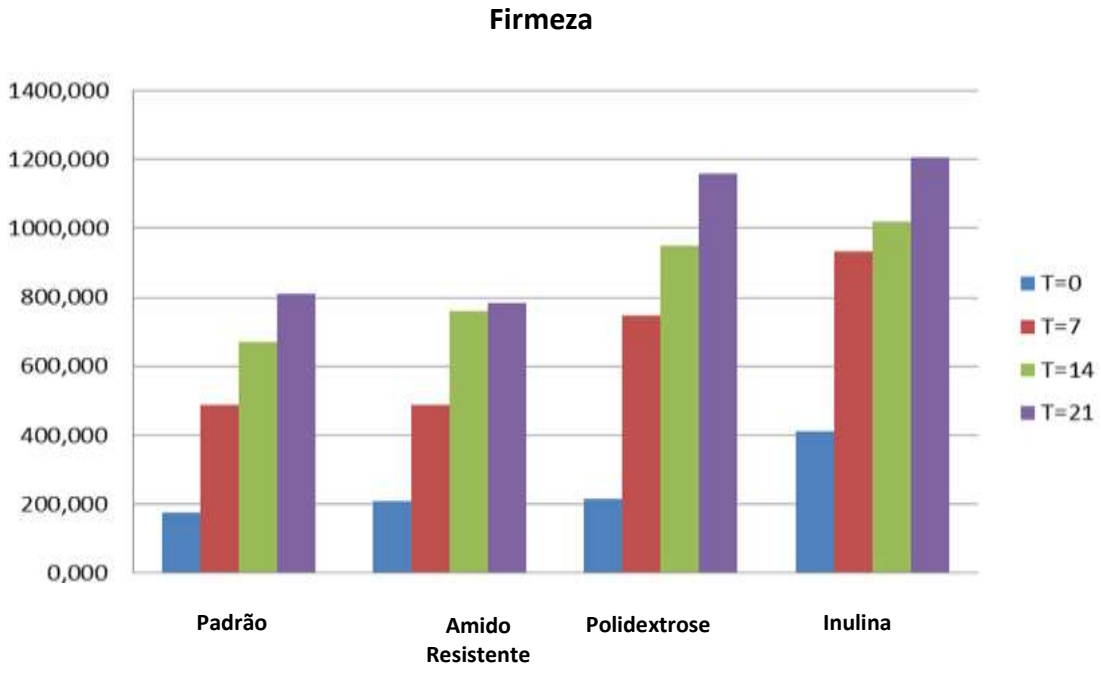

Figura 6. Representação gráfica dos valores encontrados para Firmeza (g.f).
Fonte: arquivo pessoal.

Após 21 dias de fabricação (Figura 5 e Tabela 6), a diferença da firmeza entre o pão padrão e com amido resistente não foi significativa ao nível de significância (*p<0,05*). Da mesma forma, ocorreu entre as amostras de pães com inulina e polidextrose, porém estas diferiram significativamente (*p<0,05*) das amostras padrão e amido resistente em relação à firmeza.

Tabela 6. Valores obtidos no teste firmeza.

Amostras	**Firmeza (g.f)**			
	Tempo 0 dias	**Tempo 7 dias**	**Tempo 14 dias**	**Tempo 21 dias**
Inulina	411,51 ± 44,65[a]	932,48 ± 76,66[a]	1020,77 ± 97,34[a]	1206,60 ± 111,40[a]
Polidextrose	215,12 ± 16,89[b]	747,03 ± 79,24[b]	949,99 ± 84,99[b]	1160,211 ± 69,21[a]
Amido resistente	208,67 ± 14,01[b]	486,35 ± 51,13[c]	759,68 ± 41,93[c]	811,808 ± 59,64[b]
Padrão	173,62 ± 17,41[c]	486,66 ± 33,01[c]	671,10 ± 57,27[d]	783,644 ± 59,74[b]

Resultados estão expressos como média ± desvio padrão, de seis repetições. Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Cabe ressaltar a distribuição dos dados, a amplitude dos mesmos, bem como sua variação e traçar um comparativo entre as amostras, como mostra a Figura 7. Observando-se a Tabela 6 no T=0, o pão adicionado de Inulina resulta em uma maior variação quando comparado as demais amostras e com o passar do tempo as amostras se tornam mais homogêneas, perdem umidade para o meio e consequentemente ficam mais firmes.

