



LORENA PINTO ANDRADE

**AMIDOS MODIFICADOS E ESTABILIZANTES
NA QUALIDADE DO PÃO DE QUEIJO DE
MASSA CONGELADA DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

**LAVRAS - MG
2012**

LORENA PINTO ANDRADE

**AMIDOS MODIFICADOS E ESTABILIZANTES NA QUALIDADE DO
PÃO DE QUEIJO DE MASSA CONGELADA DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Joelma Pereira

**LAVRAS - MG
2012**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Andrade, Lorena Pinto.

Amidos modificados e estabilizantes na qualidade do pão de
queijo de massa congelada durante o armazenamento / Lorena Pinto
Andrade. – Lavras : UFLA, 2012.

177 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Joelma Pereira.

Bibliografia.

1. Amido de mandioca. 2. Panificação. 3. Armazenamento
congelado. 4. Aditivo. 5. Tecnologia de alimentos. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 641.815

LORENA PINTO ANDRADE

**AMIDOS MODIFICADOS E ESTABILIZANTES NA QUALIDADE DO
PÃO DE QUEIJO DE MASSA CONGELADA DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de julho de 2012

Dra. Kelen Cristina dos Reis	UFLA
Dra. Marilene de Oliveira Leite	UBM

Dra. Joelma Pereira
Orientadora

**LAVRAS – MG
2012**

*A Deus,
Pela presença constante em minha vida*

OFEREÇO

Este trabalho foi feito com muito esforço, apoio e abdicação de algumas coisas e pessoas, por isso, dedico àquelas que mais amo com todo o carinho e respeito. Sei que certos momentos e planos talvez não sejam mais realizados, porém, o que ficou foi a concretização de um sonho mesmo que individual mas com o apoio de todos vocês se tornou real por isso Antônio e Fátima (meus pais), Juliana e Victor (meus irmãos), Vinícius (meu querido filho) e meu namorado Cleomacio “in memoriam”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e sempre, darei graças a Deus por tudo que tenho, por estar tão presente em minha vida fazendo se cumprir suas palavras.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

À Profa. Dra. Joelma Pereira, pela orientação, confiança, amizade, carinho e paciência.

Às Professoras Dra. Marilene de Oliveira Leite e Dra. Kelen Cristina Reis, pelas sugestões e participação na banca de defesa.

À Profa. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro pela orientação na análise sensorial.

Ao Prof. Dr. Júlio Bueno pelas análises estatísticas.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelo apoio e amizade.

À *Gemacom Tech*, pela parceria e doações dos amidos e estabilizantes utilizados neste trabalho.

À querida amiga Camila Carvalho Menezes pelo carinho, amizade e pelo suporte na estatística.

Aos amigos Aline, Stella, Fausto e Janyelle pessoas especiais que agradeço a Deus por ter colocado vocês em minha vida.

Aos colegas do curso de pós- graduação e graduação: Lucinéia, Gisele, João Renato, Anayara, Luciana, Lili, Carina, Luan, Natália, Amanda e Leonardo, pela ajuda durante o experimento.

Aos funcionários de DCA pelo convívio, amizade e atenção.

Aos queridos amigos e porque não familiares: Beth, Sr. Cleomacio, Michelle e Carlos Eduardo.

Aos meus pais, Antônio e Fátima, meus irmãos Juliana e Victor, meus padrinhos Paulo e Ana, todos os meus familiares, pelo grande incentivo, carinho e apoio.

Ao meu filho Vinícius, pois mesmo ainda pequeno se comportou como um homem durante minha ausência e por todos os momentos difíceis que enfrentamos.

Enfim, ao meu namorado Cleomacio “*in memoriam*”, pela paciência e incentivo, por ter caminhado e vivido esse sonho comigo.

Deus de Promessas

(Música da banda Toque no Altar)

“Sei que os Teus olhos
Sempre atentos permanecem em mim
E os Teus ouvidos
estão sensíveis para ouvir meu clamor
Posso até chorar...
Mas a alegria vem de manhã
És Deus de perto e não de longe
Nunca mudastes, Tú és fiel”

(...)

RESUMO

O pão de queijo é um produto de origem mineira. Com os avanços em sua industrialização, surgiram inúmeras formulações: modelado e congelado, pré-misturas para posterior adição de ingredientes ou ainda na forma de massa congelada. O congelamento das massas de pão de queijo propiciou ampliação de mercado. Apesar de existir algumas formulações de pão de queijo, o polvilho é a matéria-prima essencial para sua produção. Nas massas congeladas e nas pré-misturas para pão de queijo é comum a utilização de ingredientes como os amidos modificados ou de aditivos como os estabilizantes com o intuito de melhorar as características físicas e sensoriais do pão de queijo. A utilização de amidos modificados vem ganhando importância contínua na indústria alimentícia. Dentre as várias funções do amido modificado uma delas é a resistência de suas pastas a ciclos de congelamento e descongelamento. Já os estabilizantes favorecem e mantêm as características físicas das emulsões. O presente trabalho teve como objetivo inicial definir os limites máximos e mínimos das concentrações de amidos modificados e estabilizantes produzidos comercialmente pela *Gemacom Tech*, posteriormente elaborar as formulações do produto a partir das diferentes concentrações dos amidos modificados e estabilizantes para avaliar as características físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais das formulações com relação a uma formulação padrão; determinar as características físicas, químicas, físico-químicas e sensorial ao longo dos 180 dias de armazenamento sob congelamento. Os resultados iniciais revelaram que as formulações contendo amidos modificados e estabilizantes não apresentaram diferença estatística significativa em relação à formulação padrão. Contudo, o tratamento com estabilizante à base de goma xantana e carragena (EXR) obteve maior estabilidade durante o congelamento da massa de pão de queijo do que os demais tratamentos e através da análise sensorial com consumidores esse mesmo tratamento foi o que recebeu as melhores notas, indicando pelo teste de intenção de compra que provavelmente os consumidores comprariam esse produto.

Palavras-chave: Amido de mandioca. Armazenamento congelado. Aditivo. Panificação. Tecnologia de alimentos.

ABSTRACT

The cheese bread is a product origin from Minas Gerais. With advances in its industrialization, numerous formulations emerged: modeling and frozen, pre-mixes for further addition of ingredients or in the form of frozen dough. The doughs freezing of cheese bread led market expansion. Although there are some formulations of cheese bread, the cassava starch is the key raw material for its production. In the frozen dough and pre-mixes for cheese bread is common to use ingredients such as modified starch or additives such as stabilizers in order to improve the physical and sensory characteristics of cheese bread. The use of modified starches has gained continuous importance in the food industry. Among the various functions of the modified starch one of them is the strength of their doughs to cycles of freezing and thawing. Since the stabilizers promote and maintain the physical characteristics of the emulsions. This study had as initial objective to define the maximum and minimum limits from concentrations of modified starches and stabilizers commercially produced by Gemacom Tech, later develop product formulations from different concentrations of modified starches and stabilizers to evaluate the physical, chemical, physico-chemical and sensory formulations with relation to a standard formulation and determine the physical, chemical, physico-chemical and sensory characteristics over 180 days of storage under freezing. Initial results showed that formulations containing modified starches and stabilizers showed no statistically significant difference compared to standard formulation. However, treatment with stabilizing base to xanthan gum and carrageenan achieved greater stability during freezing of cheese bread dough than the other treatments and by sensory analysis with consumers its the same treatment was which received top grades indicating by the test of purchase intention that probably the consumers buy this product.

Keywords: Manioc starch. Frozen storage. Additive. Bakery. Food technology.

SUMÁRIO

	CAPITULO 1 Introdução geral.....	15
1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivos específicos	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	O pão de queijo	19
3.2	Ingredientes do pão de queijo	21
3.3	Processo de fabricação do pão de queijo	22
3.4	Amido	23
3.5	Amido Modificado	25
3.5.1	Amido modificado cruzado	28
3.5.2	Amido modificado acetilado	30
3.5.3	Amido modificado pré-gelatinizado	31
3.6	Estabilizantes	32
3.6.1	Carboximetilcelulose (CMC)	33
3.6.2	Galactomananas	33
3.6.2.1	Goma tara	35
3.6.2.2	Goma Guar	35
3.6.3	Goma xantana	36
3.6.4	Carragena	37
	REFERÊNCIAS	38
	CAPÍTULO 2 Pré-teste: efeito da adição dos amidos modificados e estabilizantes sobre as propriedades físicas, químicas e sensoriais de pão de queijo.....	46
1	INTRODUÇÃO	49

2	MATERIAL E MÉTODOS	51
2.1	Material e delineamento experimental	51
2.2	Processamento dos pães de queijo	52
2.3	Análises realizadas	53
2.3.1	Umidade	53
2.3.2	pH	53
2.3.3	Acidez titulável	53
2.3.4	Densidade absoluta	54
2.3.5	Volume dos pães de queijo	54
2.3.6	Análise sensorial dos pães de queijo	54
2.4	Análise estatística	55
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
3.1	Umidade	56
3.2	pH e Acidez titulável	57
3.3	Densidade absoluta	59
3.4	Volume dos pães de queijo	60
3.5	Análise sensorial	61
4	CONCLUSÕES	64
	REFERÊNCIAS	65
	CAPÍTULO 3 Efeito dos amidos modificados e estabilizantes sobre as características físicas, químicas e físico-químicas de pães de queijo de massas congeladas durante o armazenamento	68
1	INTRODUÇÃO	71
2	MATERIAL E MÉTODOS	73
2.1	Delineamento experimental	73
2.2	Obtenção dos pães de queijo com diferentes concentrações de amidos modificados e estabilizantes	73

2.3	Preparo das amostras para análises	74
2.4	Análises realizadas	75
2.4.1	Umidade	76
2.4.2	pH	76
2.4.3	Acidez titulável	76
2.4.4	Cinzas	76
2.4.5	Proteína bruta	76
2.4.6	Extrato etéreo	77
2.4.7	Caracterização dos pães de queijo	77
2.4.8	Textura	78
2.4.9	Cor	78
2.5	Análise Estatística	81
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	82
3.1	Efeito dos amidos modificados e estabilizantes no congelamento das massas dos pães de queijo	82
3.1.1	Umidade	82
3.1.2	pH	83
3.1.3	Acidez titulável	85
3.1.4	Diâmetro da massa modelada	87
3.1.5	Densidade da massa modelada	89
3.1.6	Cor	91
3.1.7	Peso das massas moldadas dos pães de queijo	97
3.1.8	Altura	99
3.2	Análises dos pães de queijo assados durante o congelamento ..	100
3.2.1	Umidade	100
3.2.2	pH dos pães de queijo	102
3.2.3	Acidez titulável dos pães de queijo	103
3.2.4	Cinzas dos pães de queijo	105

3.2.5	Proteína dos pães de queijo.....	107
3.2.6	Extrato Etéreo dos pães de queijo.....	109
3.3	Caracterização física dos pães de queijo.....	111
3.3.1	Densidade dos pães de queijo.....	111
3.3.2	Volume específico dos pães de queijo.....	114
3.3.3	Índice de Expansão dos pães de queijo.....	115
3.3.4	Espessura da casca dos pães de queijo.....	117
3.3.5	Peso dos pães de queijo.....	118
3.3.6	Altura dos pães de queijo.....	120
3.3.7	Diâmetro dos pães de queijo.....	122
3.3.8	Textura dos pães de queijo.....	123
3.3.9	Cor dos pães de queijo.....	125
4	CONCLUSÕES	146
	REFERÊNCIAS	148
	CAPÍTULO 4 Análise sensorial dos pães de queijo obtidos por diferentes concentrações de amidos modificados e estabilizantes nas massas armazenadas sob congelamento	153
1	INTRODUÇÃO	156
2	MATERIAL E MÉTODOS	158
2.1	Delineamento experimental	158
2.2	Análise Sensorial dos pães de queijo: Teste de Aceitação	158
2.3	Análise estatística	159
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	160
3.1	Aparência e textura dos pães de queijo	160
3.2	Aroma e sabor dos pães de queijo	163
3.3	Impressão global e intenção de compra	165
4	CONCLUSÕES	168
	REFERÊNCIAS	169

APÊNDICES	171
------------------------	------------

CAPITULO 1 Introdução geral

1 INTRODUÇÃO

A origem do pão de queijo ainda não foi bem elucidada, acreditando-se que esse produto tenha surgido nas cozinhas das fazendas mineiras há mais de duzentos anos, de onde se disseminou por todo o país (PEREIRA, 1998), ou nos antigos casarões, onde os escravos faziam biscoito de polvilho, cuja formulação era desprovida de queijo; entretanto, acredita-se que, acrescentando-o à formulação chegou-se ao pão de queijo (MACHADO, 2001).

Desse modo, o pão de queijo é caracterizado como um produto tradicionalmente mineiro, obtido a partir da mistura de polvilho (amido da mandioca) com água ou leite, queijo, sal e gordura, podendo variar o tipo de polvilho (doce, azedo ou a mistura deles), com isso, o processo de produção ainda não é padronizado.

Esse produto pode ser uma fonte reconhecida de carboidratos, além de ser um produto de panificação isento de glúten, o que o coloca como alimento alternativo para pacientes celíacos, alérgicos às proteínas do trigo (PEREIRA et al., 2004).

Com os avanços na industrialização do pão de queijo, surgiram inúmeras formas: modelado e congelado, pré-misturas para posterior adição de ingredientes ou ainda na forma de massa congelada. O congelamento das massas de pão de queijo proporciona uma ampliação de mercado, interno e externo, que era pouco explorado para esse produto, além de torná-lo um alimento de fácil e rápido preparo, trazendo conveniência para a população.

Muitas são as formulações de pão de queijo existentes, no entanto o polvilho é a matéria-prima essencial para sua produção. De acordo com as características físico-químicas do amido de mandioca, este apresenta um grande interesse industrial, ocorrendo a necessidade do desenvolvimento de amidos que apresentem novas propriedades no desenvolvimento da massa.

Assim, a utilização de amidos modificados vem ganhando importância contínua na indústria alimentícia, pois o amido pode ser química e fisicamente modificado para atender requerimentos específicos. Dentre as várias funções do amido quando modificado uma delas é a resistência de suas pastas a ciclos de congelamento e descongelamento.

Nesse aspecto, 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 desse polímero nas aplicações industriais.

Já os estabilizantes possuem capacidade de formar gel. São polissacarídeos de alto peso molecular, geralmente com traços de proteína e de ocorrência natural, sendo solúveis em água e apresentando propriedades espessantes e/ou geleificantes em dadas condições específicas (MUNHOZ, 2001).

Os amidos modificados e os estabilizantes possuem alta afinidade de se ligarem à água e com isso, reduzem a formação de cristais de gelo formados a partir da água disponível no alimento. Isso pode ser justificado, pelo fato desses compostos transportarem um grande número de hidroxilas que podem reter moléculas de água por meio de ligações de hidrogênio (TRAN et al., 2008).

Contudo, Amidos modificados e estabilizantes são comuns em indústrias de alimentos, principalmente laticínios. Além disso, é desejo dos próprios fabricantes desses produtos expandi-los para outras indústrias alimentícias para que esses ingredientes e aditivos ajudem na melhoria da estrutura, do sabor e da vida útil de outros alimentos. Dessa forma, este trabalho foi realizado com o intuito de avaliar a utilização de amidos modificados (*Amidogem Line*) e estabilizantes (*Estabgem Line*), fabricados pela Empresa *Gemacom Tech* em formulações de pão de queijo a partir das características físico-químicas e sensoriais dos produtos obtidos de massas congeladas por até 180 dias.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito de diferentes concentrações de amidos modificados e estabilizantes comerciais (*Gemacom Tech*) em formulações de pães de queijo congelados por até 180 dias.

2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar as concentrações máximas e mínimas de amidos modificados e estabilizantes na elaboração de pão de queijo.
- b) Avaliar características físicas, químicas, físico-químicas e sensoriais das formulações com relação à formulação padrão.
- c) Avaliar através das características físicas, químicas, físico-química e sensoriais o efeito do armazenamento congelado das massas e dos pães de queijo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O pão de queijo

O pão de queijo é um produto tipicamente mineiro, cuja produção e comercialização têm crescido muito, pois além de ser comercializado por todo país o produto também pode ser encontrado conforme Figura 1, nos Estados Unidos, Inglaterra, Chile, Portugal, Espanha, México, Japão e África do Sul.



Figura 1 Exportação de pão de queijo
Fonte: Modificado de EBC (2012)

A Forno de Minas, a maior indústria de pães de queijo do Brasil com mais de 20 anos de mercado apresentou um faturamento no ano de 2011 de R\$110 milhões e a projeção para o ano de 2012 é de R\$160 milhões, com uma exportação para este mesmo ano de 700 toneladas, a empresa detém 40% do mercado de pão de queijo no país (VOLTA..., 2012).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Pão de Queijo (ABPQ), estima-se que existem atualmente 500 indústrias de pão de queijo no Brasil, a maior parte (70%) no Estado de Minas Gerais, a previsão de produção média de pão de queijo é de seis mil toneladas mensais.

Segundo os dados da Aquisição Alimentar Domiciliar *per capita*, levantados no âmbito da Pesquisa de Orçamentos Familiares, a aquisição média anual *per capita* de pão de queijo no Brasil nos períodos de 2008 e 2009 foi de 0,185kg (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2012).

Esse crescimento no mercado só foi possível devido às suas formas de comercialização podendo ser cru e congelado, em formatos que variam para cada fabricante, diferindo na qualidade, aparência e valor comercial. Conforme Almeida (2012), a comercialização do pão de queijo se expandiu tanto no mercado interno quanto no externo, devido à obtenção de um produto de alta qualidade.

O congelamento da massa de pão de queijo é uma prática usual, pois, uma vez assado, o pão de queijo envelhece rapidamente devido à retrogradação do amido (JESUS, 1997). Além disso, com os avanços na indústria de panificação para a fabricação de pão de queijo, iniciou-se o emprego de leite, ovos e queijo em pó e também de novas formulações contendo, até mesmo, purê de batata, farinha de milho, recheios e aromas artificiais (PEREIRA, 2001).

Contudo, dentre os ingredientes utilizados para a produção do pão de queijo, o polvilho azedo é o preferido, pois confere ao produto às características de maior volume, textura mais porosa com maior número de células de ar, miolo esponjoso, mais leve e elástico, casca lisa e uniforme (PEREIRA, 1998).

Com relação à tecnologia de fabricação de pão de queijo com polvilho doce não apresenta diferenças quando comparado à utilização de polvilho azedo, mas ainda assim, observou-se um volume ligeiramente menor, um miolo menos

esponjoso, com textura menos porosa e com menor número de células de ar. Apesar disso, o pão de queijo feito com polvilho doce tem sua padronização facilitada por apresentar características físico-químicas mais estáveis (PEREIRA, 2001).

