



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
MATO GROSSO.**

CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA

DEPARTAMENTO DE ENSINO

MOISES OLIVEIRA LARA

**O USO SIMULTÂNEO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, GOMA XANTANA E
HEMICELULASE EM PÃES CONGELADOS DE LONGA FERMENTAÇÃO**

Cuiabá,

Março de 2016

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MOISES OLIVEIRA LARA

**O USO SIMULTÂNEO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, GOMA XANTANA E
HEMICELULASE EM PÃES CONGELADOS DE LONGA FERMENTAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia de
Alimentos do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Estado de Mato
Campus Cuiabá - Bela Vista para obtenção
de título de graduado.

Orientadora: MSc.Daniela F. L. C.
Cavenaghi

Cuiabá
Março, 2016

Divisão de Serviços Técnicos. Catalogação da Publicação na Fonte. IFMT Campus Cuiabá
Bela Vista
Biblioteca Francisco de Aquino Bezerra

L318u

Lara, Moises Oliveira.

O uso simultâneo de ácido ascórbico, goma xantana e hemicelulase em pães congelados de longa fermentação./ Moises Oliveira Lara._ Cuiabá, 2016.

29f.

Orientador(a): Prof. Msc. Daniela F. L. C. Cavenaghi

TCC (Graduação em Engenharia de Alimentos)_. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

1. Panificação – TCC. 2. textura – TCC. 3. volume específico - TCC.
I. Cavenaghi, Daniela F. L. C. II. Título.

IFMT CAMPUS CUIABÁ BELA VISTA

CDU 664

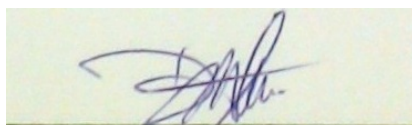
CDD 664

MOISES OLIVEIRA LARA

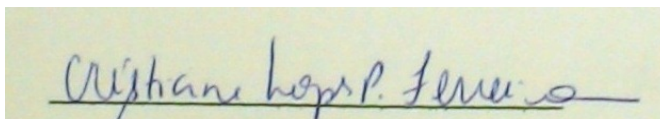
**O USO SIMULTÂNEO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, GOMA XANTANA E
HEMICELULASE EM PÃES CONGELADOS DE LONGA FERMENTAÇÃO.**

Trabalho de Conclusão de Curso em BACHARELADO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS, submetido à Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em: 07 de março de 2016

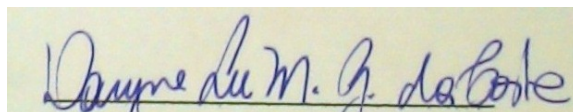


Prof.º MSc. Daniela Fernanda Lima de Carvalho Cavenaghi - Professor Orientador IFMT –
Bela Vista



Prof.º MSc. Cristiane Lopes P. Ferreira - Membro da Banca.

IFMT – Bela Vista



Prof.º Dra. Daryne Lu Maldonado Gomes da Costa IFMT – Bela Vista - Membro da Banca.

Cuiabá

2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado nesta jornada que se encerra e por estar presente na minha vida.

Ao meu pai, Osmar Ramos de Lara e a minha mãe, Maria Zilma de Oliveira Lara, que me deram todas as condições de realizar este curso, sempre me apoiando e se dedicando de forma incondicional.

Aos meus avós, Tolentino dos Santos Lara, Maria Isabel Lara e Erotildes de Oliveira por todo carinho e incentivo durante a realização deste curso.

Ao meu padrinho, Osvaldo dos Santos Lara e minha madrinha, Jucinéia dos Santos Lara, por terem me apoiado neste período e sempre acreditar que eu conseguiria alcançar patamares maiores.

A empresa Pão e Arte, por me dar suporte para realizar este trabalho.

A professora Daniela F. L. C. Cavenaghi, pela paciência, atenção e pelo desafio de me orientar.

Aos professores Edgar Nascimento, Erika Cristina Rodrigues e Daryne Lu Maldonado Gomes da Costa, por terem me auxiliado na execução deste trabalho.

Aos amigos Agnaldo Mozer, Bruno Matos e Everton Camilo, por sempre estarem juntos nos momentos de lazer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gráfico ternário para salto com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações.

Figura 2. Gráfico de superfície de resposta para salto dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana.

Figura 3. Gráfico ternário para abertura da pestana com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações.

Figura 4. Gráfico de superfície de resposta para largura de pestana dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana.

Figura 5. Gráfico ternário para textura dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações.

Figura 6. Gráfico de superfície de resposta para textura dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana.

Figura 7. Gráfico ternário para o volume específico dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações.

Figura 8. Gráfico de superfície de resposta para volume específico dos pães com relação aos teores de hemicelulase e goma xantana.

LISTA DE ABREVIATURAS

AA – Ácido ascórbico.

ABA – Absorção de água.

ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria.

ANVISA – Agência de Vigilância Sanitária.

DATEM – Ésteres de ácido diacetil tartárico de monoglicerídeos.

GOX – Alfa - glucosidase.

GX – Goma xantana.

HC – Hemicelulase.

ITPC - Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria.

N – Newtons.

q.s.p. – Quantidade suficiente para.

SSL – Estearil-2-lactil lactato de sódio.

SINDIPAN – Sindicato da Panificação e Confeitaria.

TBR – Tempo de batimento rápido.

TG – Trans - glutaminase

VE – Volume específico.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulação padrão para a produção das massas

Tabela 2: Variáveis independentes e níveis de variação

Tabela 3: Delineamento experimental e seus valores codificados e reais

Tabela 4: Parâmetro da produção das massas

Tabela 5: Dimensões dos pães congelados e dos pães assados

Tabela 6. Salto, abertura de pestana, dureza e volume específico dos pães assados com adição de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana.

Tabela 7. Valores de referência para análise de abertura de pestana, proposta por Almeida (2011).