A umidade (Tabela 4) manteve-se praticamente constante ao longo dos 21 dias de análises, porém o mesmo não ocorreu com a textura (Tabela 6) que apresentou uma acentuada diminuição da maciez durante o mesmo período. Esta mudança da textura reflete no momento do consumo do produto, gerando a impressão de um produto mais seco à percepção do consumidor, já que o

envelhecimento do pão durante o armazenamento leva ao endurecimento do miolo.

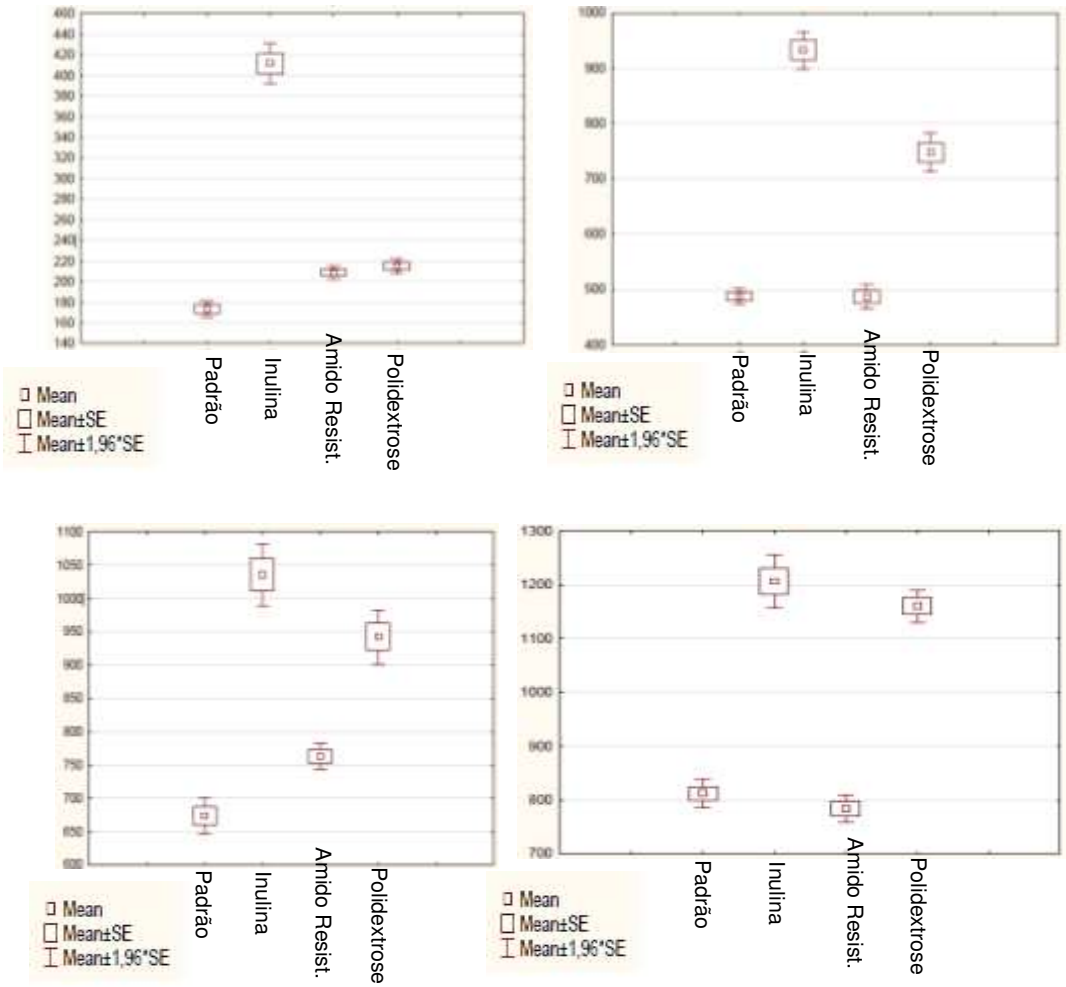

Figura 7. Dispersão dos Resultados de firmeza dos pães.
Fonte: arquivo pessoal.

Neste estudo a adição de amido resistente aos pães de forma conferiu-lhes maior maciez e características essenciais, como: superfície uniforme, miolo de coloração clara, elástico e homogêneo, com poros finos e casca fina e macia (Figura 8). Estes resultados corroboram o estudo de korus et al. (2009), onde os autores relataram que o aumento da quantidade de amido resistente refletiu na diminuição da dureza do miolo do pão. Assim como Tsatsaragkou et al. (2014) desenvolveram pão sem glúten de farinha de arroz substituído com farinha de alfarroba e amido resistente e com base nos resultados experimentais concluíram que o amido resistente pode ser incorporado com sucesso em pães sem glúten, mesmo em doses elevadas.