Alterações nas propriedades tecnológicas dos amidos podem ser obtidas por processos físicos como a pré-gelatinização, o tratamento com o calor e a exposição a radiações ou por processos químicos nos quais se empregam reagentes específicos para alterar a estrutura das macromoléculas componentes do amido. As técnicas químicas principais são o *cross-linking*, ou ligação cruzada (ainda chamada de reticulação), a substituição, também conhecida como estabilização e, finalmente, a conversão. Ainda há a possibilidade de serem empregados processos enzimáticos (DEMIATE, 2009).

Os estabilizantes por sua vez, também são muito utilizados para o preparo de alimentos como sorvetes, sopas, balas, produtos da panificação entre outros. São polissacarídeos, os quais podem ser constituídos de um único ou de diferentes tipos de monossacarídeos. Celulose, alginato e goma arábica são exemplos de homo, co, e heteropolissacarídeos, respectivamente. Aqueles com aplicações industriais são extraídos de plantas - incluindo as algas, os fungos ou são obtidos via fermentação microbiana. Nas plantas superiores esses podem ser obtidos de exsudatos, sementes, frutos e tubérculos (CUNHA; PAULA; FEITOSA, 2009).

3.2 Ingredientes do pão de queijo

Em meio a uma infinidade de formulações para pão de queijo, algumas incluem, além do polvilho azedo ou doce, leite, água, óleo, ovo, queijo e sal, purê de batata, gordura vegetal hidrogenada ou margarina. Cada um desses ingredientes possui uma função específica e a interação de todos eles visa à

obtenção de um produto leve, poroso, com bom volume e de sabor agradável e que acima de tudo, seja bem aceito pelo consumidor (PEREIRA, 2001).

O polvilho é o principal ingrediente para a fabricação do pão de queijo e pode ser classificado em doce e azedo. O polvilho doce que também pode ser denominado amido de mandioca nativo (APLEVICZ; DEMIATE, 2007) consiste da lavagem e descascamento das raízes, desintegração para liberação dos grânulos de amido, separação das fibras, purificação para a separação do amido, desidratação e secagem (ARIAS, 2000), já o polvilho azedo é um produto obtido da mesma forma que o doce, porém, sofre fermentação após a etapa de decantação da fécula e antes da secagem, que é obrigatoriamente feita por método solar (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2012), sendo o polvilho azedo considerado um produto modificado por oxidação do amido de mandioca (DINIZ, 2006).

3.3 Processo de fabricação do pão de queijo

Não existe um processo padronizado para a produção do pão de queijo. Assim, o processo envolve várias etapas como: escaldamento do polvilho, mistura, modelagem, congelamento, embalagem, estocagem e assamento (PEREIRA; JESUS; LABODSIÈRE, 1997).

A Figura 2 representa um fluxograma que mostra as etapas básicas da fabricação do pão de queijo.

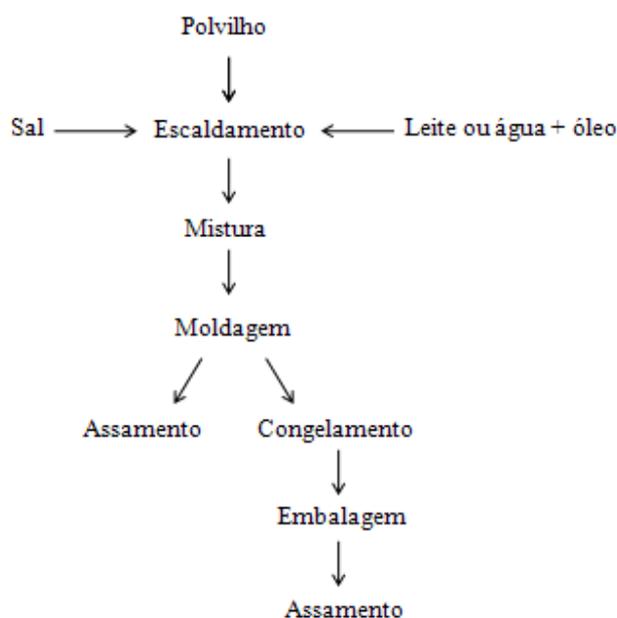


Figura 2 Fluxograma da fabricação do pão de queijo

3.4 Amido

O amido apresenta grande importância nutricional e industrial. Encontra-se amplamente distribuído em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em cereais, em raízes e tubérculos. É a fonte mais importante de carboidratos na alimentação humana, representando 80-90% de todos os polissacarídeos da dieta, e o principal responsável pelas propriedades tecnológicas que caracterizam grande parte dos produtos processados (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005).

Estruturalmente, o amido é um homopolissacarídeo composto por cadeias de amilose (Figura 3) e amilopectina (Figura 4). A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas α -D 1,4, originando uma cadeia linear. Já a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em α -D 1,4 e α -D 1,6, formando uma estrutura ramificada. As proporções em

que essas estruturas aparecem diferem em relação às fontes botânicas, variedades de uma mesma espécie e, mesmo numa mesma variedade, de acordo com o grau de maturação da planta (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

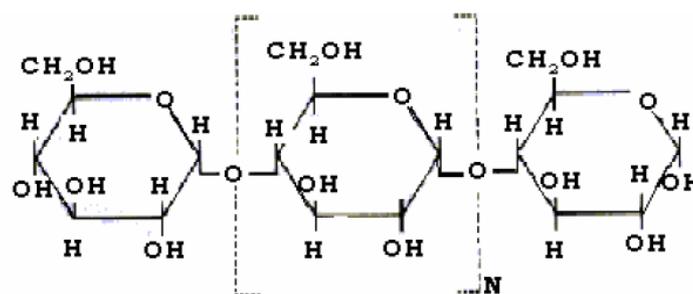


Figura 3 Ligações α -D 1,4 da molécula de amilose
Fonte: Van Beynum e Roels (1985)

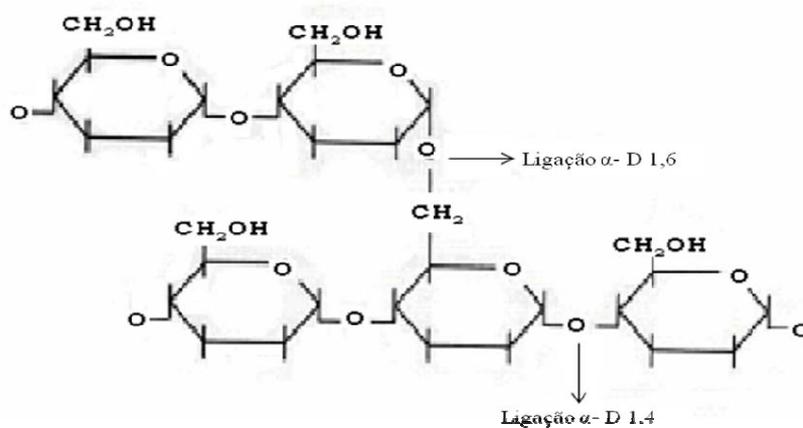


Figura 4 Ligações α -D 1,4 e α -D 1,6 na amilopectina
Fonte: Van Beynum e Roels (1985)

Conforme Vandeputte e Delcour (2004), níveis entre 15% e 25% de amilose são típicos na maioria dos grãos, contudo, o amido da mandioca, apresenta 17% de amilose e 83% de amilopectina (SWINKELS, 1985).

A amilopectina é, estrutural e funcionalmente, a mais importante das duas frações, pois sozinha é suficiente para formar o grânulo. Quanto à amilose, acredita-se que ela esteja localizada entre as cadeias da amilopectina e aleatoriamente entremeadada entre as regiões amorfas e cristalinas. As moléculas de amilose maiores estão concentradas no centro do grânulo e, provavelmente, participam das duplas hélices com a amilopectina, enquanto as moléculas menores presentes na periferia podem ser lixiviadas para fora do grânulo. Apesar de seu limitado papel na formação de cristais, a amilose pode influenciar a organização das duplas hélices, interferindo na densidade de empacotamento das cadeias de amilopectina (TESTER; KARKALAS; QI, 2004).

Contudo, o amido é muito utilizado na indústria de alimentos, no entanto apresenta certas limitações que dificultam sua utilização, na forma nativa, em determinados produtos (THARANATHAN, 2005). Eles caracterizam-se pela insolubilidade em água fria, baixa estabilidade frente a ciclos de congelamento e descongelamento e tendência a retrogradação. Para ampliar a sua aplicação na indústria o amido nativo pode ser modificado para suprimir algumas dessas características indesejáveis (MIYAZAKI et al., 2006; SINGH; KAUR; MCCARTHY, 2007). Assim, os amidos regulares podem ser modificados, visando adquirir maior estabilidade, melhoria das características reológicas das pastas, da textura dos géis e da retenção de água, entre outros (GONÇALVES et al., 2009).

3.5 Amido Modificado

Os amidos nativos e modificados têm grande importância na indústria de alimentos, sendo empregados principalmente como espessantes e/ou estabilizantes. As limitações das pastas e géis obtidos a partir de amidos nativos tornaram necessário o desenvolvimento de muitos tipos de amidos modificados

para aplicações alimentícias (SILVA et al., 2006). Dessa forma, o amido processado industrialmente pode ser modificado enzimaticamente, fisicamente ou quimicamente. Cereda, Vilpoux e Demiate (2003) completam que existem na modificação do amido reações degradativas e não degradativas. As reações degradativas alteram a estrutura física e química do amido, de forma que as suas propriedades não são mais reconhecidas. Nas reações não degradativas a aparência e até algumas características da estrutura física e química do amido são mantidas, de forma que pode ser difícil identificar se o amido foi ou não modificado.

Segundo Balagopalan (2002), as unidades de glicose do amido ligadas entre si pelas ligações $\alpha - (1-4)$ e $\alpha - (1-6)$ possibilitam muitas derivações. Esses métodos podem ser não degradativos (usando tratamento físico, incorporação de produtos químicos e tratamentos químicos) ou degradativos, com modificações que incluem a dextrinização, oxidação hidrolítica e hidrólise a compostos menores.

Na maioria das modificações químicas do amido, normalmente referidas como derivatizações químicas, a forma granular é mantida e grupos hidroxilas são parcialmente substituídos produzindo éteres ou ésteres de amido, assim como amidos aniônicos e catiônicos. Outros tipos de derivações químicas são: a oxidação, formação de ligações cruzadas e a enxertia (*grafting*). Uma grande quantidade de amidos modificados é usada nos setores alimentícios e não alimentícios com perfis de aplicação direcionados empiricamente (RAPHAEL, 2006).

Considerando a heterogeneidade dentro do grânulo, as modificações químicas são influenciadas pela arquitetura do grânulo, incluindo o modo de empacotamento das cadeias dentro dele, a existência de cavidade central e o número de canais e poros na superfície, relacionados à origem da planta (CHUNG; LAI, 2006).

Apesar da vantagem dos amidos modificados fisicamente, são poucos os relatos da literatura sobre modificações físicas e existe um número muito maior de pesquisas e patentes sobre as modificações químicas (CEREDA; VILPOUX; DEMIATE, 2003).

Apesar disso, a modificação física por extrusão tem sido explorada como processo alternativo às modificações químicas tradicionais, as quais são usualmente desenvolvidas em meio aquoso. Essa tecnologia tem se mostrado vantajosa por ser versátil e eficiente, de baixo custo, alta produtividade, curto tempo de reação e ausência de geração de resíduos (NABESHIMA; GROSSMANN, 2001).

Conforme a RDC n° 259 de 20 de setembro de 2002, os amidos modificados quimicamente não são considerados aditivos alimentares, devendo ser mencionados na lista de ingredientes como amidos modificados. Já os amidos naturais e amidos modificados por via física ou enzimática serão mencionados na lista de ingredientes como amidos (BRASIL, 2002).

Contudo, as pesquisas visam o desenvolvimento de produtos que atendam as necessidades dos consumidores.

Atualmente, as empresas de alimentos recorrem ao uso de amidos modificados. Do amido até a glicose, todos os produtos podem passar por reações de modificação e de conversão, conduzindo a produção de moléculas de graus de complexidade variados (RAPHAEL, 2006). As razões que levam à modificação são:

- a) modificar as características de cozimento (gelatinização);
- b) diminuir a retrogradação;
- c) reduzir a tendência das pastas em formarem géis;
- d) aumentar a estabilidade das pastas ao resfriamento e congelamento;
- e) aumentar a transparência das pastas ou géis;

- f) melhorar a textura das pastas ou géis;
- g) melhorar a formação de filmes;
- h) aumentar a adesão;
- i) adicionar grupamentos hidrofóbicos e introduzir poder emulsificante.

Na panificação, o amido desempenha um papel importante na textura e qualidade da massa e do pão (MIYAZAKI et al., 2006).

3.5.1 Amido modificado cruzado

A introdução de ligações cruzadas, modificação química efetuada no grânulo, fornece ao amido atributos funcionais interessantes na indústria de alimentos. As principais mudanças que ocorrem são aumento da estabilidade a condições ácidas, agitação e calor, diminuição da textura coesiva e elástica, dentre outras (MALI; GROSSMANN, 1999).

Dentre os compostos utilizados para o inter cruzamento do amido está a mistura de anidridos adípico e acético, que forma os adipatos de diamido acetilados. A função do ácido adípico é a introdução de ligações cruzadas, por meio de ligações orgânicas do tipo éster com as hidroxilas do amido, assim como monoderivados em menor escala (UNITED STATES PATENT OFFICE, 1960). Já o anidrido acético vai interromper a linearidade da amilose estericamente e, então, impedir que as ligações intermoleculares ocorram, estabilizando o amido e impedindo a formação de géis opacos (WURZBURG, 1986).

Quando o reagente específico contém duas ou mais porções capazes de reagir com grupos hidroxilas, existe a possibilidade de reação em duas hidroxilas diferentes, resultando no cruzamento entre hidroxilas na mesma molécula ou

entre hidroxilas em moléculas diferentes (Figura 5). Com as ligações cruzadas as ligações de hidrogênio são reforçadas no grânulo do amido, atuando como uma ponte entre as moléculas. Como resultado, quando o grânulo do amido é aquecido em água, ele pode inchar, no entanto, as ligações quimicamente cruzadas podem fornecer grânulos suficientes para manter a integridade e minimizar ou prevenir a perda da viscosidade (MIYAZAKI et al., 2006).

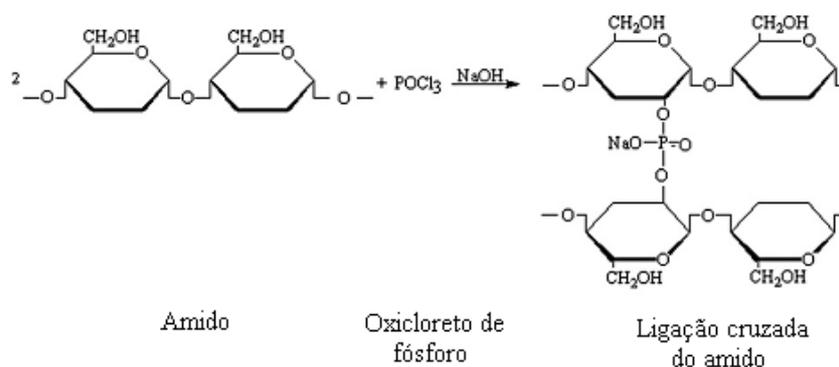


Figura 5 Esquema da ligação cruzada do amido

A modificação do amido por ligação cruzada aumenta a sua estabilidade durante o cozimento, especialmente sob as condições de cisalhamento e em meio ácido. A ligação cruzada reduz a claridade da pasta (MIYAZAKI et al., 2006). Sendo este, um atributo importante para aplicação do amido em alimentos. No entanto, dependendo do produto, pode ser preferível a característica de transparência ou de opacidade. De maneira geral, amidos com alta tendência a retrogradação produzem pastas mais opacas (MATSUGUMA, 2006). Portanto, as modificações adicionais, tais como hidroxipropilação e acetilação são utilizados para diminuir as características indesejáveis do amido de ligação cruzada.

3.5.2 Amido modificado acetilado

No amido modificado por acetilação, parte dos grupos hidroxila dos monômeros de glicose é convertida em grupos $-O-$ (etanoato) (Figura 6) (GRAAF et al., 1995), ou seja, a acetilação do amido é a esterificação dos grupos hidroxila da unidade de anidroglicose da molécula de amido (UNITED STATES PATENT, 2000). Assim, os grupos acetil estabilizam o amido, interrompendo a linearidade da amilose e os ramos da amilopectina (MIYAZAKI et al., 2006).

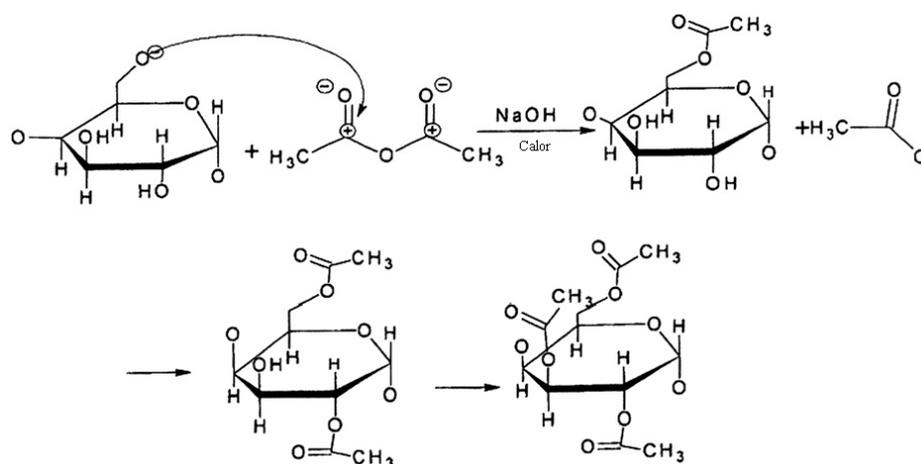


Figura 6 Reação química durante a acetilação do amido

Dessa maneira, o acetato de amido é uma das modificações químicas que o amido pode sofrer para aumentar sua área de aplicação pela indústria. Sendo, suas aplicações reguladas por algumas características, tais como, o grau de acetilação (ou grau de substituição, (GS)) e peso molecular, entre outras (LAROTONDA, 2002).

Portanto, o amido acetilado possui tais características: temperatura de gelatinização baixa, alta solubilidade, estabilidade sob armazenamento e é amplamente utilizado na indústria de alimentos para superar as características

indesejadas como a mudança na textura e aparência do produto causada pela retrogradação do amido durante o processamento e armazenamento (TRAN; PIYACHOMKWAN; SIROTH, 2007).