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
4.	CONCLUSÕES.....	25
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
	ANEXO A - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO UTILIZADA NOS TRATAMENTOS.	28
	ANEXO B - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PÃES UTILIZADO NAS ANÁLISES REALIZADAS NO TRABALHO.....	29



CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

O USO SIMULTÂNEO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, HEMICELULASE E GOMA XANTANA EM PÃES CONGELADOS DE LONGA FERMENTAÇÃO

LARA, Moises Oliveira¹
CAVENAGHI, Daniela Fernanda de Lima²

Resumo

Pães congelados de longa fermentação têm apresentado diversos problemas de qualidade. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana simultaneamente nesses produtos. Para isso foi realizado um delineamento experimental que resultou em 10 tratamentos com 4 níveis diferentes dos três aditivos. Estes tratamentos tiveram como parâmetro de análise: absorção de água, tempo de batimento rápido, salto, textura, abertura de pestana e volume específico. Observou-se que a adição de 0,007% de hemicelulase foi possível reduziu em até 50% o tempo de batimento rápido; a interferência na ação do ácido ascórbico e da goma xantana, quando adicionados em níveis elevados; a influência positiva da adição da hemicelulase e do ácido ascórbico na abertura de pestana; maior maciez em pães com 0,030% de ácido ascórbico e hemicelulase e o possível aumento do rendimento de massa com adição de níveis intermediários de goma xantana e ácido ascórbico e níveis mínimos de hemicelulase. De forma geral concluiu-se que a formulação otimizada para os pães de longa fermentação é aquela contendo 0,030% de ácido ascórbico, 0,001% de hemicelulase e 0,3% de goma xantana.

Palavras-chaves: panificação, textura, volume específico.

Abstract

Frozen long fermentation breads have presented many quality problems. This study aims to evaluate the influence of ascorbic acid, hemicellulase and xanthan gum simultaneously in these products. For this was carried out an experimental design that resulted in 10 treatments with 4 different levels of the three additives. These treatments were as analysis parameter: water absorption, rapid heartbeat time, jumping, texture, flap opening and specific volume. It was observed that the addition

1 Graduando do Curso de Engenharia de Alimentos, IFMT – Campus Bela Vista, moises-lara@hotmail.com;

2 Prof^a. do Curso de Engenharia de Alimentos, IFMT – Campus Bela Vista, daniela.cavenaghi@blv.ifmt.edu.br;

of 0.007% hemicellulase can be reduced by up to 50% faster rate of time; interference in the action of ascorbic acid and xanthan gum, when added at similar levels; the positive influence of the addition of hemicellulase and ascorbic acid in the opening flap; softness in bread with 0.030% ascorbic acid and hemicellulase and possible increased mass yield with the addition of intermediate levels of xanthan gum and ascorbic acid and low levels of hemicellulase. In general it was concluded that the optimized formulation for long fermentation bread is one containing 0.030% ascorbic acid, 0.001% hemicellulase and 0.3% xanthan gum.

Keywords: bakery, texture, specific volume.

1. INTRODUÇÃO

Em 2014, o índice de crescimento das empresas de Panificação e Confeitaria foi de 8,02% com o faturamento atingindo R\$ 82,5 bilhões é o que afirma o Instituto Tecnológico de Panificação e Confeitaria (ITPC) em parceria com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP, 2014). Segundo a SINDIPAN, em 2015, o setor da panificação gerou cerca de 2,7 milhões de empregos diretos e indiretos.

Levando em consideração o crescimento setorial, pode-se citar a produção de pães congelados que se transformou em uma alternativa, com crescente comercialização, por apresentar vantagens como a praticidade nos pontos de venda, padronização dos produtos, agilidade na produção, entre outros (SALAS – MELADO, 2003). O processo de congelamento de massas de pães é um dos principais aliados para otimizar a produção, pois oferece facilidade no armazenamento e na distribuição. Onde varejistas consumidores desde produto, podem oferecer aos seus clientes produtos frescos com pouca ou nenhuma mão de obra especializada, além de reduzir seu espaço de produção (RESENDE, 2011).

Segundo a ANVISA, o pão é um produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo, podendo ser adicionada de outras farinhas, que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten, ou pela adição destas proteínas e água. O pão pode conter também outros ingredientes como enzimas, emulsificantes, açúcares, estabilizantes, agentes oxidantes, óleos e gorduras. Essas outras substâncias têm por objetivo melhorar a qualidade da farinha e, conseqüentemente da massa final, podendo ser adicionada antes ou durante o processo de fabricação da massa (BRASIL, 2000).

As proteínas, que representam cerca de 12% da composição da farinha, podem ser solúveis ou insolúveis, como a gliadina e glutenina, proteínas que constituem o glúten e de grande importância, pois conferem as características de farinha de panificação. Das proteínas do glúten, a gliadina confere elasticidade e coesão à massa e a glutenina tem a característica de extensibilidade na massa. (STAUFFER, 1998, apud MATUDA, 2004).

No entanto, durante o processo de congelamento, pode ocorrer a formação de cristais de gelo que ao se recrystalizar durante o armazenamento, podem gerar efeitos negativos na massa, resultando o enfraquecimento da rede de glúten, que terá por consequência a perda da qualidade do produto final, como produtos com volume insatisfatório. (MATUDA, 2004).

Em contrapartida existem alternativas capazes de minimizar estes efeitos que influenciam na qualidade do produto, sendo uma delas a incorporação de aditivos no momento da mistura dos ingredientes. Sua adição intencional tem por objetivo modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1997). Os principais aditivos alimentares utilizados em panificação são os emulsificantes, os agentes oxidantes, os reguladores de acidez e os estabilizantes.

Agentes oxidantes, como o ácido ascórbico, são bastante utilizados em processos de panificação, atuando sobre a rede de glúten, tanto na fase de mistura quanto na de fermentação (SOUZA, 2012).

A goma xantana, é um estabilizante com características adequadas para este processo, por ser estável em ampla faixa de pH e temperatura e possuir sua viscosidade pouco afetada na presença de sais, atua auxiliando na textura e comportamento da água nos produtos de panificação assim como na estabilidade de estocagem destes produtos (BOTELHO, 2012).

Outro aditivo de interesse na indústria de panificação são as enzimas, que exercem funções específicas, visando melhorar a massa e o produto acabado. Dentre as enzimas utilizadas em processos de panificação estão as amilases e hemicelulases.

Com intuito de melhorar a qualidade de produtos de longa fermentação, o presente estudo tem como objetivo verificar a influência do uso simultâneo de ácido

ascórbico, goma xantana e enzima hemicelulase em pães congelados e avaliar suas características finais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os pães foram produzidos, utilizando matéria-prima e equipamentos, da empresa PÃO & ARTE® situada na cidade de Cuiabá-MT.