Tsatsaragkou et al. (2014) concluíram também que além dos parâmetros físicos adequados conferidos aos produtos, foram incorporadas aos mesmos, quantidades importantes de fibras alimentares, é importante ressaltar que o mesmo evento já havia sido constatado por korus et al. (2009), onde a adição de 20% amido resistente elevou significativamente as frações de fibras alimentares insolúveis, solúveis, o que resultou em um conteúdo de fibra alimentar total igual a 6,30%, o que contribuiu positivamente para a qualidade nutricional dos pães, porém este parâmetro não foi avaliado neste estudo por não fazer parte do escopo do projeto da pesquisa.

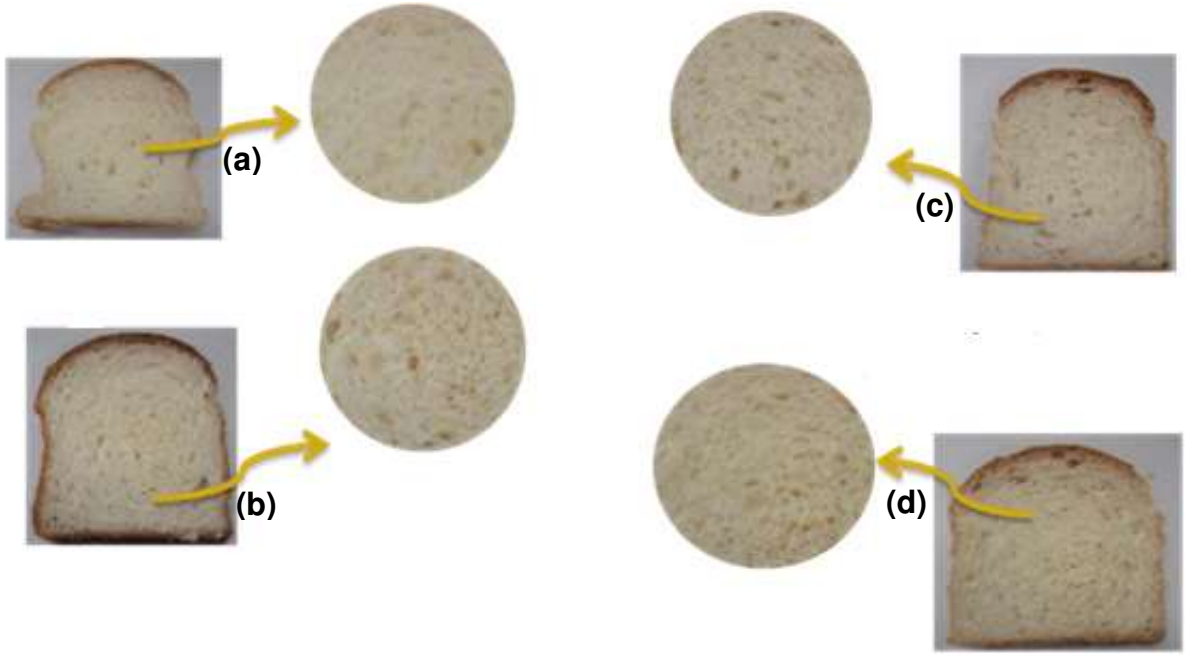

Figura 8. Estruturas e características dos miolos dos pães **(a)** padrão, **(b)** inulina, **(c)** amido resistente e **(d)** polidextrose.

Fonte: arquivo pessoal.

Segundo Esteller (2007) a cor é uma importante característica de produtos panificáveis e que juntamente com a textura e o aroma, são os fatores determinantes para a preferência do consumidor. Todas as fibras utilizadas neste trabalho apresentaram efeitos positivos em relação a cor característica (Figura 8) do pão convencional , o oposto aconteceu no estudo de Oliveira et al. (2015), onde os autores concluíram que a adição de farinha de banana verde influenciou na cor dos pães, resultando em produtos mais escuros em relação a formulação padrão.