3.5.3 Amido modificado pré-gelatinizado

O amido modificado pré-gelatinizado é um tipo de amido fisicamente modificado com largas aplicações em especial na indústria de alimentos. O amido pré-gelatinizado é também conhecido como “pré-gel” ou “amido imediato” é geralmente produzido por secador do tipo tambor e menos comum por extrusora (MOUNSEY; O’ RIORDAN, 2008). Além desses aparelhos, Shim e Mulvaney (2002), citam que os amidos pré-gelatinizados comerciais podem também ser produzidos por *jet – cooking* (pré-tratamento contínuo) e *spray-drying*.

As propriedades do amido modificado pré-gelatinizado dependem da fonte do amido (KALOGIANNI et al., 2002). Todavia, os amidos pré-gelatinizados são amplamente utilizados por seus atributos, tais como: dispersibilidade em água quente ou fria, alta viscosidade e textura suave (CHUNG; LIM; LIM, 2006).

A secagem em tambor, uma das principais técnicas, resulta em específicas modificações físico-químicas do grânulo do amido e é realizada em duas etapas consecutivas: gelatinização e secagem (MAJZOBI et al., 2011). Em um secador duplo ou *twin* ocorre a gelatinização, onde a suspensão de amido que passa entre os tambores, sob a influência do calor transferido a partir das superfícies do cilindro quente para a suspensão do amido levando-o a gelatinização. A rotação dos cilindros faz com que o material forme dois filmes um em cada tambor, com isso, o filme que não está em movimento em relação à rotação dos tambores, será seco rapidamente (GAVRIELIDOU et al., 2002).

Em sumo, os amidos pré-gelatinizados são amidos pré-cozidos, originando um produto que dispersa em água fria para formar suspensões moderadamente estáveis, sendo utilizado principalmente como espessante em alimentos.

Existem hoje no mercado pré-misturas de pão de queijo, as quais possuem na sua formulação féculas pré-gelatinizadas para facilitar o preparo final do produto (APLEVICZ, 2006).

3.6 Estabilizantes

Esse grupo de substâncias é de grande importância tecnológica na indústria de alimentos devido às suas propriedades funcionais. São moléculas altamente hidrofílicas que atuam sobre a água que está livre no meio, reduzindo a mobilidade e aumentando a viscosidade. Nesse sentido, a estrutura do polímero (linear ou ramificada) é de grande importância porque depende da capacidade de reter água e, portanto, influenciando nas características reológicas do produto final (CUBERO; MONFERRER; VILLALTA, 2002). Além disso, Saha e Bhattacharya (2010) afirmam que as formulações de alimentos com adição de estabilizantes atuam melhorando os atributos de qualidade e a vida útil do produto.

Sanderson (1981) complementa citando que os estabilizantes pertencem ao grupo de hidrocolóides, os quais possuem ampla aplicação como agentes espessantes e estabilizantes. Podem ser obtidos a partir de extratos de algas marinhas (alginatos, ágar, carragenas), extratos de sementes (locusta, guar), extratos vegetais (arábica), microrganismos (xantana, gelana) e a partir de celulose e pectina.

Conforme a RDC nº 45 de 3 de novembro de 2010, os estabilizantes são considerados aditivos alimentares uma vez que asseguram as características físicas das emulsões e suspensões (BRASIL, 2010).

3.6.1 Carboximetilcelulose (CMC)

A substituição química de algumas hidroxilas da celulose por metilas leva à formação da metilcelulose, e a substituição por grupos carboxílicos leva à formação da carboximetilcelulose (CMC), compostos de fácil dissolução e com grande capacidade espessante e estabilizante (PHILLIPS; WILLIAMS, 2000).

A presença de substituintes com grupos $-\text{CH}_2\text{-COOH}$ na cadeia de celulose produz afastamento das cadeias poliméricas e permite maior penetração de água, conferindo a CMC solubilidade em água a frio (ROHR, 2007).

Além disso, soluções com CMC tendem a ser altamente viscosas e estáveis, mas, a viscosidade diminui durante o aquecimento (SELOMULYO; ZHOU, 2007). A CMC é usada em produtos de panificação, principalmente porque a água melhora o sabor do produto, controla as propriedades reológicas das massas à base de cereais, melhora o volume e diminui a formação de cristais de gelo (CHINACHOTI, 1995; GIMENO; MORAU; KOKINI, 2004).

3.6.2 Galactomananas

As galactomananas são polissacarídeos de reserva característicos de sementes pertencentes à família *Leguminosae* que possuem endosperma e são classificados como gomas originárias de sementes. São solúveis em água e formam dispersões viscosas e estáveis. São constituídos por manose, que formam uma cadeia principal de manano com ligações β -1,4, ramificada com

resíduos de galactose ligadas à cadeia principal com ligações α -1,6 (Figura 7) (PANEGASSI; SERRA; BUCKERIDGE, 2000).

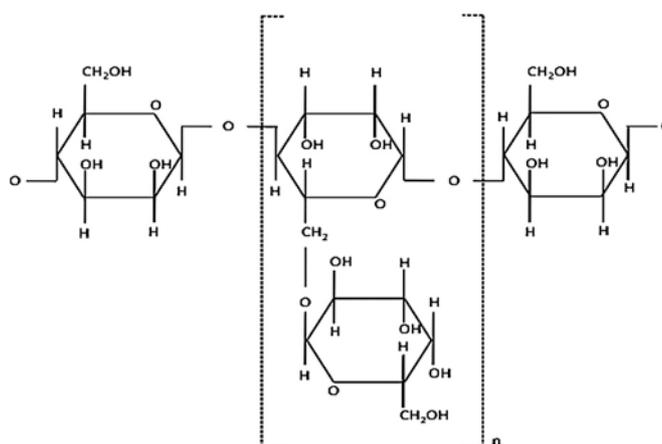


Figura 7 Estrutura molecular das galactomananas

A razão manose:galactose (Man:Gal) proporciona variações de tamanho molecular e estrutura entre as galactomananas oriundas da mesma espécie ou espécies diferentes, e esse fator caracteriza as propriedades funcionais das galactomananas em dispersões aquosas. Essa relação depende tanto da fonte vegetal quanto do método de extração utilizado. O grau de substituição das galactomananas afeta a solubilidade do polissacarídeo em água e é determinante quanto à capacidade das moléculas interagirem entre si e com outros polissacarídeos (LARIZADOU; BILIADERIS; IZYDORCZYK, 2000).

Existem alguns tipos de galactomananos variando apenas o conteúdo de galactose tais como: goma da semente de alfarroba (LBG), goma de guar (GG) e goma tara (GT). Esses são comumente utilizados na indústria de alimentos e farmacêutica como agentes espessantes e devido à elevada viscosidade em baixas concentrações (GARCÍA-OCHOA; CASSAS, 1992). Porém neste estudo será abordado apenas a goma tara (GT) e goma guar (GG).

3.6.2.1 Goma tara

A goma tara (GT) é um polissacarídeo de baixo custo extraído de uma árvore chamada *Caesalpinia spinosa*. A goma tara é obtida por moagem do endosperma das sementes. O componente principal desse polissacarídeo consiste em uma cadeia linear de β 1-4 manana com ramificações ligadas por α 1-6 D galactose. A proporção de manose à galactose na GT é de 3:1. A GT é listada como aditivo alimentar pelo Comitê do Codex em Aditivos Alimentares e Contaminantes (CCFAC), com o *INS* (*International Numbering System*) como o número 417 e com funções técnicas listadas como espessante e estabilizante (KOUNGA; AOTEAROA, 2006).

3.6.2.2 Goma Guar

A goma guar (GG) é um galactomanano derivado da semente de uma leguminosa da planta *Cyamopsis tetragonolobus*, tem sido amplamente usada como aditivo alimentar, devido à alta viscosidade das suas soluções aquosas mesmo em baixas concentrações (MIYAZAWA; FUNAZUKURI, 2006).

Quimicamente a GG tem uma cadeia principal com ligações β 1-4- ligada à espinha dorsal de D- manose, ramificada com alguns resíduos que consistem em ligações na cadeia lateral por α 1-6 D- galactose. No entanto, vários galactomananos possuem diferentes teores de galactose, geralmente variam entre 33- 40% de galactose. Na GG a relação manose/ galactose (M:G) é de cerca 1,55 (ZHU et al., 2009).

As propriedades da GG são fortemente dependentes do grau de substituição da galactose. Maiores quantidades de manose aumentam a rigidez do polímero, mas também reduzem a estensibilidade (PTASZEK et al., 2007).

A incorporação de GG em certos tipos de alimentos melhora a palatabilidade como, por exemplo: pão de trigo, biscoitos e cereais matinais. Além disso, em produtos assados, a GG é utilizada para melhorar as propriedades reológicas (TURABI; SUMNU; SAHIN, 2008), prolonga a vida útil (SHALINI; LAXMI, 2007) por meio de retenção de umidade (RIBOTTA et al., 2004). Devido ao caráter hidrofílico da GG a liberação de água é impedida pelo polímero durante a refrigeração, pois influencia as ligações de hidrogênio, em especial nas unidades de amilose (SHALINI; LAXMI, 2007).

3.6.3 Goma xantana

A goma xantana (GX) é o principal biopolímero comercial, sua produção excede 20.000 toneladas por ano (KHAN; PARK; KWON, 2007).

É um polissacarídeo obtido pelas bactérias pertencentes ao gênero *Xanthomonas*. As principais vantagens da utilização da GX como um polímero comercial incluem o elevado rendimento na produção, a característica de em baixas concentrações se obter soluções com elevada viscosidade e o fato de ser uma goma de baixo custo (DEMIRCI; YILMAZ; DEMIRCI, 2011). Sua composição química se assemelha a molécula de celulose, tendo unidades de glicose, ou seja, ligações β 1-4 – glicosídeo com ramificações alternadas nas posições C-3, nos ramos contém D-manopiranosose – (2,1)- β -D ácido glucurônico – (4,1) – β -D-manopiranosose (PTASZEK et al., 2007).

A GX é um pó branco solúvel em água quente ou fria, mas, insolúvel na maioria dos solventes orgânicos (KHAN; PARK; KWON, 2007).

Somado ao exposto, a goma xantana auxilia na retenção de gás e no aumento do volume específico dos produtos de panificação e, por apresentar essas características, é objetivo de estudo de diversos pesquisadores (LAZARIDOU et al., 2007; TUBARI; SUMNU; SAHIN, 2008).

3.6.4 Carragena

A carragena é correspondente a uma família de polissacarídeos lineares sulfatados de D- galactose e 3,6- anidro- D- galactose extraído de várias algas vermelhas. Foi comercialmente produzida, em primeira instância, a partir de uma alga vermelha, *Chondrus crispus*, encontrada no Nordeste dos EUA e Canadá, por volta de 1937 (GLICKSMAN, 1983). Está disponível em três tipos, chamados *kappa* (κ), *iota* (ι) e *lambda* (λ). As carragenas *kappa* e *iota* são capazes de formar géis termorreversíveis (BARRETO; BEIRAO, 1999). Essa goma atua como emulsificante, geleificante, estabilizante e possui a capacidade de manter partículas em suspensão. O uso de carragenas é indicado para formulação de medicamentos e em diversos produtos como em queijos, produtos cárneos, pudins, chocolates e geléias (CÂNDIDO; CAMPOS, 1996; CANDOGAN; KOLSARICI, 2003).

Os mecanismos de gelificação e espessamento dos três tipos de carragena são bem diferentes. Por exemplo, *kappa* carragena forma um gel rígido na presença de potássio; e *iota* e *lambda* são fracamente afetadas. Na maioria dos casos, *lambda* é usada com a *kappa* em sistemas com leite objetivando um gel cremoso (IMENSON, 1997).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **Pão de queijo agrada estrangeiros e ganha espaço no mercado externo**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/07/pao-de-queijo-agrada-estrangeiros-e-ganha-espaco-no-mercado-externo.html>>. Acesso em: 15 jul. 2012.
- APLEVICZ, K. S. **Caracterização de produtos panificados à base de féculas de mandioca nativas e modificadas**. 2006. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 478-484, jul./set. 2007.
- ARIAS, L. V. B. Fécula de mandioca e polvilho azedo para fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATO, A.; ORMESE, R. C. S. S. **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000. p. 1-14.
- BALAGOPALAN, C. Cassava utilization in food, feed and industry. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CAB International, 2002. cap. 15, p. 301- 318.
- BARRETO, P. L. M.; BEIRAO, L. H. Influência do amido e carragena nas propriedades texturais de surimi de tilápia (*Oreochomis* sp.). **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, p. 183-188, 1999.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002**. Dispõe sobre o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/259_02rdc.htm>. Acesso em: 9 jul. 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 45, de 03 de novembro de 2010**. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/Resolucao+da+Diretoria+Colegiada++RDC+n++45+de+03+de+novembro+de+2010.pdf?MOD=AJPERE>>. Acesso em: 9 jul. 2012.

CÂNDIDO, L. M. B.; CAMPOS, A. M. **Alimentos para fins especiais:** dietéticos. São Paulo: Varela, 1996. 432 p.

CANDOĞAN, K.; KOLSARICI, N. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 199–206, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; DEMIATE, I. M. **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2003. 711 p. (Culturas de tuberosas Amiláceas Latino Americana, 3).

CHUNG, H. J.; LIM, H. S.; LIM, S. T. Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. **Journal of Cereal Science**, London, v. 43, n. 3, p. 353–359, 2006.

CHUNG, Y.; LAI, H. Molecular and granular characteristics of corn starch modified by HCl-metanol at different temperatures. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 63, n. 4, p. 527- 534, Mar. 2006.

CUBERO, N.; MONFERRER, A.; VILLALTA, J. **Aditivos alimentarios.** México: Mundi-Prensa Libros, 2002. 240 p.

CUNHA, P. L. R.; PAULA, R. C. M.; FEITOSA, J. P. A. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, p. 1-12, 2009.

DEMIATE, I. M. Aplicação do amido de mandioca nas indústrias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Cerat/UNESP, 2009. p. 150-152.

DEMIRCI, Z. O.; YILMAZ, I.; DEMIRCI, A. S. Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, p. 1-7, Dec. 2011. Disponível em: < <http://sciresearches.com/2011/12/effects-of-xanthan-guar-carrageenan-and-locust-bean-gum-addition-on-physical-chemical-and-sensory-properties-of-meatballs/>>. Acesso em: 9 jul. 2012.

DINIZ, I. P. **Caracterização tecnológica do polvilho azedo produzido em diferentes regiões do estado de Minas Gerais.** 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.

EBC. Radio Nacional do Rio de Janeiro. **Todos os dias Geraldo do Norte apresenta a legítima música regional do país**. Disponível em: <<http://radiomec.com.br/notabuleirodobrasil/>>. Acesso em: 15 jul. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produtos da fécula de mandioca é tema do Prosa Rural**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2007/julho/foldernoticia.2007-07-05.5605721790/noticia.2007-07-11.3772688973>>. Acesso em: 9 jul. 2012.

GARCÍA-OCHOA, F.; CASSAS, J. A. Viscosity of locust bean (*Ceratonia siliqua*) gum solutions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 59, p. 97-100, 1992.

GAVRIELIDOU, M. A. et al. Heat Transport to a Starch Slurry Gelatinizing between the Drums of a Double Drum Dryer. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 54, p. 45-58, 2002.

GIMENO, E.; MORAU, C. I.; KOKINI, J. L. Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 8, p. 100–107, 2004.

GLICKSMAN, M. **Food hidrocoloyds**. Boca Raton: [s. n.], 1983. v. 2, 246 p.

GONÇALVES, M. F. V. et al. Tratamento térmico do amido de batata – doce (*Ipomoea batatas* L.) sob baixa umidade em micro- ondas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 270–276, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Aquisição alimentar domiciliar per capita anual, por grandes regiões, segundo os produtos período 2002- 2003**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002aquisicao/tab11.pdf>>. Acesso em: 9 jul. 2012.

JESUS, C.C. **Contribuição para a caracterização físico-química e sensorial do pão de queijo**. 1997. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Minas Gerais, Belo Horizonte 1997.

KALOGIANNI, E. P. et al. Effect of feed concentration on the production of pre-gelatinized starch in a Double Drum Dryer. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v. 35, p. 703–714, 2002.

KHAN, T.; PARK, J. K.; KWON, S. Functional biopolymers produced by biochemical technology considering applications in food engineering. **Korean Journal of Chemical Engineering**, Heidelberg, v. 24, p. 816–826, 2007.

KOUNGA, T. M.; AOTEAROA, A. **Food standards Australia New Zealand**. [S. l.: s. n.], 2006.

LARIZADOU, A.; BILIADERIS, C. G.; IZYDORCZYK, M. S. Structural characteristics and rheological properties of locust bean galactomannans: a comparison of samples from different carob tree populations. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 81, p. 68-75, 2000.

LAROTONDA, F. D. S. **Desenvolvimento de biofilmes a partir da fécula de mandioca**. 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MACHADO, E. C. **Monitoramento de perigos e pontos críticos de controle e estimativa de riscos em uma indústria mineira de pão de queijo**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MAJZOABI, M. et al. Physicochemical properties of pre- gelatinized wheat starch produced by a twin drum drier. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 13, p. 193–202, 2011.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E. Efeito da adição de sacarose em algumas propriedades funcionais de adipatos de dimido acetilados produzidos via extrusão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1/2, p. 51–55, 1999.

MATSUGUMA, L. S. **Caracterização do amido de mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) nativo e modificado por oxidação**. 2006. 112 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

MIYAZAKI, M. et al. Recent advances in application of modified starches for bread making. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 17, p. 591-599, 2006.

MIYAZAWA, T.; FUNAZUKURI, T. Noncatalytic hydrolysis of guar gum under hydrothermal conditions. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v. 341, p. 870–877, 2006.

MOUNSEY, J. S.; O'RIORDAN, E. D. Influence of pre-gelatinised maize starch on the rheology, microstructure and processing of imitation cheese. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 84, p. 57–64, 2008.

MUNHOZ, M. Interação entre hidrocolóides e amidos. **Food Ingredients**, São Paulo, n. 14, p. 69-71, set./out. 2001.

NABESHIMA, E. H.; GROSSMANN, M. V. E. Functional properties of pregelatinized and cross-linked cassava starch obtained by extrusion with sodium trimetaphosphate. **Carbohydrate Polymers**, Londrina, v. 45, n. 4, p. 347-353, 2001.

PANEGASSI, V. R.; SERRA, G. E.; BUCKERIDGE, M. S. Potencial tecnológico do galactomanano de sementes de feveiro (*Dimorphandra mollis*) para uso na indústria de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 406-415, 2000.

PEREIRA, A. J. G. **Fatores que afetam a qualidade do pão de queijo**. Belo Horizonte: CETEC, 1998. 52 p.

PEREIRA, A. J. G.; JESUS, C. C.; LABODSIÈRE, L. H. E. S. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial do pão de queijo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 1., 1997, Campinas. **Resumos...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1995. p. 63.

PEREIRA, J. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

PEREIRA, J. et al. Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 494-500, 2004.

PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC, 2000. 450 p.