Para a fabricação dos pães, foi utilizada farinha de trigo especial para panificação, fermento biológico prensado, sal refinado e aditivos. A formulação padrão (Tabela 1) foi semelhante à receita utilizada pela empresa Pão e Arte, havendo variações em alguns ingredientes, como a água que é adicionada de acordo com a pegajosidade da massa, o ácido ascórbico, hemicelulase e a goma xantana que foram acrescidos de acordo com o delineamento experimental.

Tabela 1. Formulação padrão para a produção das massas

Ingredientes	Quantidade (%)
Farinha de trigo especial para	100
Sal	2
Fermento fresco	0,35
DATEM	0,1
GOX	0,007
TG	0,01
SSL	0,14
Água	q.s.p.
Gelo	20
Ácido ascórbico	X1
Hemicelulase	X2
Goma Xantana	X3

X1 = Porcentagem (%) Ácido Ascórbico de acordo com o método de Planejamento Experimental; X2 = Porcentagem de Hemicelulase (%) de acordo com o método de Planejamento Experimental; X3 = Porcentagem de Gomas Xantana (%) de acordo com o método de Planejamento Experimental. Quantidades em porcentagem (%) dos ingredientes de acordo com o peso da farinha; q.s.p.= quantidade suficiente de água para atingir a pegajosidade desejada.

As massas dos pães foram preparadas em uma masseira do tipo aspiral com capacidade de 75 kg, da marca Argental®, linha BEM 160 U. Primeiramente foram adicionados os ingredientes secos e, após a homogeneização por um minuto, em batimento lento, adicionou-se a água e o gelo. Após, seguiu-se com batimento lento por 7 minutos, posteriormente adicionou-se o fermento, e iniciou-se o batimento rápido até o ponto final da massa. Após o preparo foi feita a cilindragem, em cilindros automáticos e a modelagem em modeladoras automáticas, ambos os equipamentos são da marca Progresso®.

Os pães foram selecionados de acordo com tamanho (9,0 a 10,0 cm de comprimento) e peso (70 a 75 gramas), sendo submetidos a congelamento a -22° C, embalados e mantidos em temperaturas de - 15° C até o momento de preparo para as análises (Anexo 2).

O preparo das amostras para análises consistiu em deixar os pães previamente pesados e dimensionados em telas de inox para fermentação, com duração de 15 horas, em estufa de fermentação. No forneamento, foi utilizado um forno elétrico a vapor da marca Progás®, modelo PRP-5000EL, onde os pães foram assados a uma temperatura de 170° C, com prévio aquecimento de 180° C. Após o forneamento as amostras seguiram para as análises de dimensões, abertura de pestana, salto de forno, volume específico e análise de textura.

O modelamento de misturas consiste em ajustar um modelo matemático polinomial a uma superfície de resposta obtida segundo um planejamento experimental específico, conhecido como planejamento estatístico de misturas.

As porcentagens de hemicelulase, ácido ascórbico e goma xantana foram estabelecidas como variáveis independentes, codificados como M+, 1+, 1- e M- (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis independentes e níveis de variação

Níveis Codificados	Variáveis independentes		
	X1	X2	X3
M-	0,010%	0,001%	0,3%
1-	0.017%	0.003%	0.5%
1+	0.023%	0.005%	0.7%
M+	0,030%	0,007%	0.9%

X1 = Porcentagem de Ácido Ascórbico; X2 = Porcentagem de Hemicelulase; X3 = Porcentagem de Goma Xantana.

O presente planejamento foi do tipo simplex centroide, com grau polinomial 2 e 3 fatores (teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana), resultando em 10 experimentos com 4 níveis diferentes para os fatores (Tabela 3).

Tabela 3. Delineamento experimental e seus valores codificados e reais

Tratamento	Valores Codificados			Valores Reais (%)		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
1	M+	M-	M-	0,030	0,001	0,3
2	M-	M+	M-	0,010	0,007	0,3
3	M-	M-	M+	0,010	0,001	0,9
4	1-	1+	M-	0,017	0,005	0,3
5	1-	M-	1+	0,017	0,001	0,7
6	M-	1-	1+	0,010	0,003	0,7
7	1+	1-	M-	0,023	0,003	0,3
8	1+	M-	1-	0,023	0,001	0,5
9	M-	1+	1-	0,010	0,005	0,5
10	1-	1-	1-	0,017	0,003	0,5

X₁ = Porcentagem de Ácido Ascórbico; X₂ = Porcentagem de Hemicelulase; X₃ = Porcentagem de Goma Xantana.

Avaliou-se o processo de produção, envolvendo o tempo de batimento rápido que a massa necessitou para atingir o ponto de véu e a absorção de água no preparo.

Com relação às dimensões foram analisados altura, comprimento e largura do ponto central dos pães, antes da fermentação e após o forneamento, abertura da pestana; análise de salto através da diferença entre a altura dos pães assados e a altura dos pães não fermentados sendo estes realizados com auxílio de paquímetro e volume específico pelo método de deslocamento de semente de painço.

Os testes de dureza foram realizados em texturometro TA.XT.PLUS, com teste de compressão, usando como parâmetros: probe P/75 (75 mm *plants*), test speed 2mm/s e distância 20 mm, 2 horas após os pães serem assados.

Os dados obtidos foram analisados por gráficos ternários e gráficos de superfície de resposta, a fim de se encontrar a formulação otimizada. Foi utilizado o programa Statistica 8.0 (StatSoft, 2007) para o delineamento experimental e construção dos gráficos ternários e de superfície de resposta.

As dimensões altura, comprimento, largura para pães crus e assados, abertura de pestana, salto de forno, textura e volume específico para pães assados, foram avaliados através da análise de variância (ANOVA), sendo aplicado teste de Tukey, As análises estatísticas foram realizadas através do programa de assistência estatística ASSISTAT 7.7 beta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros do processo de produção das massas (Tabela 4) obtiveram variações de acordo com cada tratamento.