Portanto, neste estudo o uso de amido resistente em pão de forma demonstrou resultados importantes de textura, em relação a firmeza, mantendo

praticamente a mesma qualidade em relação ao pão de forma padrão e superior aos demais pães avaliados, e também quando comparado aos resultados obtidos em outros estudos com a utilização de outras fontes de fibras (SILVA, 2009; PERESSINI & SENSIDONI, 2009). Além disso, o amido resistente, inulina e polidextrose por se tratarem de fibras brancas provavelmente não poderão interferir na aparência (Figura 8) esperada pelo consumidor para este tipo de produto.

2 CONCLUSÃO

A formulação com amido resistente apresentou textura macia equivalente ao pão de forma padrão durante todo período de armazenamento (*shelf life*).

Todas as fibras utilizadas neste estudo atribuíram aos pães características físicas positivas análogas ao pão de forma tradicional.

O estudo foi decisivo para comprovar a importância e o impacto positivo da utilização de amido resistente, inulina e polidextrose no desenvolvimento de pães de forma de alta qualidade.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. 10th. Saint Paul: AACC, 2000. 1200p.

AOAC, **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. LATIMER Jr., G. W. (Ed.). AOAC, 19th Ed. 2012. Gaithersburg, Maryland, 2012.

ASP, N. G. Resistant starch Proceedings from the second plenary meeting of EURESTA: European Flair Concerted Action nº 11 on physiological implications of the consumption of resistant starch in man. **European Journa Clinicla Nutrition**, 46(2 Suppl):S1, 1992.

BARROS, J. H. T.; FRANCO, C. M. L. **Efeito da adição inulina sobre as características reológicas e térmicas da farinha de trigo**. XX-Congresso Brasileiro de Engenharia Química (COBEQ), 2014. Disponível em; http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/efeito-da-adio-inulina-sobre-as-caractersticas-reolgicas-e-trmicas-da-farinha-de-trigo-17072. Acesso em: 23/11/2015.

BRASIL, J. A.; SILVEIRA, K. C.; SALGADO, S. M, LIVERA, ZELYTA PINHEIRO DE FARO, A. V. S.; GUERRA, N. B. Effect of the addition of inulin

on the nutritional, physical and sensory parameters of bread. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.** vol. 47, n. 1, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000.** Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/973c370047457a92874bd73fbc4c6735/RDC_90_2000.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 7 de setembro, 2015

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC 54, de 12 de novembro de 2012, Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar.** Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em: 25 maio 2015.

CASTIGLIONI, G. L.; SOARES JÚNIOR, M. S.; SOUZA, T. A. C.; SILVA, F. A.; CALIARI. M. Tamanho dos alvéolos e aceitação de pães de forma enriquecidos com farelo de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 127-134, 2014.

CARPITA, N. C.; KANABUS, J.; HOUSLEY, T. L. Linkage structure of fructans and fructan oligomers from triticum-aestivum and festuca-arundicacea leaves, **Journal of Plant Physiology**, Germany, v.134, n.2, p.162-168, 1989.

CARVALHO JR, D. J. B. **O trigo e a aplicação de enzimas na industrialização de alimentos derivados**. Curitiba: Granotec do Brasil S.A., 2008.

CRAIG, S. A. S. et al. Polydextrose as Soluble fiber: Physiological and Analytical Aspects. **American Association of Cereal Chemists**. Vol 43, n.05. NY, 1998.

DAVY, B. M.; DAVY, K. P.; H. O. R. C.; BESKE, S. D.; DAVRATH, L. R.; MELBY, C. L. High-fiber oat cereal compared with wheat cereal consumption favorably alters LDL-cholesterol subclass and particle numbers in middle-aged and older men. **American Journal Clinical Nutrition,** 76(2): p.351-358, 2002.

ESTELLER, M. S. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamentos térmico e bioquímico**. São Paulo, 2007. 154p. Tese (Doutor em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.802-806, 2005.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V.; PRETO, D. Parâmetros de qualidade do pão francês. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos,** v.19, n.2, p.301-318, 2001.

GUTKOSKI, L. C.; MAZZUTTI, S.; DURIGON, A.; COLUSSI, R.; CEZARE, K.; COLLA, L. M. Efeito do extrato de malte de aveia nas características físicas de pão de forma. **Brazilian Jounal Food Technology**, p. 64-69, 2010.

HOPEK, M.; ZIOBRO, R.; ACHREMOWICZ, B. Comparison of the effects of microbial α-amylases and scalded flour on bread quality. **Acta Science**, v. 5, n. 1, p. 97-106, 2006.