PTASZEK, P. et al. Interaction of hydrocolloid networks with mono and oligosaccharides. **Polymer Bulletin**, Berlin, v. 58, p. 295–303, 2007.

RAPHAEL, E. **Eletrólitos sólidos poliméricos a base de amidos de mandioca: nativo, acetilado e oxidado – acetilado**. 2006. 110 p. Dissertação (Mestrado em Físico-Química) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

RIBOTTA, P. D. et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, p. 305–313, 2004.

ROHR, T. G. **Estudo reológico da mistura carboximetilcelulose/ amido e sua utilização como veículo de inoculação bacteriano**. 2007. 95 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 47, p. 587–597, 2010.

SANDERSON, G. R. Polysaccharides in foods. **Food Technology**, Chicago, v. 35, p. 50-83, 1981.

SELOMULYO, V. O.; ZHOU, W. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. **Journal of Cereal Science**, London, v. 45, p. 1-17, 2007.

SHALINI, K. G.; LAXMI, A. Influence of additives on rheological characteristics of whole-wheat dough and quality of chapatti (Indian unleavened flat bread). **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 110–117, 2007.

SHIM, J.; MULVANEY, S. T. Effects of pregelatinization conditions and added whey protein isolate on corn starch dough properties. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 47, n. 9, p. 440–446, nov./dez. 2002.

SILVA, G. O. et al. Características físico- químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 188-197, jan./ mar. 2006.

SINGH, J.; KAUR, L.; MCCARTHY, O. J.. Factors influencing the physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications e a review. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 1-22, 2007.

SWINKELS, J. J. M. Sources of starch, its chemistry and physics. In: VAN BEYNUM, G. M. A.; ROELS, J. A. **Starch conversion technology**. New York: M. Dekker, 1985. p. 15-46.

TESTER, R. F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch: composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, London, v. 39, p. 151-165, 2004.

THARANATHAN, R. N. Starch e value addition by modification. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 45, p. 371- 384, 2005.

TRAN, T. et al. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 22, p. 305-312, 2008.

TRAN, T.; PIYACHOMKWAN, K.; SRIROTH, K. Gelatinization and thermal properties of modified cassava starches. **Starch/ Stärke**, Hoboken, v. 59, p. 46–55, 2007.

TURABI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Optimization of baking of rice cakes in infrared-microwave combination oven by response surface methodology. **Food and Bioprocess Technology**, Heidelberg, v. 1, p. 64–73, 2008.

UNITED STATES PATENT. Ivan Tomka. **Thermoplastic processable starch or starch derivative mixtures**. USA Patent n° 6.117.925, 12 Sept. 2000. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6117925>>. Acesso em: 22 jan. 2012.

UNITED STATES PATENT OFFICE. Otto B. Wurzburg et al. **Preparation of starch derivatives**. Int. Cl 260.233.3. USA n. 2.935.510, 6 June 1958, 3 May 1960. Disponível em: <<http://www.google.com.br/patents/US2935510?printsec=description&hl=pt-BR&dq=WURZBURG,+O.+B.+UNITED+STATES+PATENT+OFFICE.+Preparation+of+starch+derivatives.#v=onepage&q=WURZBURG%2C%20.%20B.%20UNITED%20STATES%20PATENT%20OFFICE.%20Preparation%20of%20starch%20derivatives.&f=false>>. Acesso em: 22 fev. 2012.

VAN BEYNUM, G. M. A.; ROELS, J. A. **Starch conversion technology**. New York: M. Dekker, 1985. 362 p.

VANDEPUTTE, G. E.; DELCOUR, J. A. From sucrose to starch granule to starch physical behavior: a focus on rice starch. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 58, p. 245-266, 2004.

VOLTA às origens. **Revista Empreendedor**, Florianópolis, n. 211, p. 43–47, maio 2012.

WALTER, M.; SILVA, L. P.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico- químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 4, p. 974–980, 2005.

WURZBURG, O. B. Cross-linking starches. In: WURZBURG, O.B. **Modified Starches**: properties and uses. Boca Raton: CRC, 1986. p. 41-53.

ZHU, J. H. et al. Effect of guar gum on the rheological, thermal and textural properties of soybean β -conglycinin gel. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 44, p. 1314–1322, 2009.

CAPÍTULO 2 Pré-teste: efeito da adição dos amidos modificados e estabilizantes sobre as propriedades físicas, químicas e sensoriais de pão de queijo

RESUMO

O pão de queijo tem a sua qualidade diretamente ligada à matéria-prima utilizada, à preparação da massa, ao congelamento e ao assamento, sendo que falhas em qualquer etapa desse processo podem resultar em um produto de baixa aceitação no mercado. Devido a isso, o estudo da adição de ingredientes e aditivos à massa, sem afetar suas propriedades reológicas, físicas e sensoriais é necessária e importante, uma vez que o pão de queijo apresenta uma procura crescente pelos consumidores. Para estudar o efeito dos amidos modificados e estabilizantes na massa do pão de queijo, o presente trabalho teve como objetivos: avaliar química, física e sensorialmente onze tipos de formulações de pão de queijo utilizando a formulação padrão, 5% e 10% de amido modificado à base de fécula de mandioca cruzado e acetilado e amido modificado à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado, 0,3% e 0,5% de estabilizante à base de carboximetilcelulose (CMC) e galactomananas e estabilizante à base de goma xantana e carragena com relação ao total de polvilho doce e azedo da formulação padrão, sendo que essas concentrações foram determinadas a partir de pré-testes sendo definidos os níveis máximos e mínimos dos amidos modificados e estabilizantes. As médias foram analisadas pelo teste de *Scott e Knott* a 5% de probabilidade. Os resultados do estudo revelaram para as massas dos pães de queijo que os valores de umidade dos tratamentos que utilizaram formulações com maior concentração de estabilizantes a 0,5% a base de carboximetilcelulose e galactomananas, goma xantana e carragena e o estabilizante a base de galactomananas (ECG, EXR e EG) respectivamente, apresentaram maiores índices de umidade assim como a formulação padrão em relação aos outros tratamentos. Os estabilizantes utilizados mantiveram o pH próximo ao da formulação base. Já os resultados de pH dos tratamentos com estabilizantes foram mais elevados, até mesmo quando comparado ao padrão. Para acidez titulável, houve grande diferença entre os tratamentos com amidos modificados, estabilizantes e formulação padrão. Os resultados dos pães de queijo mostraram que não houve diferença significativa para a umidade dos pães de queijo. A acidez titulável dos tratamentos AAP 10% e ECG 0,3% apresentaram-se elevados. Na análise de densidade, os tratamentos ACA, AAP (5% e 10%), ECG (0,3% e 0,5%), EG (0,5%) e padrão apresentaram-se menos densos. Para os resultados de volume os tratamentos à base de estabilizantes em sua maior concentração (ECG, EXR e EG 0,5%) e a formulação padrão apresentaram um maior volume que os demais tratamentos. Contudo, as formulações mais aceitas pelos consumidores através do teste de aceitação foram aquelas que possuíam galactomananas: ECG (0,3 e 0,5%) e EG (0,5%).

Palavras-chave: Galactomananas. Carboximetilcelulose. Pão de queijo. Teste de Aceitação. Goma xantana. Carragena.

ABSTRACT

The cheese bread is directly linked to its quality raw - material used to prepare the dough, freezing and baking, and failures at any stage of this process can result in a product with low market acceptance. Because of this, the study of ingredients addition and additives to the dough without affecting their rheological properties, physical and sensory is necessary and important since the cheese bread has an increasing demand by consumers. For study the modified starches effect and stabilizers in the cheese bread dough, this study had as objective: to evaluate chemical, physical and sensory, eleven types of cheese bread formulations using the standard formulation, 5% and 10% starch modified base to manioc starch crossed and acetylated and modified starch base to manioc starch acetylated pre-gelatinized, 0.3% and 0.5% of stabilizer base to carboxymethylcellulose (CMC) and galactomannans and stabilizing base to xanthan gum and carrageenan in relation to flour total sweet and sour of standard formulation, and these concentrations were determined from pre-defined tests and the maximum and minimum levels of modified starches and stabilizers. The means were analyzed by Scott and Knott test at 5% probability. The results of the study revealed to the dough of cheese breads which the humidity values of treatments of formulations with high concentration of stabilizers 0.5% carboxymethylcellulose and the base of galactomannans, xanthan gum and carrageenan stabilizer and the base of galactomannans (SCG, SXR and SG) respectively, had higher humidity as well as the standard formulation in relation to other treatments. The stabilizers used maintained pH close to the base formulation. Since the pH results of the treatments with stabilizers were even higher when compared to standard. For titratable acidity, there was significant difference among treatments with modified starches, stabilizers and standard formulation. The results of the cheese breads showed no significant difference in the moisture of them. The titratable acidity of the treatments MAP 10% and SCG 0.3% were high. In density analysis, the treatments MCA, MAP (5% and 10%), SCG (0.3% and 0.5%), SG (0.5%) and standard were less dense. For the results of the volume the treatment base to stabilizers in its higher concentration (SCG, SXR and SG 0.5%) and the standard formulation had a greater volume than the other treatments. However, the formulations more accepted by consumers through the acceptance test were those had galactomannans: SCG (0.3 and 0.5%) and SG (0.5%).

Keywords: Galactomannans. Carboxymethylcellulose. Cheese bread.
Acceptance testing. Xanthan gum. Carrageenan.

1 INTRODUÇÃO

O pão de queijo pode ser definido como o produto resultante do assamento de uma massa constituída basicamente de polvilho, queijo, água, gordura e sal, podendo conter outros ingredientes, como ovos e leite (PIZZINATO, 2000). Sua qualidade está diretamente ligada à matéria-prima utilizada, à preparação da massa, ao congelamento e ao assamento, sendo que falhas em qualquer etapa desse processo podem resultar em um produto de baixa aceitação no mercado.

Considerando que cada vez mais a população está em busca de alimentos de fácil e rápido preparo, como os alimentos congelados, em 2008, o percentual de lares que compravam regularmente produtos congelados era de 17,1%. Em 2010, essa fatia passou a 30,5% (UMA..., 2011). O pão de queijo apresenta a possibilidade de ser congelado e devido a isso, ele se tornou um produto muito consumido nacional e internacionalmente.

O polvilho, um dos principais produtos derivados da mandioca, é o ingrediente principal na fabricação do pão de queijo. Assim, a utilização de polvilho doce ou azedo no pão de queijo produz diferenças nas propriedades físicas (textura, cor, densidade, volume, coeficiente de expansão) e sensoriais. Portanto, a escolha da proporção desses ingredientes e de outros correlatos na sua elaboração é fundamental para garantir a qualidade e aceitação final por parte dos consumidores.

Devido a isso, o estudo da adição de ingredientes à massa, sem afetar suas propriedades reológicas, físicas e sensoriais é necessária e importante.

A utilização de amidos modificados e estabilizantes à massa de pão de queijo poderia conferir propriedades positivas. Conforme alguns estudos os hidrocolóides auxiliam na retenção de gás e no aumento do volume específico

dos produtos de panificação (GUARDA et al., 2004; LAZARIDOU et al., 2007; TUBARI; SUMNU; SAHIN, 2008).

Diante da necessidade de melhorar a qualidade do tradicional pão de queijo, o objeto deste pré-teste foi avaliar o efeito da adição dos amidos modificados e estabilizantes sobre as propriedades físicas, químicas e sensoriais desse produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material e delineamento experimental

Foram utilizados polvilho doce (Amafil, PR, Brasil), azedo (Amafil, PR, Brasil), leite integral pasteurizado tipo B (Cemil, MG, Brasil), ovos frescos, margarina (Qualy, RS, Brasil), sal (Cisne, RJ, Brasil) e queijo tipo catiara.

Os tratamentos foram constituídos por onze formulações (Quadro 1), obtidas a partir da adição de diferentes amidos modificados e estabilizantes (Gemacom Tech, MG, Brasil), ou combinação desses com a formulação padrão Quadro 2.

O experimento foi conduzido de acordo com um delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

Quadro 1 Codificação das formulações de pão de queijo contendo amidos modificados e estabilizantes

Amidos modificados e estabilizantes e percentagem na formulação	Código do tratamento	Quantidades de aditivos adicionados (g)*
1-Amido modificado à base de fécula de mandioca cruzado e acetilado (5%)	ACA 5%	12,5
2-Amido modificado à base de fécula de mandioca cruzado e acetilado (10%)	ACA 10%	25
3-Amido modificado à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado (5%)	AAP 5%	12,5
4-Amido modificado à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado (10%)	AAP 10%	25
5-Estabilizante à base de carboximetilcelulose (CMC) e galactomananas (0,3%)	ECG 0,3%	0,75
6-Estabilizante à base de carboximetilcelulose (CMC) e galactomananas (0,5%)	ECG 0,5%	1,25
7-Estabilizante à base de goma xantana e carragena (0,3%)	EXR 0,3%	0,75
8-Estabilizante à base de goma xantana e carragena (0,5%)	EXR 0,5%	1,25

“continua”

Quadro 1 “conclusão”

Amidos modificados e estabilizantes e percentagem na formulação	Código do tratamento	Quantidades de aditivos adicionados (g)*
9-Estabilizante à base de galactomananas (0,3%)	EG 0,3%	0,75
10-Estabilizante à base de galactomananas (0,5%)	EG 0,5%	1,25
11-Padrão	Padrão	-

*todas as concentrações de amidos modificados e estabilizantes foram baseadas na quantidade de polvilho utilizado (250g)

Quadro 2 Formulação padrão de pão de queijo

Ingredientes	Quantidades
Polvilho Doce (Amafil, PR, Brasil)	200g
Polvilho Azedo (Amafil, PR, Brasil)	50g
Leite (Cemil, MG, Brasil)	130mL
Margarina (Qualy, RS, Brasil)	50g
Sal (Cisne, RJ, Brasil)	8g
Ovo	1 unidade (~58g)
Queijo catiara	150g

Fonte: Silva (2005)

2.2 Processamento dos pães de queijo

Pesou-se primeiramente, os polvilhos doce e azedo e o amido modificado ou estabilizante, os quais foram misturados e homogeneizados em batedeira planetária (Arno, BPA350W, Brasil). Após a mistura, foi feito o escaldamento do polvilho com uma mistura contendo leite, sal e margarina.

Após cinco minutos, adicionou-se o ovo e queijo catiara e procedeu-se o batimento por mais três minutos.

A massa obtida foi moldada em tubo de molde cilíndrico (tubo de PVC), com 3 cm de diâmetro e de altura. O acabamento da moldagem foi feito manualmente para que os pães adquirissem formato redondo (PEREIRA, 2001).

Os pães de queijo foram assados em forno elétrico modelo FE4242BR (Suggar, China) a 180°C por 35 minutos.

2.3 Análises realizadas

Tanto as massas quanto os pães de queijo foram analisados.

2.3.1 Umidade

Procedeu-se uma pré-secagem em estufa a 65°C, por 24 horas e posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa a 105°C/24 horas, com circulação de ar, conforme método da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2000).

2.3.2 pH

A metodologia descrita por Plata Oviedo e Camargo (1998) foi utilizada para determinação do pH. Foram pesados dez gramas de amostras aos quais adicionou-se 100 mL de água destilada. Após agitação em um agitador magnético por dez minutos, este foi desligado e o pH determinado imediatamente.

2.3.3 Acidez titulável

A análise foi feita no mesmo material usado para determinação do pH, conforme descrito por Plata Oviedo e Camargo (1998), sendo a mistura novamente agitada, enquanto o NaOH 0,1N era adicionado até que o pH atingisse 8,3 (pH onde ocorre a mudança de cor do indicador fenolftaleína). O resultado foi expresso como miliequivalente da base por cem gramas da amostra em base seca:

$$\text{Acidez titulável} = \frac{\{(\text{NaOH } 0,1\text{N} \times \text{vol. (L)}) \times 1000\} \times \text{fator de correção} \times 100}{\text{g(bs)}}$$

2.3.4 Densidade absoluta

A densidade absoluta das massas e dos pães de queijo foi determinada pela razão entre a massa (g) e o volume (cm³). O volume foi medido pelo método de deslocamento de sementes de painço, conforme Griswold (1972), onde o volume do produto é calculado subtraindo-se o volume do mesmo, do volume de sementes colocadas em um recipiente com e sem o produto.

2.3.5 Volume dos pães de queijo

Foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço conforme Griswold (1972).

2.3.6 Análise sensorial dos pães de queijo

As onze formulações de pão de queijo foram avaliadas sensorialmente por 50 provadores não treinados, potenciais consumidores desse produto os quais tinham entre 18 a 35 anos.

A análise foi realizada em duas etapas dividida pela manhã e tarde. As amostras foram servidas em ordem balanceada (WAKELING; MACFIE, 1995). Para a avaliação da aceitação em relação aos atributos de aparência, textura, sabor e aspecto global foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos estruturada, cujos extremos eram ancorados pelos termos hedônicos desgostei extremamente (1) e gostei extremamente (9), cuja a ficha sensorial se encontra no Apêndice 1A.

As análises foram conduzidas em cabines individuais, sob luz branca. As amostras foram codificadas com números de três dígitos e avaliadas monadicamente.

2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA), tendo suas médias analisadas pelo teste de *Scott e Knott* (1974) a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa estatístico *Sisvar* (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os efeitos dos amidos modificados e dos estabilizantes nas propriedades químicas nas massas dos pães de queijo e nos pães de queijo.

3.1 Umidade

Valores médios de umidade (% b.u.) da massa e do pão de queijo, em função dos diferentes tratamentos, são demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1 Valores médios¹ de umidade para os pães de queijo e para as massas dos pães de queijo

Tratamento	Umidade (% b.u.)	
	Massa	Pão de queijo
1- ACA 5%	40,35 ^b	21,54 ^a
2- ACA 10%	39,17 ^b	21,34 ^a
3- AAP 5%	39,56 ^b	22,12 ^a
4- AAP 10%	39,80 ^b	22,57 ^a
5- ECG 0,3%	39,32 ^b	22,40 ^a
6- ECG 0,5%	42,21 ^a	21,94 ^a
7- EXR 0,3%	39,66 ^b	19,33 ^a
8- EXR 0,5%	41,81 ^a	21,89 ^a
9- EG 0,3%	40,06 ^b	22,43 ^a
10- EG 0,5%	41,60 ^a	19,63 ^a
11- Padrão	42,80 ^a	24,59 ^a

Médias¹ seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott* e *Knott* (P <0,05).

Os teores de umidade dos tratamentos que utilizaram formulações com maior concentração de estabilizantes (ECG, EXR e EG 0,5%) apresentaram maiores índices de umidade, assim como a formulação padrão em relação aos outros tratamentos para a massa dos pães de queijo.