Tabela 4. Parâmetro da produção das massas

Tratamento	AA	HC	GX	Parâmetros	
				TBR (min)	ABA (%)
1	M+ (0,030)	M- (0,001)	M- (0,3)	8	53,64
2	M- (0,010)	M+ (0,007)	M- (0,3)	5	53,64
3	M- (0,010)	M- (0,001)	M+ (0,9)	10	54,64
4	1- (0,017)	1+ (0,005)	M- (0,3)	7	51,64
5	1- (0,017)	M- (0,001)	1+ (0,7)	8	53,64
6	M- (0,010)	1- (0,003)	1+ (0,7)	10	51,64
7	1+ (0,023)	1- (0,003)	M- (0,3)	6	51,64
8	1+ (0,023)	M- (0,001)	1- (0,5)	9	55,64
9	M- (0,010)	1+ (0,005)	1- (0,5)	7	51,64
10	1- (0,017)	1- (0,003)	1- (0,5)	8	53,64

* n=5. AA = Ácido Ascórbico; HC = Hemicelulase; GX = Goma Xantana; TBR = Tempo de Batimento Rápido; ABA = Absorção de Água. Valores entre parênteses correspondem à porcentagem, em relação o peso da farinha, dos aditivos estudados.

O tempo de batimento rápido teve variação de acordo com a concentração de goma xantana e hemicelulase. O tratamento 2 que apresenta maior concentração de enzima, necessitou menor tempo de batimento, enquanto os tratamentos 3 e 6, onde as concentrações de ácido ascórbico mantiveram-se constantes, mas com menores concentrações de enzima, o tempo de batimento rápido foi de 10 minutos.

Desta forma a adição de enzimas atua reduzindo o tempo necessário para atingir o ponto final da massa, sendo que nas condições estudadas, foi possível verificar uma redução em 50% deste tempo. Almeida (2011), também verificou que o tempo de mistura rápida em massas com farinha integral pôde ser reduzido em até 23,7% com adição de 0,012% de glicolipase, 0,036% de hemicelulase e 0,03% de hexose oxidase.

Com relação à absorção de água (ABA), nos tratamentos 4, 6, 7 e 9 foi de apenas 51,64%, enquanto, no tratamento 8, houve maior absorção. Verificou-se também que no tratamento 3, onde apresenta a maior concentração de goma, houve o segundo maior valor de absorção de água. Hidrocolóides são capazes de interferir tanto na textura quanto na capacidade de absorção de água, decorrente da sua capacidade hidrofílica, no entanto podem ser afetados por vários fatores (BOTELHO, 2012). Desta forma, os valores encontrados podem estar relacionados às diferentes concentrações de aditivos que interferiram nesta propriedade da goma xantana. Verificou-se também uma relação inversamente proporcional entre a capacidade de absorção de água e a concentração de hemicelulase.

Os valores de dimensões como comprimento altura largura dos pães congelados e pães não fermentados podem ser observados na tabela 5.

Tabela 5. Dimensões dos pães congelados e dos pães assados

Tratamento	Pães Congelados			Pães Assados		
	Comprimento (cm)	Altura (cm)	Largura (cm)	Comprimento (cm)	Altura (cm)	Largura (cm)
1	9,74 ^{abcd}	2,92 ^{bc}	3,28 ^{ab}	11,80 ^a	6,01 ^a	7,45 ^a
2	9,84 ^{abc}	2,94 ^{abc}	3,24 ^{ab}	10,85 ^a	5,90 ^a	6,78 ^{abc}
3	9,60 ^{cd}	3,18 ^a	3,14 ^{ab}	10,77 ^a	6,02 ^a	6,21 ^{cde}
4	9,90 ^a	2,90 ^{bc}	3,24 ^{ab}	11,08 ^a	5,81 ^a	6,78 ^{abc}
5	9,82 ^{abc}	3,00 ^{abc}	3,12 ^{ab}	10,79 ^a	4,76 ^b	5,71 ^e
6	9,88 ^{ab}	2,98 ^{abc}	3,14 ^{ab}	11,19 ^a	5,43 ^a	6,43 ^{cd}
7	9,90 ^a	2,88 ^c	3,14 ^{ab}	10,63 ^a	5,54 ^a	7,16 ^{ab}
8	9,62 ^{bcd}	3,04 ^{abc}	3,34 ^a	10,43 ^a	5,80 ^a	6,02 ^{de}
9	9,52 ^d	3,14 ^{ab}	3,16 ^{ab}	10,85 ^a	5,72 ^a	6,85 ^{abc}
10	9,90 ^a	3,02 ^{abc}	3,06 ^b	10,63 ^a	5,62 ^a	6,63 ^{bcd}

* n=5. AA = Ácido Ascórbico; HC = Hemicelulase; GX = Goma Xantana. Letras iguais não diferem entre si.

Por não haver um padrão nestas dimensões, torna-se difícil a comparação em relação aos pães assados.

Os pães assados não diferiram entre si em relação ao comprimento, sendo justificado pelo fato de que os pães ao serem dispostos em telas para fermentação e posterior forneamento, tiveram uma proximidade entre si o que resultou nesta igualdade estatística. O tratamento 5 foi o único que diferiu em relação à altura, além de apresentar a menor largura, fato este que não pode ser observado quando comparado ao pão congelado, deste mesmo tratamento. Pode-se sugerir que tenha ocorrido ação antagonista entre o ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana.

Estudos envolvendo salto, abertura de pestana dureza e volume específico foram realizados visando comparar os tratamentos (Tabela 6).

Tabela 6. Salto, abertura de pestana, dureza e volume específico dos pães assados com adição de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana.

Tratamento	Salto	Abertura de pestana	Dureza (N)	VE(ml.g ⁻¹)
1	3,08 ^a	3,76 ^a	12,01 ^{bc}	4,50 ^{bc}
2	2,93 ^{ab}	3,85 ^a	10,71 ^c	4,07 ^d
3	2,83 ^{ab}	1,89 ^c	17,74 ^{ab}	5,53 ^a
4	2,89 ^{ab}	4,03 ^a	16,44 ^{bc}	4,68 ^b
5	1,76 ^c	2,33 ^{bc}	24,60 ^a	2,67 ^f
6	2,41 ^{bc}	2,87 ^b	15,52 ^{bc}	4,57 ^{bc}
7	2,61 ^{ab}	4,01 ^a	9,97 ^c	4,31 ^{bcd}
8	2,54 ^{ab}	2,11 ^c	14,13 ^{bc}	3,46 ^e
9	2,64 ^{ab}	2,87 ^b	13,38 ^{bc}	4,23 ^{cd}
10	2,56 ^{ab}	3,03 ^b	16,69 ^{bc}	4,01 ^d

* n=5. AA = Ácido Ascórbico; HC = Hemicelulase; GX = Goma Xantana; N = Newtons; VE = Volume Específico. Letras iguais não diferem entre si.