KORUS, J.; WITCZAK, M.; ZIOBRO, R.; JUSZCZAK, L. C. The impact of resistant starch on characteristics of gluten-free dough and bread. **Food Hydrocolloids**, v.23, p. 988–995, 2009.

LIMA, A. S. MACIEL, J. F.; QUEIROGA, R. C. R. E.; NETO, E. A. L.; ANJOS, U. U.; FARIAS, L. R. G. F. Avaliação físico-química e sensorial de pães de forma enriquecidos com soro de leite em pó. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 68(3), p.66-72, 2009.

MOINHO RIO NEGRO. **Apostila de panificação**. Curitiba, 1997.

MORRIS, C.; MORRIS, G. A. The effect of inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management: A review**. Food Chemistry**. v.133, p.237–248, 2012.

OLIVEIRA, D. A. S. B., MÜLLER, P. S.; FRANCO, T. S.; KOTOVICZ, V.; WASZCZYNSKYJ, N.; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PÃO COM ADIÇÃO DE FARINHA E PURÊ DA BANANA VERDE. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal** - SP, v. 37, n. 3, p. 699-707, 2015.

PASSOS, L. M. L.; PARK, Y. K. Frutooligossacarídeos: implicações na saúde humana e utilização em alimentos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p385-390, 2003.

PERESSINI, D.; SENSIDONI, A. Effect of soluble dietary fibre addition on rheological and breadmaking properties of wheat doughs. **Journal of Cereal Science** 49(2, p.190 - 201, 2009.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ. 451p. 2009.

POMERANZ, Y. 1987. Bread around the world. En: Pomeranz, Y. (ed). **Modern Cereal Science and Technology**.VCH Publishers, New York, p. 258-333.

SÁNCHEZ, H. D.; OSELLA, C. A.; TORRE, M. A. G. Mejoramiento de la calidad nutricional de pan tipo francés. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición,** v.48, n.4, p.349-353, 1998.

SAS INSTITUTE INC. **SAS Use's Guide. Cary: SAS Institute Inc**. 1028p. 1983.

SILVA, L. 2009. **Efeito da fermentação utilizando Aspergillus oryzae sobre as características funcionais, tecnológicas e físico-químicas da farinha de soja integral e aplicação em pão de forma funcional**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, M. R.; SILVA, M.; CHANG, Y. K. Utilização da farinha de jatobá (Hymenaea stigonocarpa Mart.) na elaboração de biscoitos tipo cookie e avaliação de aceitação por testes sensoriais afetivos univariados e multivariados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, p. 25-34, 1998.

SLAVIN, J. L. Whole grains and human health. **Nutrition Research Reviews**; 17: p. 99–110, 2004.

TSATSARAGKOU, K.; GOUNAROPOULOS, G.; MANDALA, I. Development of gluten free bread containing carob flour and resistant starch. **LWT - Food Science and Technology**, v.58, p.124-129, 2014.

WITCZAK, M.; JUSZCZAK, L.; ZIOBRO, R.; KORUS, J.; Influence of modified starches on properties of gluten-free dough and bread. Part I: Rheological and thermal properties of gluten-free dough. **Food Hydrocolloids**, v.28, p.353-360, 2012.

Sobre os Autores:

Jaciara Coelho SETIN
Graduada em Engenharia de Alimentos pela Faculdade de Jaguariúna – FAJ. Engenheira de Desenvolvimento e Aplicação da Ingredion Ingredientes Alimentícios. **email:** jaciara.coelho@ingredion.com; jaci_eng@yahoo.com.br

Profa. Dra. Vera Sônia NUNES DA SILVA
Doutora em Alimentos e Nutrição e Mestra em Ciência da Nutrição Aplicada a Tecnologia de Alimentos pela Faculdade de Engenharia de Alimentos - UNICAMP e Graduada em Química pela Universidade Metodista de Piracicaba. Professora da Faculdade de Jaguariúna - FAJ. **e-mail:** nunesdasilva.verasonia@gmail.com e Pesquisadora contratada do Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL. **e-mail:** vera.silva@ital.sp.gov.br

Agradecimentos

A Faculdade de Jaguariúna - FAJ pela oportunidade de desenvolver o projeto.

A Empresa Ingredion Brasil Ingredientes Industriais Ltda pelo apoio à pesquisa e doação do Amido Resistente, Inulina e Polidextrose.