Guarda et al. (2004) estudaram o efeito de hidrocolóides tais como alginato, κ – carragena e goma xantana sobre a qualidade do pão e neste estudo foi relatado a maior absorção de água pela adição desses hidrocolóides. Gurkin (2002) recomendou a utilização de carboximetilcelulose (CMC) para a fabricação de tortilhas, pois obtiveram excelentes propriedades da pasta devido à forte ligação desse hidrocolóide com a água. Selomulyo e Zhou (2007) afirmam que as soluções com CMC tendem a ser altamente viscosas e estáveis, mas, a viscosidade diminui durante o aquecimento e Rohr (2007) complementa citando que a presença dos substituintes com grupos $-\text{CH}_2\text{-COOH}$ na cadeia permite maior penetração de água, conferindo solubilidade em água fria.

Por essa razão, pode-se afirmar que a maior concentração dos estabilizantes em estudo, propiciou o aumento do índice de umidade das massas dos pães de queijo.

Em relação aos resultados para o pão de queijo, a 5% de significância, estatisticamente não apresentaram diferença entre os tratamentos. Os valores de umidade para o pão de queijo encontram-se parecidos com o achado por Pereira (2001), onde os valores de umidade para o pão de queijo obtido de massa não congelada variaram de 22,94% (b.u.) a 25,49% (b.u.).

3.2 pH e Acidez titulável

Os valores médios de pH e acidez titulável para os pães de queijo e para as massas dos pães de queijo são representados na Tabela 2.

O pH das massas dos pães de queijo cujos tratamentos à base de estabilizantes ECG 0,5%, EXR e EG 0,3 e 0,5%, foram mais elevados que os demais tratamentos. Entretanto, os pães de queijo à base desses mesmos estabilizantes e a formulação padrão apresentaram pH elevado quando comparado com os tratamentos à base de amidos modificados AAP 10% e ACA

5 e 10%. Significando que os estabilizantes ECG 0,5%, EXR e EG 0,3 e 0,5% e o amido modificado AAP 5% mantiveram o pH próximo ao da formulação base.

Tabela 2 Valores médios¹ de pH e Acidez Titulável para as massas dos pães de queijo e para os pães de queijo da formulação padrão e adicionados de amidos modificados e estabilizantes

Tratamento	pH		Acidez Titulável (meq/100g ⁻¹ b.s.)	
	Massa	Pão de queijo	Massa	Pão de queijo
1- ACA 5%	5,73 ^b	5,87 ^b	7,76 ^a	7,87 ^b
2- ACA 10%	5,70 ^b	5,88 ^b	8,25 ^a	8,08 ^b
3- AAP 5%	5,71 ^b	5,91 ^a	7,82 ^a	7,82 ^b
4- AAP 10%	5,53 ^b	5,75 ^c	8,11 ^a	9,56 ^a
5- ECG 0,3%	5,59 ^b	5,79 ^c	8,46 ^a	8,79 ^a
6- ECG 0,5%	5,88 ^a	6,01 ^a	7,35 ^a	7,13 ^b
7- EXR 0,3%	5,80 ^a	5,98 ^a	6,73 ^b	7,28 ^b
8- EXR 0,5%	5,79 ^a	5,94 ^a	6,84 ^b	7,53 ^b
9- EG 0,3%	5,85 ^a	6,02 ^a	7,03 ^b	7,61 ^b
10- EG 0,5%	5,83 ^a	5,99 ^a	6,47 ^b	7,91 ^b
11- Padrão	5,68 ^b	5,97 ^a	5,76 ^c	8,06 ^b

Médias¹ seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott* e *Knott*, ($P < 0,05$).

Com relação à acidez dos pães de queijo, destacam-se os tratamentos AAP 10% e ECG 0,3% já para a massa dos pães de queijo, nota-se diferença entre os tratamentos com amido modificado, estabilizante e formulação base, com exceção ao tratamento ECG 0,3 e 0,5% que apresentou acidez próxima aos resultados dos tratamentos com amidos modificados, o qual apresentou teores de acidez mais elevados que os demais tratamentos fato que pode estar associado ao maior conteúdo de carboxilas (SHIRAI et al., 2007).

Tanto para os resultados de pH quanto para acidez titulável os valores encontrados neste trabalho também se assemelham ao determinado por Silva (2005), onde os pães de queijo no tempo zero se encontram com valores próximos a 5,7 para pH e 8,0 meq.100g⁻¹b.s. para acidez titulável. Em outro trabalho realizado por Pereira (2001) os valores encontrados de pH para as

massas de pães de queijo não congelados oscilaram entre 4,80 a 6,46 e para a acidez titulável 4,96 a 10,13 meq.100g⁻¹b.s.

Os efeitos dos amidos modificados e dos estabilizantes nas propriedades físicas das massas dos pães de queijo e dos pães de queijo são apresentados a seguir.

3.3 Densidade absoluta

Destaca-se a diferença entre os valores de densidade dos pães de queijo e das massas dos pães de queijo foi com relação aos tipos de formulações, onde pode-se observar que todas as formulações com amidos modificados e apenas os tratamentos ECG e EXR 0,3% apresentam massas menos densas e a formulação padrão apresentou massa mais densa de todos os tratamentos, conforme Tabela 3.

Tabela 3 Valores médios¹ de densidade para as massas dos pães de queijo e para os pães de queijo da formulação padrão e adicionados de amidos modificados e estabilizantes

Tratamento	Densidade g/cm ³	
	Massa	Pão de queijo
1- ACA 5%	0,06 ^c	0,26 ^b
2- ACA 10%	0,06 ^c	0,21 ^b
3- AAP 5%	0,06 ^c	0,21 ^b
4- AAP 10%	0,06 ^c	0,22 ^b
5- ECG 0,3%	0,06 ^c	0,21 ^b
6- ECG 0,5%	0,07 ^b	0,28 ^b
7- EXR 0,3%	0,06 ^c	0,32 ^a
8- EXR 0,5%	0,07 ^b	0,34 ^a
9- EG 0,3%	0,07 ^b	0,31 ^a
10- EG 0,5%	0,07 ^b	0,29 ^b
11- Padrão	0,09 ^a	0,21 ^b

Médias¹ seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott* e *Knott*, (P<0,05).

Os tratamentos ACA, AAP nas concentrações (5% e 10%), ECG (0,3% e 0,5%), EG (0,5%) e a formulação padrão apresentaram pães de queijo menos densos. Conforme Pereira (2001) é desejável que os valores de densidade dos pães de queijo sejam baixos.

De maneira geral, as densidades médias obtidas para as massas dos pães de queijo foram próximas às reportadas por esse mesmo autor para pães de queijo elaborados com mistura de polvilho doce/azedo ($0,31 \text{ g/cm}^3$), mas diferente do valor médio de $0,20 \text{ g/cm}^3$ para pães de queijo elaborados com polvilho azedo reportado por Machado (2003).

Na literatura há poucos relatos sobre a análise de densidade em pães adicionados de estabilizantes, porém, Guarda et al. (2004), citam que o mecanismo dos hidrocolóides ainda não são completamente compreendidos. Embora, sabe-se da sua alta capacidade de reter água nas massas nos produtos de panificação sugere-se então que a densidade elevada nos tratamentos EXR (0,3% e 0,5%) e EG 0,3% se deve a maior compactação dos estabilizantes com a água.

3.4 Volume dos pães de queijo

Os valores médios de volume para cada formulação de pão de queijo são elucidados na Tabela 4.

Os valores médios de volume obtidos para as formulações de pão de queijo apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) pelo teste de *Scott e Knott*.

Nota-se que os tratamentos à base dos amidos modificados ACA e AAP (5% e 10%) apresentaram um volume menor que o padrão, bem como os estabilizantes em sua menor concentração (0,3%) dos tratamentos ECG, EXR e EG.

Tabela 4 Valores médios¹ para volume dos pães de queijo da formulação padrão e adicionados de amidos modificados e estabilizantes

Tratamento	Volume dos pães de queijo cm ³
1- ACA 5%	0,4037 ^b
2- ACA 10%	0,3917 ^b
3- AAP 5%	0,3957 ^b
4- AAP 10%	0,3970 ^b
5- ECG 0,3%	0,3933 ^b
6- ECG 0,5%	0,4223 ^a
7- EXR 0,3%	0,3967 ^b
8- EXR 0,5%	0,4180 ^a
9- EG 0,3%	0,4007 ^b
10- EG 0,5%	0,4153 ^a
11- Padrão	0,4180 ^a

Médias¹ seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott* e *Knott* ($P < 0,05$).

Em um estudo realizado por Ribotta, León e Anón (2001), constatou-se que quanto maior a concentração de goma guar adicionada nos pães maior foi o seu volume específico, afirmando o autor que os hidrocolóides quanto maior sua concentração em produtos panificáveis, maior o volume e retenção água. Resultado este que corrobora com os encontrados neste trabalho, pois, as formulações de pães de queijo com maior volume foram as que possuíam maior concentração desses hidrocolóides.

3.5 Análise sensorial

As médias sensoriais para todos os atributos avaliados (aparência, sabor, textura e impressão global) apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) para as diferentes formulações pelo teste de *Scott* e *Knott*, conforme Tabela 5.

Com relação ao atributo sabor houve maior aceitação dos tratamentos ECG 0,3 e 0,5% e EG 0,5% todas adicionadas de estabilizantes, mostrando que adição de alguns estabilizantes melhorou o sabor do pão de queijo comparado a outros adicionados de amido modificado e também comparado ao padrão. Pode-

se sugerir que as galactomananas melhoraram o sabor do produto final, pois, através do estudo realizado por Blake et al. (1997), onde afirmam que a incorporação das galactomananas em produtos como pão de trigo, biscoitos e cereais matinais melhoram a palatabilidade.

Tabela 5 Valores médios¹ para a aparência, sabor, textura e impressão global dos pães de queijo da formulação padrão e adicionados de amidos modificados e estabilizantes

Tratamento	Nota aparência	Nota sabor	Nota textura	Nota impressão global
1- ACA 5%	6,84 ^b	7,11 ^b	6,54 ^b	7,00 ^b
2- ACA 10%	6,68 ^b	6,47 ^b	5,31 ^c	6,06 ^c
3- AAP 5%	7,40 ^a	7,20 ^b	7,11 ^a	7,25 ^b
4- AAP 10%	7,68 ^a	6,93 ^b	6,90 ^b	7,29 ^b
5- ECG 0,3%	7,63 ^a	7,88 ^a	7,61 ^a	7,75 ^a
6- ECG 0,5%	7,50 ^a	7,54 ^a	7,13 ^a	7,45 ^a
7- EXR 0,3%	6,70 ^b	7,02 ^b	5,93 ^c	6,52 ^c
8- EXR 0,5%	6,90 ^b	6,86 ^b	6,68 ^b	6,86 ^b
9- EG 0,3%	7,18 ^a	7,27 ^b	6,75 ^b	7,06 ^b
10- EG 0,5%	7,43 ^a	7,47 ^a	7,65 ^a	7,54 ^a
11- Padrão	6,93 ^b	7,22 ^b	6,52 ^b	7,02 ^b

Médias¹ seguidas de letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo Teste de *Scott* e *Knott*, ($P \leq 0,05$).

A respeito da textura houve maior diferenciação entre os tratamentos sendo o AAP 5%, ECG 0,3% e 0,5% e EG 0,5%, os mais aceitos. Resultado este confirmado por Gimeno, Morau e Kokini (2004), em que a utilização das galactomananas nas massas dos bolos melhoram a textura. Por fim, quanto à impressão global, os tratamentos ECG 0,3% e 0,5% e EG 0,5% adicionados de estabilizantes obtiveram melhor aceitação comparada aos outros tratamentos, coincidindo com os resultados do sabor.

Portanto, pode-se afirmar que as formulações à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG) e a formulação com apenas galactomananas (EG) a 0,5% foram as mais aceitas pelos consumidores. Para entender o resultado, Silva (2009) afirma que as galactomananas, ajudam a obter

mais corpo, texturas mais suaves, realça o sabor, aroma e agem como emulsificantes e estabilizadores nos alimentos.

4 CONCLUSÕES

A adição dos amidos modificados e de estabilizantes estudados influencia na qualidade química, física e sensorial de pães de queijo.

A capacidade de alguns estabilizantes de se ligarem à água fica aqui evidenciada pelo aumento dos valores de umidade e densidade das massas dos pães de queijo.

As massas adicionadas de amido modificado e o estabilizante à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG) apresentam acidez mais elevada comparando-se tanto com a formulação base quanto nas outras formulações com estabilizantes, isso é em consequência ao número de carboxilas de cada amido modificado e estabilizantes. Por outro lado, o pH das massas dos pães de queijo e os pães de queijo à base de estabilizantes obtêm médias mais elevadas que as formulações com amidos modificados.

Os pães de queijo elaborados com o estabilizante carboximetilcelulose e galactomananas (ECG), nas concentrações de 0,3% e 0,5% apresentam melhores características físicas como menor densidade e características sensoriais, se destacando positivamente em relação aos demais tratamentos.

A adição do amido à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado (AAP) a 5% também propicia melhores qualidades físicas aos pães de queijo e mediana qualidade sensorial. E a adição do estabilizante à base de galactomananas (EG) a 0,5% também contribui para melhor qualidade sensorial do produto.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. v. 1.
- BLAKE, D. E. et al. Wheat bread supplemented with depolymerized guar gum reduces the plasma cholesterol concentration in hypercholesterolemic human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 65, p. 107–113, 1997.
- FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. exe: sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA, 2003. Versão 3.04.
- GIMENO, E.; MORAU, C. I.; KOKINI, J. L. Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 8, p. 100–107, 2004.
- GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 1972. 469 p.
- GUARDA, A. et al. Different hydrocolloids as bread improvers and antistaling agents. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, p. 241–247, 2004.
- GURKIN, S. Hydrocolloids: ingredients that add flexibility to tortilla processing. **Cereal Food World**, Saint Paul, v. 47, p. 41–43, 2002.
- MACHADO, A. V. **Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas da massa e do pão de queijo**. 2003. 105 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- PEREIRA, J. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo**. 2001. 222 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- PIZZINATO, A. Processo de fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATO, A.; ORMENESE, R. C. S. C. **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000. p. 87-101.

PLATA OVIEDO, M. S. V.; CAMARGO, C. R. O. Determinação de propriedades físico-químicas e funcionais de duas féculas fermentadas de mandioca (polvilho azedo). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 56-65, jan./jul. 1998.

RIBOTTA, P. D.; LEÓN, A. E.; ANÓN, M. C. Effects of freezing and frozen storage of doughs on bread quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 913–918, 2001.

ROHR, T. G. **Estudo reológico da mistura carboximetilcelulose/ amido e sua utilização como veículo de inoculação bacteriano**. 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, 1974.

SELOMULYO, V. O.; ZHOU, W. Frozen bread dough: effects of freezing storage and dough improvers. **Journal of Cereal Science**, London, v. 45, p. 1-17, 2007.

SHIRAI, M. A. et al. Características físico- químicas e utilização em alimentos de amidos modificados por tratamento oxidativo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 239 -247, 2007.

SILVA, C. G. **Otimização do processo de produção da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares**. 2009. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2009.

SILVA, R. P. G. **Efeito do congelamento nas características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais no pão de queijo**. 2005. 103 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

TUBARI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 22, p. 305-312, 2008.

UMA revolução no setor de pratos prontos. **Revista do IBRAC**, São Paulo, v. 20, n. 20, jul./dez. 2011.

WAKELING, I. N.; MACFIE, J. H. Designing consumer trials balanced for firsts and higher orders of carry - over effect when only a subset of treatments may be tested. **Food Quality and Preference**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 299- 308, Aug. 1995.

CAPÍTULO 3 Efeito dos amidos modificados e estabilizantes sobre as características físicas, químicas e físico-químicas de pães de queijo de massas congeladas durante o armazenamento

RESUMO

Os amidos modificados e os estabilizantes possuem ampla aplicação na indústria de alimentos. Esses produtos possuem a capacidade de reter grande quantidade de água, melhorar a textura e prolongar a vida útil dos produtos panificados. Com a possibilidade de congelamento da massa do pão de queijo por até 180 dias, aumentou sua comercialização no mercado. Tentando prolongar a vida de prateleira desse produto o objetivo deste trabalho foi analisar as características físicas, químicas e físico-química de dez tipos de formulações de pão de queijo submetidos ao congelamento por 180 dias, na formulação foram adicionados 5% e 10% de amido modificado cruzado e acetilado (AAC 5% e AAC 10%) e amido modificado acetilado e pré-gelatinizado (AAP 5% e AAP 10%) além dos estabilizantes nas concentrações 0,3% e 0,5%, sendo os estabilizantes à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG 0,3% e ECG 0,5%), estabilizante à base de goma xantana e carragena (EXR 0,3% e EXR 0,5%) e o estabilizante à base de galactomananas (EG 0,3% e EG 0,5%). As análises dos pães de queijo congelados seguiram delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por quatro tempos de análises. Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANAVA), quando a análise de variância apresentou-se significativa para o tempo de congelamento, realizou-se a regressão. Nas análises de umidade e altura as massas não apresentaram diferença significativa, porém ao se analisar a umidade dos pães de queijo o tratamento EXR 0,5% apresentou um comportamento mais estável. Com relação à acidez, os tratamentos ECG 0,3% e 0,5% foram os que apresentaram maiores oscilações. Por outro lado, os amidos modificados e os estabilizantes não influenciaram no pH dos pães de queijo e para a acidez os resultados obtidos podem ser considerados altos. Com os resultados obtidos para densidade, é possível que os estabilizantes e amidos modificados tenham deixado a massa e os pães de queijo mais densos pelo fato de se aglutinarem com a água com mais facilidade, entretanto, os tratamentos AAP 5%, ECG 0,3% e EG 0,3% e 0,5% apresentaram peso das massas mais leves. Para a coloração das massas e dos pães de queijo pelos parâmetros L*, H* C* e YI apresentaram-se ao longo do armazenamento coloração amarelada. O teor mínimo inicial de cinzas nos pães de queijo foi 2,5% (b.s.) obtendo o maior valor aos 180 dias que foi próximo a 4% (b.s.). Os valores de proteína e extrato etéreo tenderam a diminuir. O tratamento EXR 0,3% apresentou ser mais macio que os demais na análise de textura.

Palavras-chave: Goma xantana. Carragena. Vida útil. Armazenamento congelado.