Os dados obtidos foram analisados por gráficos ternários e gráficos de superfície de resposta, a fim de se encontrar a formulação otimizada. Para esta formulação são esperados altos valores de salto, largura de pestana e volume específico, além de baixo valor para dureza.

Os valores de altura dos pães congelados, dos pães assados e de salto dos pães assados, demonstraram que os pães quando congelados, possuem diferença significativa entre si, entretanto, quando assados, apenas o tratamento 5 apresentou variação significativa em relação aos outros tratamento, estando ele abaixo da variação dos demais.

A seguir (Figura 1), está disponível o gráfico ternário para salto dos pães assados em relação a adição de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana.

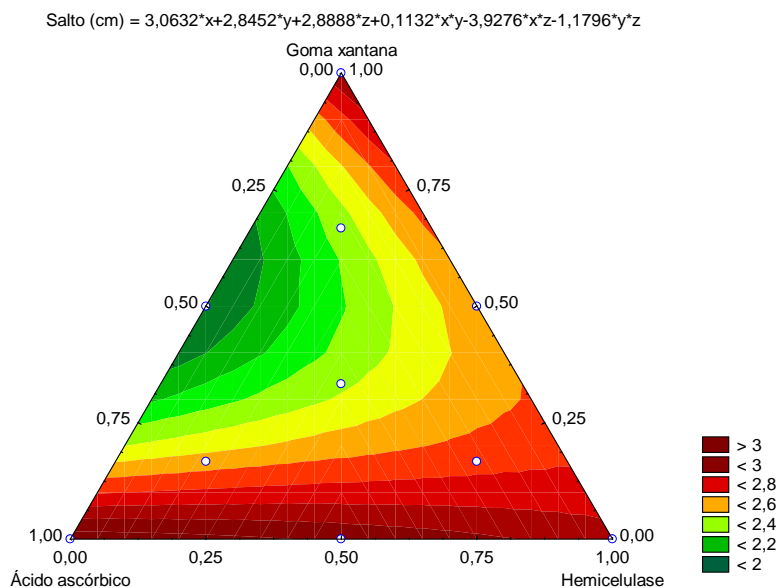


Figura 1. Gráfico ternário para salto com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulose e goma xantana das formulações

Observa-se no gráfico ternário para salto que os valores mais altos, maiores ou iguais a 3 cm, foram independentes do teor de hemicelulose utilizado na formulação. Assim, foi construído um gráfico de superfície de resposta com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana para verificar a influência desses fatores (Figura 2).

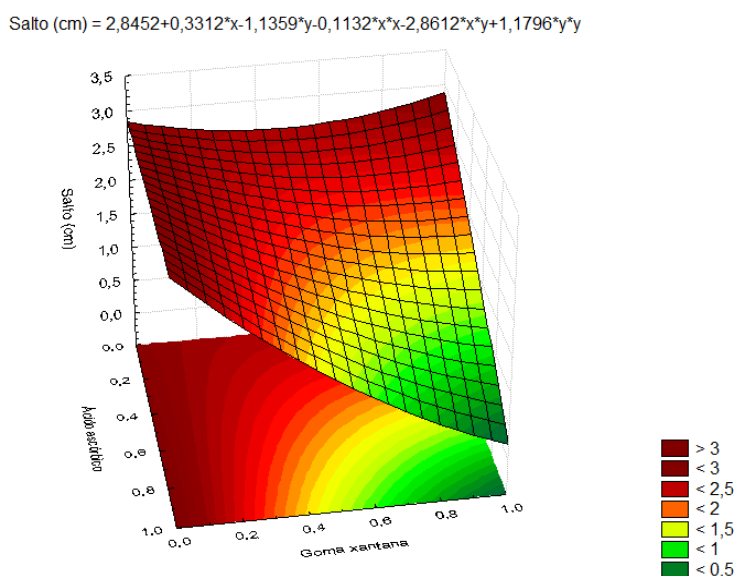


Figura 2. Gráfico de superfície de resposta para salto dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana

Do gráfico de superfície de resposta para salto, observam-se os maiores valores (maior que 3 cm) para teor mínimo de goma xantana associada a teor máximo de ácido ascórbico bem como teor máximo de goma xantana associada a teor mínimo de ácido ascórbico. Desta forma, pode ser verificado que concentrações inversas de ácido ascórbico e de goma xantana resultam altos valores de salto dos pães, porém concentrações proporcionais dos dois aditivos resultam em pães com menor valor de salto.

Em relação à abertura de pestana, houve variação considerável entre os tratamentos, sendo o tratamento 3, com menor abertura de pestana e o tratamento 4 com maior valor deste parâmetro de análise.

Para a resposta abertura da pestana o gráfico ternário encontra-se na Figura 3.

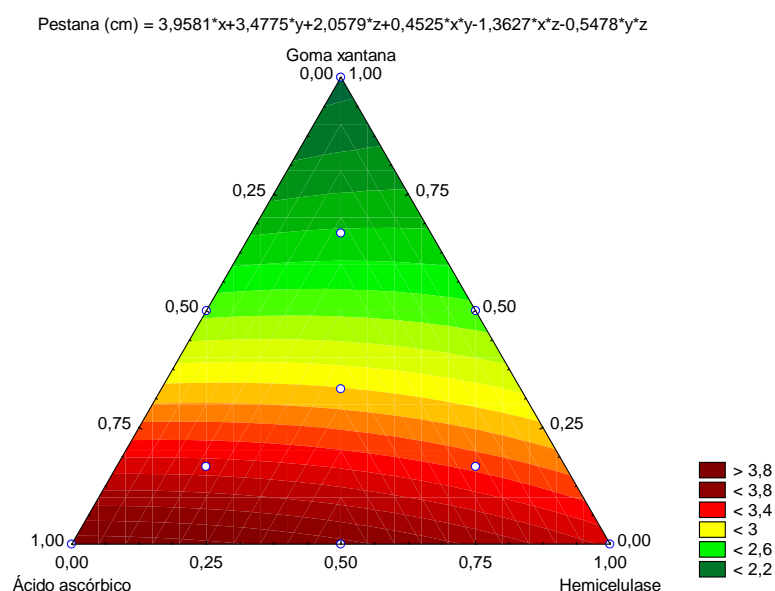


Figura 3. Gráfico ternário para abertura da pestana com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulose e goma xantana das formulações

Valores superiores de abertura de pestana (maiores que 3,5 cm) se concentraram em formulações utilizando teores mínimos a médio de hemicelulose, bem como teores elevados de ácido ascórbico. Desta forma, o gráfico de superfície de resposta foi construído para avaliar os efeitos destes aditivos (Figura 4).

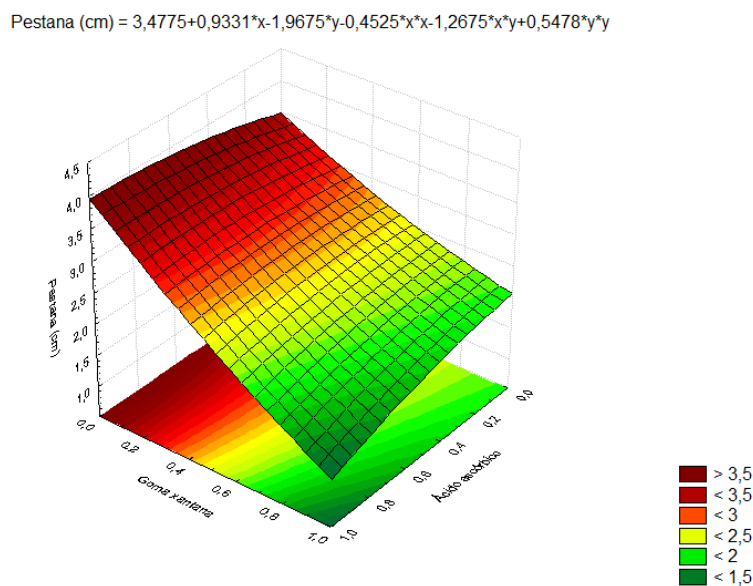


Figura 4. Gráfico de superfície de resposta para largura de pestana dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana

Segundo Almeida (2011), considera-se abertura de pestana ideal aquela que varia de 2,7 – 3,6 cm. Valores abaixo considera-se falta de abertura de pestana, e valores acima considera-se abertura exagerada (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de referência para análise de abertura de pestana, proposta por Almeida (2011).

Abertura de Pestana	Valor (cm)
Falta	<2,70
Ideal	2,70 – 3,60
Exagerada	>3,60

Os dados apresentados na Figura 4 demonstram que valores superiores a 4 cm para a abertura da pestana foram encontrados em formulações associando teor mínimo de goma xantana e teor máximo de ácido ascórbico.

Neste contexto, podemos considerar os tratamentos 1, 2, 4 e 7 como aberturas de pestana exageradas, os tratamentos 3, 5 e 8 com falta de abertura de pestana e os tratamentos 6, 9 e 10 como aberturas de pestana ideais.

Parâmetro de extrema importância na aceitabilidade do produto, a textura ou dureza dos pães assados, foi analisada após 2 horas do forneamento, com o

objetivo de assemelhar à realidade do consumidor, bem como pelo fator temperatura do produto.

Segundo Esteller e Lannes (2005), os valores de dureza ou textura de pães estão relacionados à força aplicada para gerar deformação no produto e correlacionada com a mordida humana durante sua ingestão. E esta força está ligada às formulações, qualidade de matéria-prima e da utilização de aditivos, como enzimas e oxidantes.

A textura das formulações foi estudada pelo gráfico ternário apresentado na Figura 5.

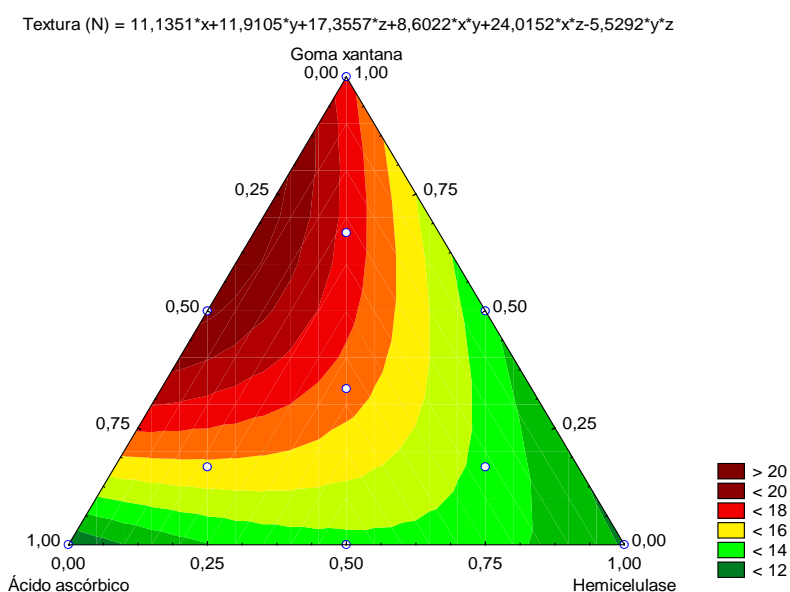


Figura 5. Gráfico ternário para textura dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações

A dureza (N) dos pães foi menor quando se utilizou teor mínimo ou máximo de hemicelulase. Visando observar o efeito do ácido ascórbico e da goma xantana na textura dos pães foi criado o gráfico de superfície com essas variáveis (Figura 6).

$$\text{Textura (N)} = 11,9105 + 7,8268 * x - 0,084 * y - 8,6022 * x * x + 20,9422 * x * y + 5,5292 * y * y$$

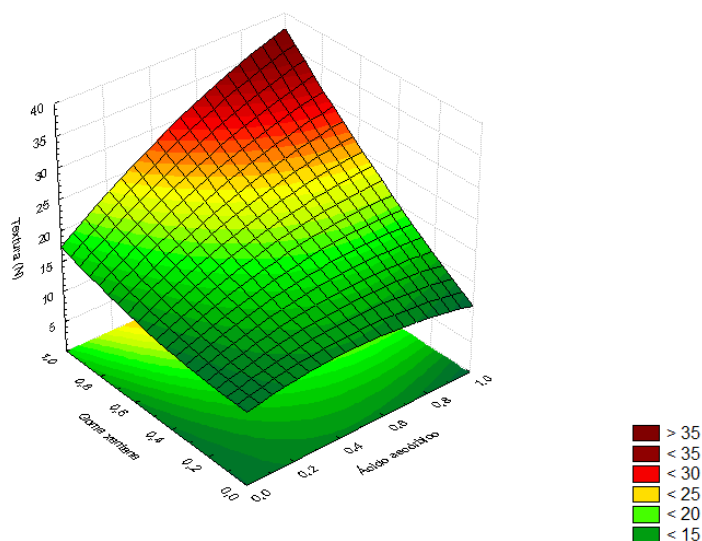


Figura 6. Gráfico de superfície de resposta para textura dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico e goma xantana

Com relação aos teores dos demais fatores, pode-se observar na Figura 6 que pães mais macios (dureza menor que 15 N) foram obtidos nas formulações contendo teores mínimos de goma xantana, sendo o menor valor observado para o tratamento 1 contendo teor mínimo de goma xantana associado ao teor máximo de ácido ascórbico.