ABSTRACT

The modified starches and stabilizers have wide application in food industry. These products have the ability to retain large amounts of water, improving the texture and prolong the life of bakery products. With the possibility freezing of cheese bread dough for until 180 days, increased its market availability. Trying to prolong the shelf life of this product the objective of this study was to analyze the physical, chemical and physico-chemical characteristics from ten formulations types of cheese bread submitted to freezing for 180 days, in the formulation were added 5% and 10% of modified starch crossed and acetylated (MCA 5% and MCA 10%) and modified starch and pre-gelatinized acetylated (MAP 5% and MAP 10%) addition of stabilizers in concentrations 0.3% and 0.5%, with the stabilizers base to carboxymethylcellulose and galactomannans (SCG 0.3% and SCG 0.5%), stabilizing base to xanthan gum and carrageenan (SXR 0.3% and SXR 0.5%) and the stabilizer base to galactomannans (SG 0.3% and SG 0.5%). Analyses of frozen cheese bread followed a completely randomized design, with four times of analyzes. The data were evaluated by variance analysis (ANAVA), when variance analysis showed significant for the freezing time, there was regression. In the analyzes of moisture and height the doughs did not differ significantly, but when analyzing the moisture of the cheese breads the treatment SXR 0.5% had a more stable behavior. Regarding the acidity, treatments SCG 0.3% and 0.5% presented the highest oscillation. Moreover, modified starches and stabilizers did not affect the pH of cheese bread and for the acidity the results obtained can be considered high. The results obtained in density, it is possible for stabilizers and modified starches have let the cheese bread dough more denser by the fact clump together with water more easily, however, the treatments MAP 5%, SCG 0.3% and SG 0.3% and 0.5% had lighter weight of the doughs. For staining doughs of the cheese bread by L^* , H^* C^* and YI parameters, they had along the store yellowish. The minimum initial ash in cheese bread was 2.5% (d.b.) obtaining the highest value at 180 days that was approximately 4% (d.b.). The protein values and ether extract tended to decrease. The treatment SXR 0.3% had to be softer than the other in texture analysis.

Keywords: Xanthan gum. Carrageenan. Shelf life. Frozen storage.

1 INTRODUÇÃO

O grau de modernização e os hábitos de consumo da população é que determinam a demanda da produção de amidos modificados e estabilizantes. À medida que um país se desenvolve as indústrias se expandem resultando no aumento da produção e da procura por alimentos industrializados. Esse potencial depende diretamente do grau de modernização das indústrias e dos hábitos de consumo da população, como, por exemplo, a busca por pratos prontos e semiprontos, conservas e congelados; portanto, a demanda por esses produtos está diretamente relacionada ao crescimento da economia do país (CARDOSO, 2003).

O amido possui propriedades funcionais de grande importância tecnológica, devido às suas características que garantem sua utilização, logo, o mercado de amido está crescendo e o seu uso em produtos alimentícios e têxteis está aumentando (LIMBERGER et al., 2007). Devido a esse crescente consumo, o setor industrial necessita de amidos com características específicas, para conferir ao produto final propriedades reológicas importantes para sua melhor qualidade (SILVA et al., 2006).

Assim como os amidos modificados, os estabilizantes possuem ampla aplicação na indústria de alimentos. E podem ser obtidos a partir de extratos de algas marinhas (alginatos, ágar, carragenas), extratos de sementes (locusta, guar), exsudatos vegetais (arábica), microrganismos (xantana, gelana) e a partir de celulose e pectina.

Esses produtos possuem a capacidade de reter grande quantidade de água, melhorar a textura e prolongar a vida útil dos alimentos (SMITHA et al., 2008).

Assim como os demais produtos industrializados, o pão de queijo, devido à possibilidade do congelamento das massas teve o seu consumo

expandido. Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Pão de Queijo (ABPQ), apesar de não haver números exatos de tonelagem produzida no país, em 2008 estimou-se que, por mês, foram produzidos mais de 8 milhões de quilos de pão de queijo, com faturamento superior a 35 milhões de reais, considerando-se apenas as empresas legalizadas.

No Capítulo 3 foi comprovado que a adição dos amidos modificados e dos estabilizantes apresenta efeito positivo nas massas frescas e nos pães de queijo, assim, resolveu-se verificar neste capítulo o efeito desses produtos nos pães de queijo congelados, uma vez que esta é a forma mais usual de comercialização em larga escala.

Este capítulo tem como objetivo analisar as características físicas, químicas e físico-química de dez tipos de formulações de pão de queijo submetidos ao congelamento por 180 dias, acompanhando o mercado onde ficam congelados por 120 a 180 dias. Foram adicionados 5 e 10% de amido modificado cruzado e acetilado (AAC 5% e AAC 10%) e amido modificado acetilado e pré-gelatinizado (AAP 5% e AAP 10%) além dos estabilizantes nas concentrações 0,3 e 0,5%, sendo os estabilizantes à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG 0,3 e ECG 0,5%), estabilizante à base de goma xantana e carragena (EXR 0,3 e EXR 0,5%) e o estabilizante à base de galactomananas (EG 0,3 e EG 0,5%).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

As análises dos pães de queijo durante o período de congelamento seguiram delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 10 tratamentos de pães de queijo congelados por 4 períodos sendo 0, 60, 120 e 180 dias.

2.2 Obtenção dos pães de queijo com diferentes concentrações de amidos modificados e estabilizantes

Pesou-se primeiramente, os polvilhos doce e azedo e o amido modificado ou estabilizante, os quais foram misturados e homogeneizados em batedeira planetária (BP20, GPaniz, RS, Brasil). Após a mistura, foi feito o escaldamento do polvilho com uma mistura contendo leite, sal e margarina.

Após cinco minutos, adicionou-se o ovo e queijo catiara e procedeu-se o batimento por mais três minutos.

A massa obtida foi moldada em tubo de molde cilíndrico (tubo de PVC), com 3 cm de diâmetro e de altura. O acabamento da moldagem foi feito manualmente para que os pães adquirissem formato redondo (PEREIRA, 2001).

Os pães de queijo foram assados em forno elétrico combinado (E200, Prática, MG, Brasil) a 180°C por 8 minutos.

O fluxograma dos procedimentos gerais para a fabricação dos pães de queijo é ilustrado pela Figura 1.

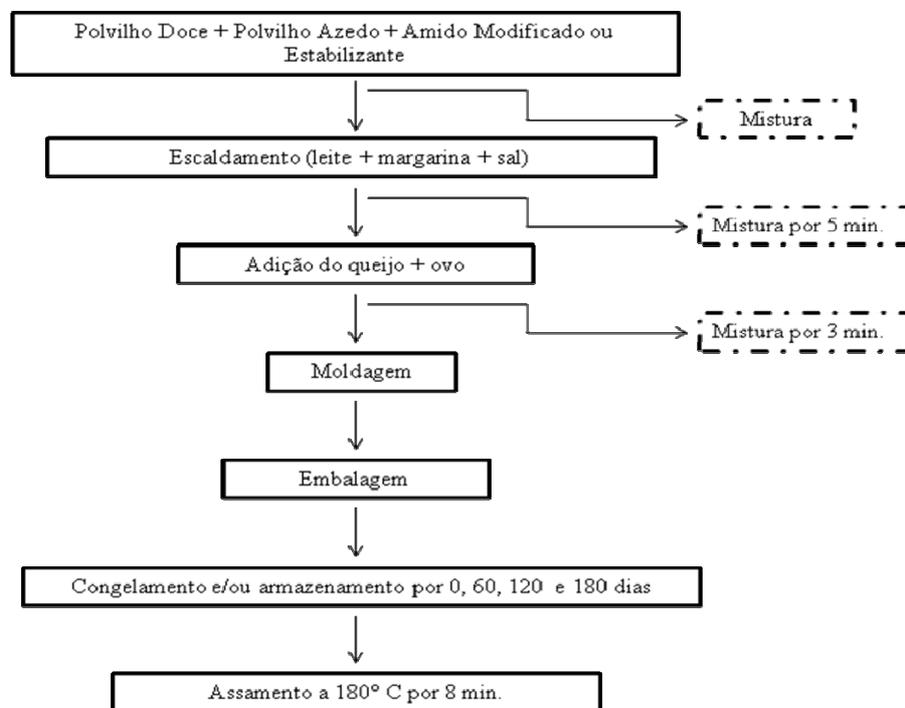


Figura 1 Fluxograma para obtenção dos pães de queijo

2.3 Preparo das amostras para análises

As massas moldadas dos pães de queijo foram embaladas em sacos de polietileno de baixa densidade, seladas termicamente em seladora manual (Rbaião, Ubá, Brasil) e codificadas. Os códigos e concentração de cada amido modificado e estabilizantes estão no Quadro 1. As embalagens foram codificadas com o nome das amostras e identificadas quanto à data de fabricação, data de análise e nome do tratamento e depois congelados em *freezer* (H160, Electrolux, SP, Brasil) a -18°C por 60, 120 e 180 dias.

Os pães de queijo no tempo zero foram prontamente analisados, não necessitando do armazenamento em embalagem de polietileno de baixa densidade para armazenamento congelado.

Quadro 1 Codificação das amostras com amido modificado e estabilizante seguido das concentrações nos diferentes tratamentos para pão de queijo

Amidos modificados e estabilizantes e percentagem na formulação	Código do tratamento	Quantidades de aditivos adicionados (g)*
1-Amido modificado à base de fécula de mandioca cruzado e acetilado (5%)	ACA 5%	12,5
2-Amido modificado à base de fécula de mandioca cruzado e acetilado (10%)	ACA 10%	25
3-Amido modificado à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado (5%)	AAP 5%	12,5
4-Amido modificado à base de fécula de mandioca acetilado pré-gelatinizado (10%)	AAP 10%	25
5-Estabilizante à base de carboximetilcelulose (CMC) e galactomananas (0,3%)	ECG 0,3%	0,75
6-Estabilizante à base de carboximetilcelulose (CMC) e galactomananas (0,5%)	ECG 0,5%	1,25
7-Estabilizante à base de goma xantana e carragena (0,3%)	EXR 0,3%	0,75
8-Estabilizante à base de goma xantana e carragena (0,5%)	EXR 0,5%	1,25
9-Estabilizante à base de galactomananas (0,3%)	EG 0,3%	0,75
10-Estabilizante à base de galactomananas (0,5%)	EG 0,5%	1,25

*todas as concentrações de amidos modificados e estabilizantes foram baseadas na quantidade de polvilho utilizado (250g)

As análises foram realizadas tanto nas massas de pão de queijo quanto no produto assado. As massas e os pães foram colocados em estufa a 65°C, por 24 horas. Após a pré-secagem, os pedaços foram deixados à temperatura ambiente e, após, macerados. As amostras resultantes foram acondicionadas em potes plásticos e mantidas à temperatura ambiente (PEREIRA, 2001).

2.4 Análises realizadas

Tanto as massas quanto os pães de queijo assados foram analisados nos tempos de congelamento de 0, 60, 120 e 180 dias.

2.4.1 Umidade

Mesma metodologia descrita no subitem 2.3.1 do Capítulo 2.

2.4.2 pH

Mesma metodologia descrita no subitem 2.3.2 do Capítulo 2.

2.4.3 Acidez titulável

Mesma metodologia descrita no subitem 2.3.3 do Capítulo 2.

2.4.4 Cinzas

Para determinação das cinzas dos pães de queijo, seguiu-se o método da Association of Official Analytical Chemistry - AOAC (2000), com carbonização das amostras em chama direta e posterior calcinação em mufla a 550°C por 4 a 6 horas.

2.4.5 Proteína bruta

Para a determinação de proteína bruta dos pães de queijo utilizou-se o método de micro-Kjeldahl nº920.87 da AOAC (2000). O teor de amônia encontrado na amostra será em proteína total, sendo multiplicado o valor obtido pelo fator de conversão 6,25 dos pães de queijo.

2.4.6 Extrato etéreo

O método utilizado para extração do extrato etéreo dos pães de queijo foi o de extração contínua em aparelho tipo *Soxhlet*, utilizando o éter etílico como solvente de acordo com a metodologia nº 925.38 da AOAC (2000).

2.4.7 Caracterização dos pães de queijo

O diâmetro e a altura das massas moldadas frescas e congeladas foram determinados por meio de um paquímetro digital (*Digimess* 150 mm/6, China), o seu peso determinado em balança analítica modelo 0079247 (*Denver Instrument Company*, Nova York, EUA) e o volume determinado pelo deslocamento de sementes de painço (GRISWOLD, 1972). Essas mesmas medidas também foram feitas nos pães após o forneamento. Nas massas congeladas, mantidas em *freezer* por 60, 120 e 180 dias, essas medidas foram determinadas após a retirada do *freezer*.

Com esses dados a densidade, o volume específico e o índice de expansão foram calculados conforme as equações apresentadas a seguir:

- densidade = peso (g)/ volume

- volume específico = volume /peso (g)

- índice de expansão =

$$\frac{(\text{diâmetro do pão de queijo} + \text{altura do pão de queijo})/2}{(\text{diâmetro da massa moldada} + \text{altura da massa moldada})/2}$$

Os pães de queijo obtidos tanto da massa congelada quanto da massa fresca após essas análises foram cortados longitudinalmente e verificou-se a espessura da casca utilizando um paquímetro digital (*Digimess* 150 mm/6, China).

2.4.8 Textura

Para determinar a força de compressão dos pães de queijo assados, foi utilizado o analisador de textura *Stable Micro Systems TAXT2i (HASLEMERE, Inglaterra, com software Texture Analysis)*, com o “probe” cilíndrico de alumínio com extremidade plana e 100 mm de diâmetro. Os resultados foram expressos em N e os parâmetros de configuração do aparelho foram: (i) velocidade do teste = 2,0 mm/s; (ii) velocidade do pré-teste = 2,0 mm/s; (iii) velocidade do pós-teste = 10,0 mm/s; (iv) taxa de compressão = 50,0%.

Os valores dos parâmetros de textura dos pães de queijo foram obtidos a partir da média aritmética de 4 replicatas. Os pães de queijo foram deixados a temperatura ambiente por um período de uma hora, previamente a determinação da textura.

2.4.9 Cor

Foi realizada utilizando colorímetro *Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Osaka, Japão)*, empregando iluminante D65 e geometria 45/0. Os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB.

A CIE (Comissão Internacional de Iluminação) recomendou, em 1976, o modelo de cor CIE $L^*a^*b^*$, ou CIELAB, que permite a especificação de percepções de cores em termos de um espaço tridimensional. A coordenada L^* é conhecida como luminosidade ou claridade da amostra, variando de 0 (preto) a 100 (branco). As coordenadas a^* e b^* não apresentam limites numéricos específicos, onde a coordenada a^* varia de vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), e a coordenada b^* do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$) conforme Figura 2 (LEITE, 2006).

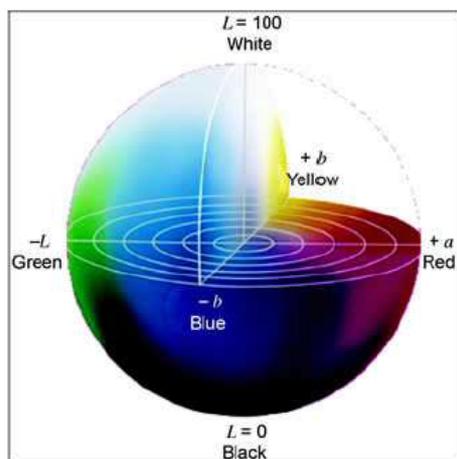


Figura 2 Sistema de cores CIELAB
 Fonte: Bicchierini et al. (2005)

Entretanto, na escala CIE LCh consiste na mesma componente L, mais o ângulo de tom ou “*Hue*” ($0^\circ \leq h^* \leq 360^\circ$), que varia na direção angular e representa as diferentes cores existentes e o *chroma*, que varia na direção radial e representa a pureza de uma cor em relação ao cinza (RIBEIRO et al., 2007).

A partir dos resultados dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* foi calculado o *Chroma* (C^*). Para o ângulo *hue* (H^*), o 0 representa vermelho puro; o 90, o amarelo puro; o 180, o verde puro e o 270, o azul puro. Assim, valores de $[H^*]$ próximos de 90, indicam tonalidade amarela, e quanto mais próximos de 0, a tonalidade vermelha como representada na Figura 3. Com relação ao *chroma*, quanto mais altos os valores de C^* , mais viva a cor observada (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

Para o cálculo da tonalidade conforme Mcguire (1992) empregou-se a fórmula do ângulo *Hue* (H^*), de acordo com os valores de a^* e b^* obtidos, da seguinte forma:

- Valores de a^* e $b^* > 0$: $H^* = \arctg(b^*/a^*)$;
- Valores de $a^* < 0$ e $b^* > 0$: $H^* = 180^\circ + \arctg(b^*/a^*)$;
- Valores de a^* e $b^* < 0$: $H^* = 270^\circ + \arctg(b^*/a^*)$;
- Valores de $a^* > 0$ e $b^* < 0$: $H^* = 360^\circ + \arctg(b^*/a^*)$.

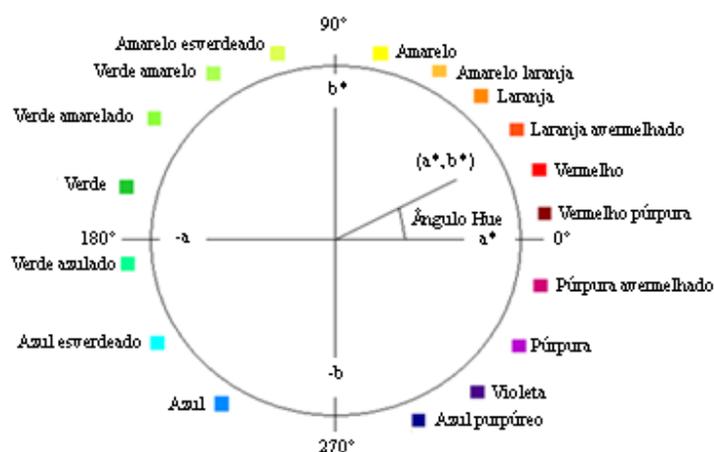


Figura 3 Diagrama CIELAB com a sequência de nuances de cores e orientação do ângulo de nuances ($\hat{\text{Ângulo Hue}}$)
 Fonte: Adaptado de Chitarra e Chitarra (2005)

A partir dos valores de L^* , a^* e b^* , foi calculado o índice de amarelecimento (YI) por meio da equação a seguir, conforme metodologia descrita na ASTM D1925, citada por Andradly e Torikai (1999):

$$YI = \frac{100 \cdot (0,72a + 1,79b)}{L}$$

2.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância (ANOVA), quando a análise de variância apresentou-se significativa para o tempo de congelamento, realizou-se a regressão. Todas as análises foram realizadas em três repetições. Para análise dos dados, utilizou-se o programa estatístico *Sisvar* (FERREIRA, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Efeito dos amidos modificados e estabilizantes no congelamento das massas dos pães de queijo

Os resultados das massas dos pães de queijo para as análises químicas, físico-químicas e físicas estão elucidados a seguir.