Silva (2007), em estudo de efeitos da adição de enzimas xilases, glicoxidação e ácido ascórbico em pães de forma, pôde verificar que menores valores de textura foram com níveis maiores de adição de ácido ascórbico.

Por fim, o volume específico dos pães e sua relação com as formulações foram estudados pelo gráfico ternário apresentado na Figura 7.

$$\text{Volume específico (ml/g)} = 4,6385*x+3,8368*y+5,559*z+1,789*x*y-8,6459*x*z-0,9075*y*z$$

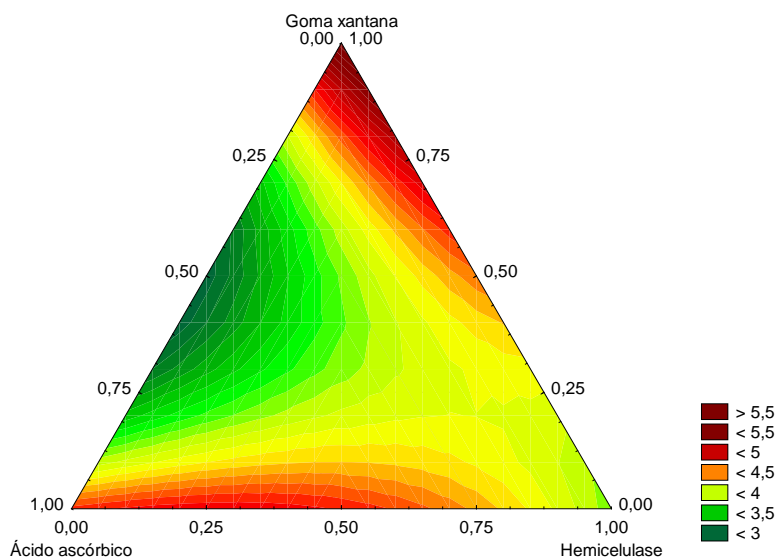


Figura 7. Gráfico ternário para o volume específico dos pães com relação aos teores de ácido ascórbico, hemicelulase e goma xantana das formulações

Pães com maior volume específico (maior que 5,5 ml/g) foram obtidos quando foram utilizados teores entre mínimo e médio de hemicelulase. A interação entre os teores de ácido ascórbico e goma xantana foi estudada pelo gráfico de superfície de resposta da Figura 8.

$$\text{Volume específico (ml/g)} = 3,8368+2,5906*x+0,8147*y-1,789*x*x-9,5275*x*y+0,9075*y*y$$

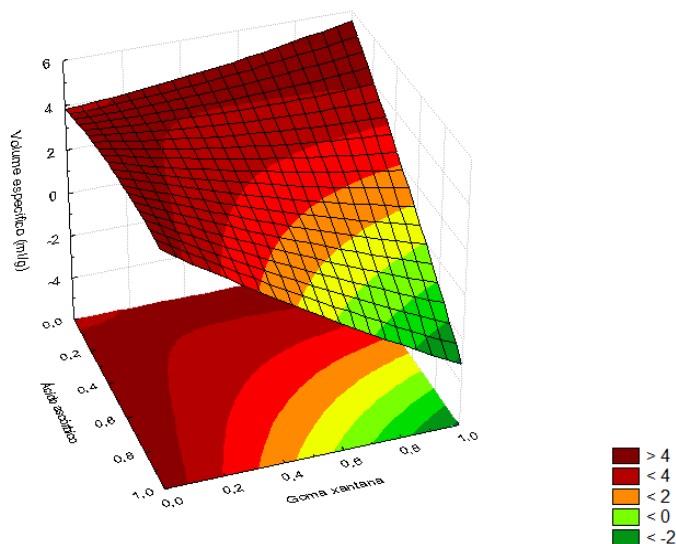


Figura 8. Gráfico de superfície de resposta para volume específico dos pães com relação aos teores de hemicelulase e goma xantana.

Da Figura 8 podemos observar que maiores volumes específicos (maiores que 4 ml/g) são obtidos para formulações contendo teor mínimo de goma xantana associada a teor máximo de ácido ascórbico; teor máximo de goma xantana associada a teor mínimo de ácido ascórbico. O mesmo foi observado quando a resposta analisada foi salto.

Lopes et al. (2007), em estudo relacionado a adição simultânea de ácido ascórbico e azodicarbonamida, ambos com função oxidante, verificou que com o aumento gradual de ácido ascórbico, origina aumento do volume específico variando de 5,26 a 6,00 ml.g⁻¹ para adição de 0,0025 a 0,0075% de ácido ascórbico em relação ao peso total da farinha.

Em estudo realizado por Pereira et al (2009), mostrou que o uso de ácido ascórbico aumenta a resistência à extensão da massa e o tempo de fermentação, além de proporcionar maior volume específico ao produto final, sendo indicado seu uso para produtos de longa fermentação.

Também tem sido demonstrado que as gomas interagem com o glúten em concentrações baixas (0,15%), fortalecendo a película que retém gás através da interação de polissacarídeos com o glúten, sendo este o responsável pelo aumento da retenção de gás na massa (SARANTOPOULOS, 1989).

4. CONCLUSÕES

O uso de enzima hemicelulase apresentou uma redução de até 50% no tempo de batimento rápido. Quantidades adequadas de ácido ascórbico, goma xantana e hemicelulase, apresentaram maior absorção de água, resultando em maior rendimento a massa.

Há relação inversa entre a adição de ácido ascórbico e goma xantana nos resultados referentes às dimensões e volume específico de pães.

Por fim, ao analisarmos os resultados obtidos de forma combinada, podemos concluir que a melhor formulação para o pão é aquela contendo 0,001% de hemicelulase, 0,3% de goma xantana e 0,030% de ácido ascórbico, para os pães de longa fermentação enquanto que a pior corresponde àquela contendo 0,001% de hemicelulase, 0,7% de goma xantana e 0,017% de ácido ascórbico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Eveline Lopes. **ESTUDO DA QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS PRÉ-ASSADO CONGELADO ELABORADO COM FARINHA DE TRIGO INTEGRAL: INFLUÊNCIA NA FORMULAÇÃO, PROCESSO E ESTOCAGEM CONGELADA.** 2011. 250f. Tese (Doutorado) – Tecnologia em Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Pão**, Resolução - RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000.

BOTELHO, F. S., **EFEITOS DA GOMA XANTANA E/OU GUARNA TEXTURA DE PÃES ISENTOS DE GLÚTEN ELABORADOS COM FARINHAS DE ARROZ E MILHO.** (2012). 88f. Tese (Mestrado) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

ESTELLER, M. S., **Fabricação de Pães com Reduzido Teor Calórico e Modificações Reológicas Ocorridas Durante o Armazenamento.** 2004. 248 f. Dissertação de Mestrado – Tecnologia em Alimentos. Universidade de São Paulo, Faculdade de Ciências Farmacêuticas. São Paulo, 2004.

ESTELLER, M. S., LANNES, S. C. S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, outubro-dezembro, 2005.

KOWASLKI, M. B.; CARR, L. G.; TADINI, C. C. Parâmetros Físico-químicos e de Textura de Pão Francês Produzido na Cidade de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Porto Alegre. **Anais do CBCTA**, São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2002.

LOPES, A. S.; ORMENESE, R. C. S. C.; MONTENEGRO, F. M.; FERREIRA JUNIOR, P. G. Influência do uso simultâneo de ácido ascórbico e azodicarbonamida na qualidade do pão francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n.2, p. 307-312, abril-junho, 2007.

MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C. Estudo da Absorção de Água em Mistura de Farinha de Trigo de Diferentes Marcas Comerciais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.7, n.4, p. 201-206, outubro-dezembro, 2012.

MATUDA, Tatiana Guinoza. **ANÁLISE TÉRMICA DA MASSA DE PÃO FRANCÊS DURANTE OS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E DESCONGELAMENTO: OTIMIZAÇÃO DO USO DE ADITIVOS.** 2004. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

PANORAMA setorial em 2015. São Paulo, 2015. Disponível em <www.sindipan.org.br>. (acesso em 07/01/2016).

PEREIRA, E. P. R.; AMORIM, E. O. C.; AMBIEL, H. C.; CHANG, Y. K. **INFLUÊNCIA E AGENTES OXIDANTES SOBRE PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE MASSAS DE FARINHA DE TRIGO BRANCA E DE GRÃOS INTEIROS E SOBRE O VOLUME ESPECÍFICO DO PÃO FRANCÊS**. Campinas, v.12, n.3, p.161 – 171, jul/set. 2009.

PERFORMACE do setor de panificação e confeitaria brasileiro em 2014. Brasília – DF, 2014. Disponível em: <www.abip.org.br>. (acesso em 07/01/2016).

PORTARIA nº 540, de 27 de outubro de 1997: regulamento técnico: aditivos alimentares. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/>> (acessado em 03/03/2016).

RESENDE, Fabrício de Souza. **EFEITO DO CONGELAMENTO SOBRE A MICROESTRUTURA DA MASSA DO PÃO**. 2011. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SALAS-MELLADO, Myriam de Las Mercedes. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA FORMULAÇÃO E DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS DOS TIPOS DE CONGELAMENTO NA QUALIDADE DA MASSA E DO PÃO**. 2003. 274 f. Tese (Doutorado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SARANTOPOULOS, I. A., **EFEITO DA ADIÇÃO DE GOMAS CARAGENA E LECITINA HIDROXILADAS DE SOJA NAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DA MASSA E NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DO PÃO**. (1989).160f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 1989.

SILVA, C. B., **EFEITO DA ADIÇÃO DE XILASE, GLICO OXIDASE E ÁCIDO ASCÓRBICO NA QUALIDADE DO PÃO DE FORMA DE FARINHA DE TRIGO DE GRÃO INTEIRO**. (2007). 149f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

SOUZA, L. M. C., **INCORPORAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE ADITIVOS ALIMENTARES E AUXILIARES TECNOLÓGICOS EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO**. (2012). 70f. Relatório de estágio (Mestrado) – Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2012.

ANEXO A - ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, REOLÓGICAS E MICROBIOLÓGICAS DA FARINHA DE TRIGO UTILIZADA NOS TRATAMENTOS.

FAR. TRIGO AUTENTICA PANIFICACAO 25 KG TIPO 1		Data : 01/02/2016	
Data de Validade : 30/05/2016		Nota Fiscal : 34.629	Laudo / Lote : 002874 / 31/01
		Data de Fabricação : 31/01/2016	
ANÁLISE FÍSICO - QUÍMICA			
Determinação	Método	Resultado	
Umidade	ISO 712	14,00 %	
Cinzas	CC 104-1	0,6 %	
Cor	AACC nº 1422 (MINOLTA)	92,48	
Gluten úmido	ICC 155 e AACC 3812	27,2 %	
Gluten seco	ICC 155 e AACC 3812	9,10 %	
Falling number	AACC nº 56-81B	306 seg	
ANÁLISE REOLÓGICA			
Farinograma	Método	Resultado	
Absorção %		57,1 %	
Desenvolvimento (min)		7,9 min	
Estabilidade	IRAM 15855	15,6 min	
L.T.M. (UB)		35	
Alveograma	Método	Resultado	
P		98	
L		76	
W	AACC nº 54-30A	286	
P.L		1,3	
ANÁLISE MICROBIOLÓGICOS			
Determinação	Método	Resultado	
Bacillus Cereus		1000,0 /G (UFC)	
Coliforme a 45°C	RDC 12 de 02-01-2001	3,00 /G (NMP)	
Salmonella SPP		0,0	
INGREDIENTES			
Ingrediente	Função	Percentual	Cada 100 gramas
Farinha de Trigo		99,979 %	99,979
Acido fólico	Fortificante Vitamina	0,00015 %	0,00015
Ferro	Fortificante Mineral	0,00420 %	0,00420
INS 928	Mealhador de cor	0,006 %	0,006

ANEXO B - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PÃES UTILIZADO NAS ANÁLISES REALIZADAS NO TRABALHO.