3.1.1 Umidade

A utilização dos diferentes amidos modificados e estabilizantes em concentrações distintas interferiu significativamente ($p \leq 0,05$) na umidade das massas de pães de queijo (Tabela 1). No entanto, os tratamentos não adequaram ao modelo estatístico para a variável tempo (Tabela 2). Verificando que a umidade das massas apresentou aumento no início (entre 0 a 60 dias de congelamento) e depois decresceram durante o período de armazenamento. Isso corrobora com Ribotta et al. (2004) ao afirmarem que a qualidade da massa de pães congelados decresce ao longo do armazenamento congelado, reduzindo o teor de água do produto.

Tabela 1 Valores médios¹ de umidade (% b.u.) da massa modelada de pão de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Umidade das massas dos pães de queijo (% b.u.)
ACA 5%	39,84 ^a
ACA 10%	39,69 ^a
AAP 5%	39,28 ^b
AAP 10%	39,08 ^b
ECG 0,3%	40,24 ^a
ECG 0,5%	40,63 ^a
EXR 0,3%	39,60 ^a
EXR 0,5%	39,90 ^a
EG 0,3%	38,39 ^c
EG 0,5%	40,37 ^a

Tabela 2 Médias dos valores de umidade das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tempo de congelamento (dias)	Umidade das massas dos pães de queijo (% b.u.)	
	Médias observadas	Médias estimadas
0	39,55	39,67
60	40,27	39,94
120	39,51	39,84
180	39,49	39,38

Os valores de umidade encontrados estão próximos aos relatados por Silva et al. (2009), onde para a massa do pão de queijo congelado no tempo 0 encontrou valor de 39,5% e ao final do tempo de congelamento 120 dias o valor determinado foi de 41,5%. No entanto, verifica-se no tratamento EG 0,3 e 0,5% que houve grande diferença no teor de umidade. Segundo um estudo realizado por Mandala, Karabela e Kostaropoulos (2007), um galactomanano como a goma guar atua aumentando a vida útil dos produtos panificáveis por aumentar o teor de umidade. Dessa forma, é possível que a diferença desse tratamento sobre o teor de umidade seja em decorrência das diferentes concentrações utilizadas, ou seja, quanto maior a concentração de galactomananas maior é o teor de umidade. Conforme Rossel, Rojas e Benedito (2001a, 2001b) esse resultado pode ser atribuído aos grupamentos hidroxilas da estrutura dos hidrocolóides e devido a isso, alguns hidrocolóides apresentam maiores ligações com a água, elevando a umidade.

3.1.2 pH

Conforme a Gráfico 1 verifica-se que os tratamentos seguiram a mesma tendência, porém, aos 180 dias de congelamento o tratamento ECG 0,3% apresentou uma elevação do pH o qual se destacou dos demais tratamentos. Os dados de alguns tratamentos não ajustaram a um bom modelo de regressão, pois

o número de pontos estudados (4 tempos) não permitiu ajustar o modelo a uma maior ordem, com isso, as médias dos tratamentos estão ilustradas na Tabela 3.

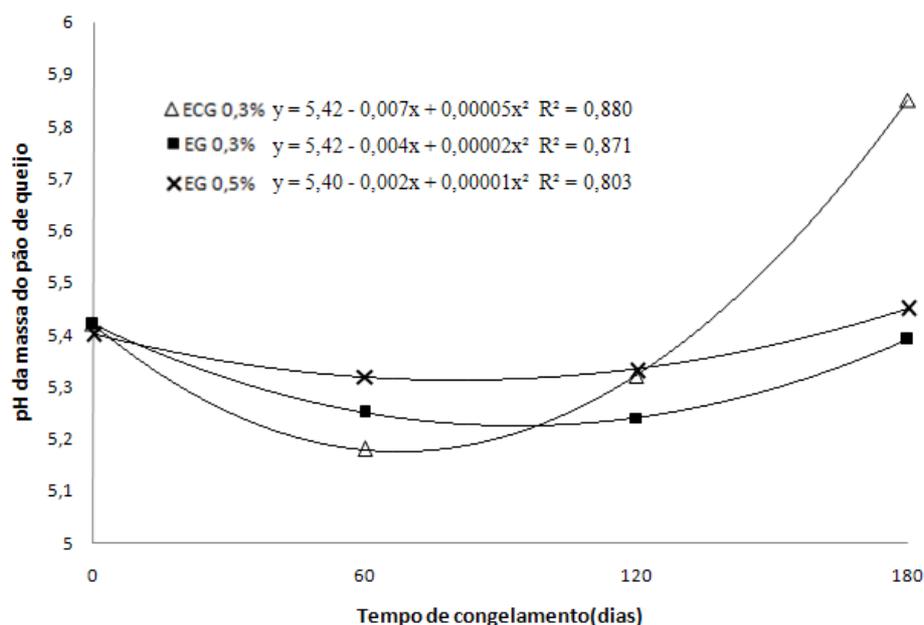


Gráfico 1 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de pH das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Verifica-se na Tabela 3 entre os tempos 60 e 120 dias de congelamento para todos os tratamentos grande oscilação nos valores de pH, após isso, esses resultados tenderam a diminuir. Apenas no tratamento ECG 0,5% que aos 120 dias de congelamento o pH permaneceu estável até o fim dos 180 dias de congelamento.

Em estudo realizado por Silva et al. (2009) a massa do pão de queijo congelado por 120 dias apresentou decréscimo nos valores de pH, onde o valor no tempo zero foi de 5,54 e aos 120 dias de congelamento 5,08 já, Pereira (2001) encontrou valores entre 4,80 a 6,46 de pH para massas de pães de queijo

congelados por 90 dias. Assim, é possível que as variações nas concentrações dos diferentes tipos de amidos modificados e estabilizantes influenciaram no resultado do pH neste trabalho, bem como Pereira (2001) afirma que os ingredientes utilizados podem provocar interações entre eles e provocar mudanças no pH das massas dos pães de queijo submetidas ao armazenamento congelado.

Tabela 3 Médias dos valores de pH das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamento	pH da massa dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	5,59	5,16	5,38	5,28
ACA 10%	5,47	5,16	5,43	5,34
AAP 5%	5,59	5,27	5,49	5,28
AAP 10%	5,49	5,38	5,56	5,48
ECG 0,5%	5,47	5,17	5,47	5,41
EXR 0,3%	5,53	5,21	5,48	5,35
EXR 0,5%	5,47	5,25	5,55	5,37

3.1.3 Acidez titulável

As massas de pães de queijo com os amidos modificados e estabilizantes em suas concentrações distintas tiveram diferentes comportamentos ($p \leq 0,05$) durante os 180 dias de armazenamento (Gráfico 2). Os dados de alguns tratamentos não ajustaram a um bom modelo de regressão, pois o número de pontos estudados (4 tempos) não permitiu ajustar o modelo a uma maior ordem, com isso, as médias dos tratamentos estão demonstradas na Tabela 4.

Verificou-se uma tendência ao aumento da acidez com o tempo de congelamento. É importante ressaltar no Gráfico 2 o tratamento ECG 0,5% que apresentou comportamento oposto aos demais. Conforme Ribotta et al. (2004), o

mecanismo de ação desses hidrocolóides ainda não foram completamente entendidos.

Nota-se que a interação entre carboximetilcelulose e galactomananas (ECG 0,3 e 0,5%) para acidez foi o resultado que mais oscilou durante os 180 dias de congelamento. Mandala (2005) afirma que as galactomananas não são eficazes para a estabilização de alimentos congelados.

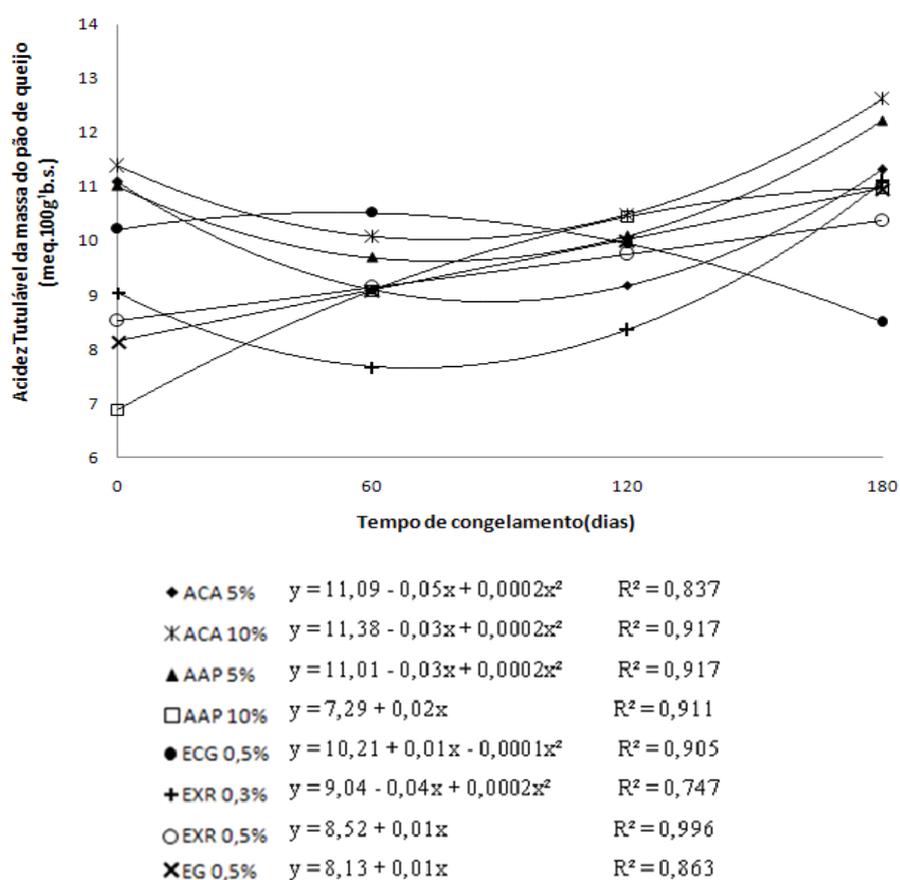


Gráfico 2 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Acidez Titulável (meq.100g^{-1} b.s.) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 4 Médias dos valores de Acidez Titulável (meq.100g^{-1} b.s.) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Acidez Titulável da massa do pão de queijo (meq.100g^{-1} b.s.)			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ECG 0,3%	8,40	11,30	8,64	9,64
EG 0,3%	9,04	9,80	9,41	10,00

Contudo, os resultados encontrados neste trabalho com exceção ao tratamento ECG 0,5% se assemelham com os determinados por Silva et al. (2009), onde, com o congelamento, ocorreu uma elevação da acidez titulável da massa que variou entre ($10,6 \text{ meq. } 100\text{g}^{-1}$ b.s. a $12,9 \text{ meq.}100\text{g}^{-1}$ b.s.).

3.1.4 Diâmetro da massa modelada

O resultado da análise de regressão para o diâmetro (cm) da massa dos pães de queijo encontra-se no Gráfico 3, onde verifica-se uma grande variação entre os tratamentos ao longo dos 180 dias de congelamento. Porém o tratamento EG 0,5% não se ajustou a um bom modelo aos dados referentes ao diâmetro, durante o armazenamento, uma vez que o número de pontos estudados (4 tempos) não permitiu ajustar-se a um modelo de maior ordem, conforme Tabela 5.

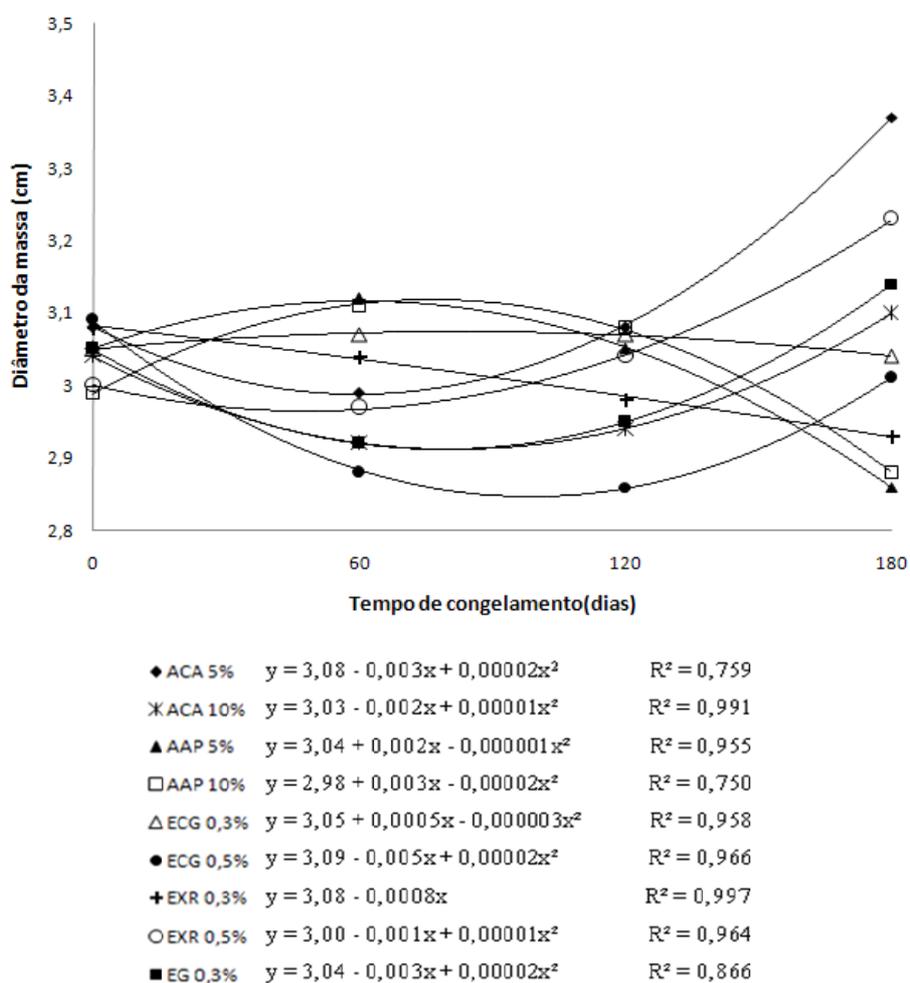


Gráfico 3 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Diâmetro (cm) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 5 Médias dos valores de Diâmetro (cm) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Diâmetro das massas do pão de queijo (cm)			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
EG 0,5%	3,04	3,20	3,00	3,16

Destacam-se as massas dos pães de queijo AAP 5% e 10% que apresentaram um declínio no diâmetro das massas após 60 dias de congelamento contrapondo-se ao tratamento ACA 5% que aos 180 dias foi observado uma elevação no diâmetro das massas. Por outro lado, o tratamento EG 0,5% se mostrou ter pouca variação ao longo do armazenamento congelado.

Essa variação se deu devido às diferenças de consistência das massas, pois, massas muito moles são difíceis de padronizá-las obtendo assim, resultados muito distantes, entretanto as massas que apresentaram uma melhor consistência foram as que menos variaram ao longo do armazenamento congelado.

3.1.5 Densidade da massa modelada

Conforme o Gráfico 4 verifica-se que todos os tratamentos seguiram a mesma tendência ao longo dos 180 dias de congelamento. Porém alguns tratamentos não ajustaram a um bom modelo e o número de pontos estudados não permitiu ajustar o modelo a uma maior ordem, com isso, as médias dos tratamentos estão representadas na Tabela 6.

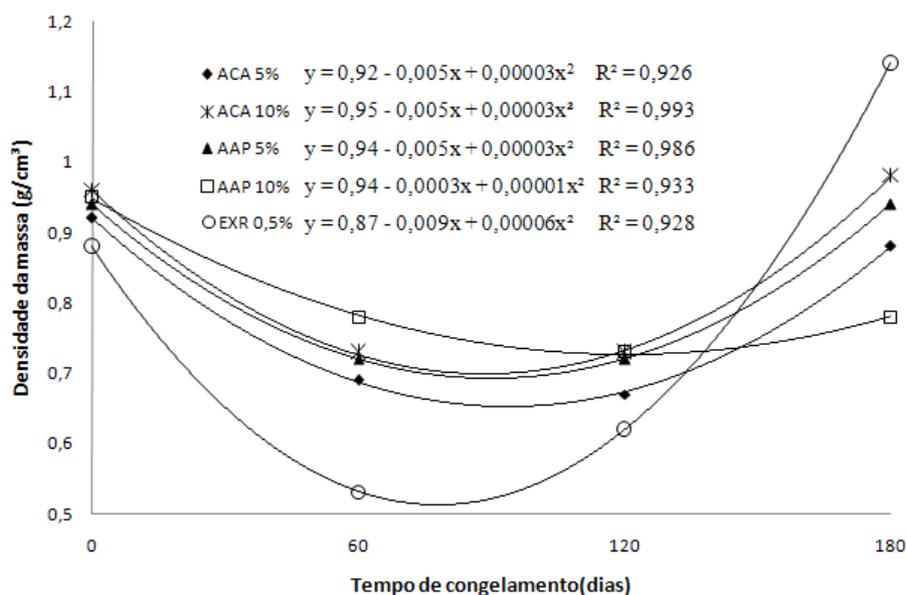


Gráfico 4 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Densidade (g/cm^3) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 6 Médias dos valores de Densidade (g/cm^3) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Densidade (g/cm^3) das massas dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ECG 0,3%	0,8	0,9	0,6	1,0
ECG 0,5%	0,8	1,0	0,7	0,8
EXR 0,3%	0,8	1,0	0,5	0,8
EG 0,3%	0,8	0,8	0,6	1,0
EG 0,5%	0,8	0,8	0,6	0,9

De acordo com os resultados obtidos, verificou-se uma tendência de aumento da densidade da massa moldada ao longo do tempo de congelamento.

Conforme Miyazaki et al. (2006), as ligações de hidrogênio são reforçadas no grânulo do amido, atuando como uma ponte entre as moléculas.

Assim, é possível que os estabilizantes e amidos modificados tenham deixado a massa mais densa pelo fato de se aglutinarem com a água com mais facilidade.

Em geral, as densidades médias obtidas para as massas dos pães de queijo foram distantes as reportadas por Pereira (2001) para massas de pães de queijo elaborados com mistura de polvilho doce/azedo ($0,31 \text{ g/cm}^3$), da mesma forma, aos resultados encontrados por Machado (2003), que obteve valor médio de $0,20 \text{ g/cm}^3$ para massas de pães de queijo elaborados com polvilho azedo. Confirmando que os hidrocolóides interferiram na densidade da massa.

3.1.6 Cor

Erkan et al. (2006) citam que a medição instrumental da cor em produtos panificáveis é inevitável para a verificação da qualidade de armazenamento dos produtos. O resultado da análise de regressão para o ângulo *hue* (H^*) encontra-se no Gráfico 5.

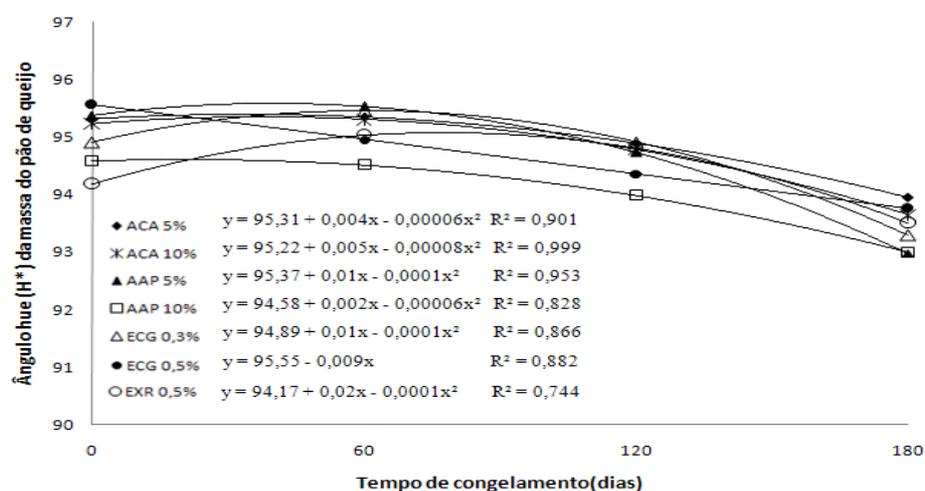


Gráfico 5 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Ângulo *hue* (H^*) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Os resultados tanto no Gráfico 5 quanto na Tabela 7, mostram que todos os tratamentos seguiram a mesma tendência, onde o valor do H* aos 60 dias se apresentou elevado e com o tempo de congelamento foi decaindo. Dessa forma, todos os tratamentos tenderam a uma coloração próxima de amarelo-esverdeado, porém com o tempo de armazenamento houve a diminuição do H* onde demonstra a mudança da coloração amarelo-esverdeado para a coloração tendenciando a amarelada, sendo esta coloração característica para massas de pães de queijo, devido principalmente ao queijo adicionado à massa.

Tabela 7 Médias dos valores de Ângulo *hue* (H*) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Ângulo <i>hue</i> (H*) da massa do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
EXR 0,3%	94,25	95,73	94,25	93,82
EG 0,3%	93,93	95,60	94,40	94,08
EG 0,5%	94,11	95,50	94,16	93,64

Considerando que os valores de luminosidade (L*) variam do claro ao escuro, sendo o valor 0 (zero) correspondente à cor preta e o valor 100 (cem) à cor branca (CARDOSO et al., 2007; CONTO et al., 2012), é possível observar para L* das massas dos pães de queijo Gráfico 6 e Tabela 8 que houve uma pequena oscilação durante o congelamento, a coloração entre 80 – 90 indicam que as massas mantiveram claras ao longo dos 180 dias de congelamento.

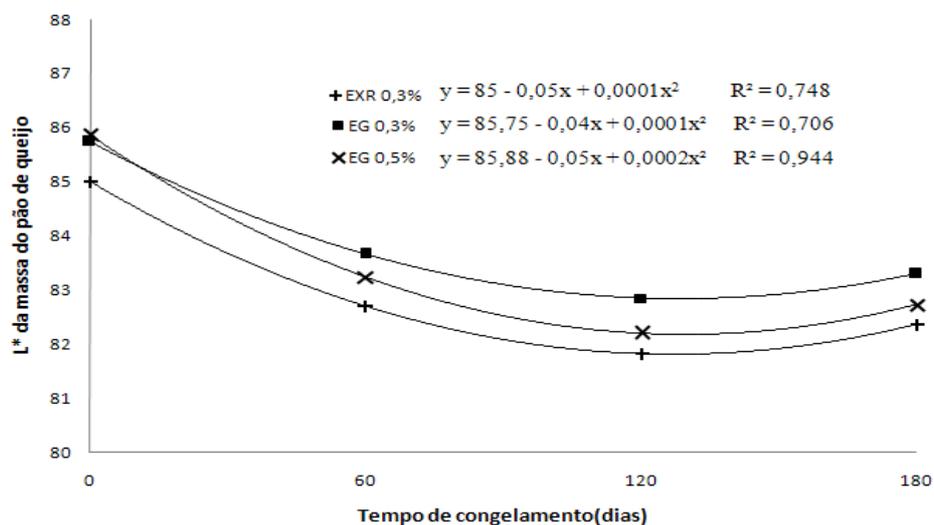


Gráfico 6 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Luminosidade (L*) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

O maior L* no tempo 0 é em decorrência dos pães estarem frescos, reduzindo seus valores aos 60 dias, mas nota-se que aos 180 dias os pães tornaram apresentar valores para L* pouco mais elevados.

Tabela 8 Médias dos valores de Luminosidade (L*) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	L* da massa do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	82,04	82,83	79,75	82,03
ACA10%	81,48	83,84	80,51	82,07
AAP 5%	82,58	84,66	83,82	85,66
AAP 10%	83,88	84,81	83,19	84,65
ECG 0,3%	83,95	84,73	81,68	82,51
ECG 0,5%	82,89	84,17	81,57	83,50
EXR 0,5%	83,85	83,29	80,59	82,00

O índice *Chroma* (C^*), denota sobre a saturação ou a intensidade da cor. Os valores de *Chroma* menores correspondem ao padrão de cor mais fraco (“aspecto fosco do objeto”) e valores mais altos ao padrão de cor mais forte (“cores vivas”) (RODRIGUES, 2010). Dessa maneira, o Gráfico 7 e Tabela 9 demonstram o índice *Chroma* das massas dos pães de queijo onde, percebe-se que todas as massas no tempo zero possuíam um C^* próximo a 20, isso é devido às massas estarem frescas e foram prontamente analisadas, pois nota-se que aos 60 dias de armazenamento todos os tratamentos sofrem uma redução do C^* possivelmente devido ao congelamento, porém, aos 180 dias esses valores apresentam pouco mais elevados que os tempos 60 e 120, que indicavam cores mais neutras resultado este que corrobora ao L^* encontrado neste trabalho. Conforme McGuire (1992), os valores de C^* próximos ao zero são indicativos de cores mais neutras (branco e/ou cinza) e aqueles ao redor de 60 indicam cores mais vívidas e/ou intensas. Contudo, o C^* das massas dos pães de queijo se apresentou adequados uma vez que as massas não são completamente brancas e sim amareladas, devido aos ingredientes utilizados.

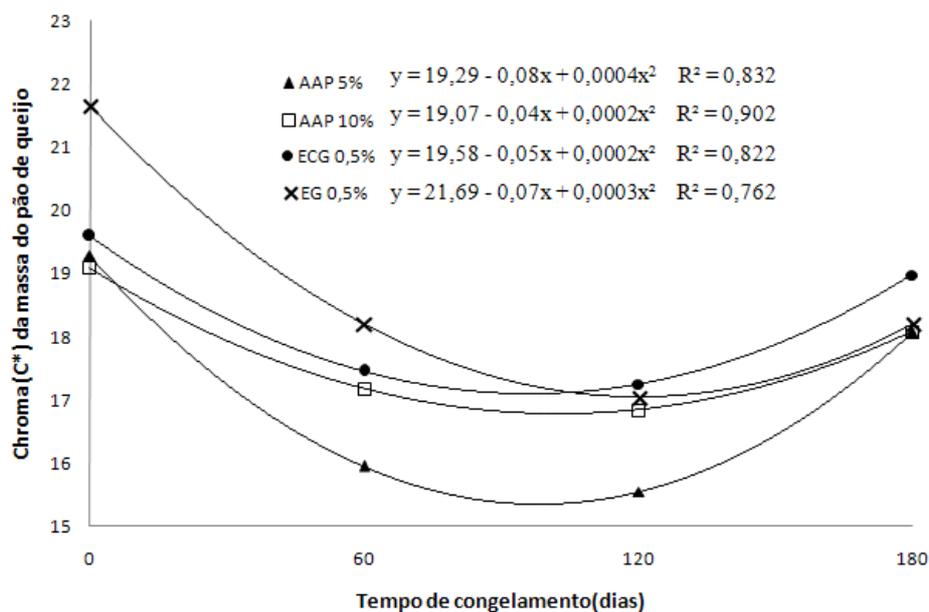


Gráfico 7 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de *Chroma* (C*) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 9 Médias dos valores de *Chroma* (C*) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	<i>Chroma</i> (C*) da massa do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	19,65	16,53	18,19	17,98
ACA10%	18,78	15,92	18,50	18,72
ECG 0,3%	19,34	16,51	17,87	17,67
EXR 0,3%	21,55	15,55	18,59	16,95
EXR 0,5%	21,17	15,27	18,64	17,82
EG 0,3%	21,96	15,60	17,89	17,00

O índice de amarelecimento (YI) é uma representação numérica de como amarelo, um material é, em comparação com água branca. Os valores mais baixos indicam YI com maior clareza (GODÍNEZ; RIOS, 2010). Assim,

conforme o Gráfico 8 e a Tabela 10, pode-se notar que aos 60 dias de congelamento as massas dos pães de queijo para todos os tratamentos apresentaram menor YI que os demais tempos estudados. É provável que com o congelamento as massas tenham ficado mais claras, isso pode ser em decorrência de perda de pigmentos dos ingredientes utilizados para a fabricação das massas dos pães de queijo. Além disso, conforme Matsuguma (2006), os amidos com alta tendência a retrogradação produzem pastas mais opacas fator este que pode explicar a diferença dos valores de YI conforme cada amido modificado e estabilizante estudados.

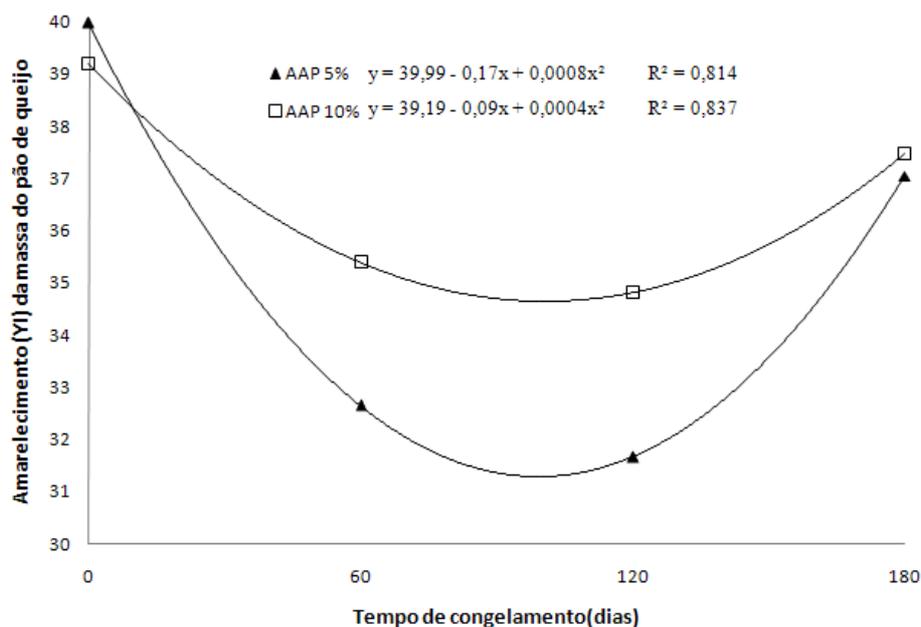


Gráfico 8 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Índice de Amarelecimento (YI) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 10 Médias dos valores do Índice de Amarelecimento (YI) das massas dos pães de queijo adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Amarelecimento (YI) da massa dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	41,02	34,32	39,25	38,09
ACA 10%	39,67	32,6	39,63	39,7
ECG 0,3%	39,3	33,25	37,83	37,35
ECG 0,5%	40,99	34,35	37,92	39,2
EXR 0,3%	44,09	31,8	39,83	35,64
EXR 0,5%	43,81	31,4	40,07	37,9
EG 0,3%	44,66	31,57	37,8	35,26
EG 0,5%	44,67	34,63	38,91	37,34

3.1.7 Peso das massas moldadas dos pães de queijo

A utilização dos diferentes amidos modificados e estabilizantes em concentrações distintas interferiu significativamente ($p \leq 0,05$) nos pesos das massas de pães de queijo (Tabela 11). No entanto, todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento durante o tempo ($p > 0,05$) (Gráfico 9), sendo esse reduzido com o tempo de congelamento. Succar (1985) reportou o comportamento da densidade e peso de alimentos congelados e observou que houve um decréscimo significativo no seu valor.

Tabela 11 Valores médios¹ dos pesos (g) da massa modelada de pão de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Peso (g) das massas dos pães de queijo
ACA 5%	16,54 ^a
ACA 10%	16,96 ^a
AAP 5%	16,10 ^b
AAP 10%	17,05 ^a
ECG 0,3%	15,94 ^b
ECG 0,5%	17,07 ^a
EXR 0,3%	16,69 ^a

“continua”

Tabela 11 “conclusão”

Tratamentos	Peso (g) das massas dos pães de queijo
EXR 0,5%	17,07 ^a
EG 0,3%	16,04 ^b
EG 0,5%	15,52 ^b

Médias¹ seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de *Scott & Knott* ($P < 0,05$).

Verifica-se que os tratamentos AAP 5%, ECG 0,3% e EG 0,3 e 0,5% apresentaram massas mais leves que os demais tratamentos. É possível que nas concentrações utilizadas, esse amido modificado e os estabilizantes reteram um teor de água inferior aos demais, contribuindo ao resultado, pois esse resultado coincide parcialmente com a análise de umidade, onde os tratamentos AAP 5% e EG 0,3% apresentaram umidade reduzida.

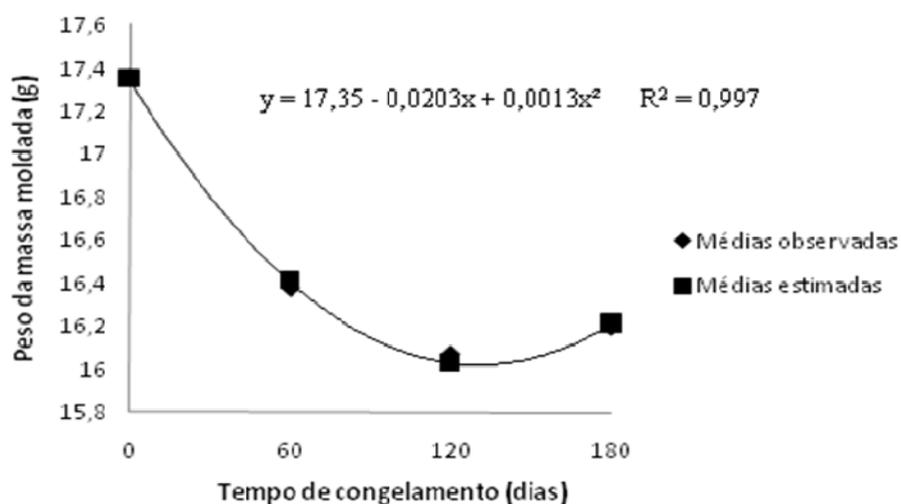


Gráfico 9 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias dos pesos (g) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.1.8 Altura

Com a utilização dos diferentes amidos modificados e estabilizantes em concentrações distintas interferiu significativamente ($p \leq 0,05$), porém as médias dos valores de altura foram muito próximas apresentando um valor médio de 2,36 cm para altura das massas. Além disso, todos os tratamentos tiveram o mesmo comportamento durante o tempo ($p > 0,05$) (Gráfico 10).

O resultado para altura das massas deixa claro que a padronização durante a elaboração dos pães de queijo é de suma importância, uma vez que todas as massas dos pães de queijo se apresentaram uma mesma altura, pois, para sua elaboração foi utilizado molde cilíndrico. Observa-se no Gráfico 10 que os valores para a altura das massas tenderam a reduzir com o tempo de congelamento, isso provavelmente ocorreu durante o armazenamento das massas uma vez que a própria água livre presente vai se contrair ao ser congelada.

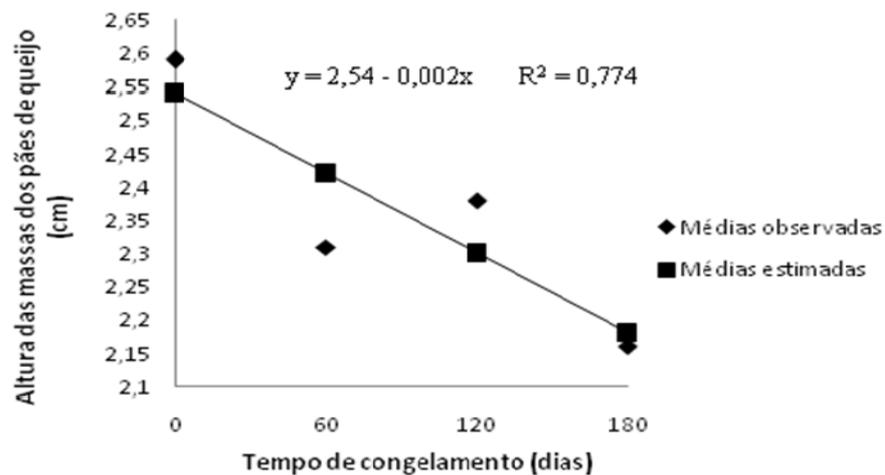


Gráfico 10 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de alturas (cm) das massas dos pães de queijo adicionada de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.2 Análises dos pães de queijo assados durante o congelamento

Os resultados dos pães de queijo para as análises químicas e físico-químicas estão a seguir.

3.2.1 Umidade

Os valores de umidade dos pães de queijo com diferentes amidos modificados e estabilizantes em concentrações distintas interferiram significativamente ($p \leq 0,05$) (Gráfico 11), onde verifica-se aumento da umidade para todos os tratamentos até os 120 dias de congelamento. Ao contrário do encontrado neste estudo, Silva et al. (2009), verificaram que não houve variação da umidade dos pães de queijo sem aditivos durante os 120 dias de congelamento, encontrando valor médio para umidade de 26,73%, valor este, muito próximo ao encontrado neste trabalho para a umidade no tempo 0. Kohajdová e Karovicová (2009), afirmam que os hidrocolóides são capazes de aumentar a retenção de água, em consequência há o aumento da umidade do alimento.

Contudo, nota-se que o tratamento à base de goma xantana e carragena (EXR) 0,5% foi o que melhor manteve a umidade do pão de queijo, pois apresentou um comportamento mais estável que os demais. Resultado este oposto ao reportado por León et al. (2000), onde a presença da carragena aumentou a umidade final do pão em comparação ao controle, no entanto, de acordo com Sworn (2000) a goma xantana atuou de maneira eficiente no controle de umidade de bolos. É possível que a interação desses estabilizantes tenha atuado de maneira positiva no controle da umidade nos pães de queijo, uma vez que Rossel, Rojas e Benedito (2001a, 2001b) afirmam que os hidrocolóides, por possuírem grupamentos de hidroxilas em sua estrutura,

apresentam como consequência o aumento da concentração desses estabilizantes em alimentos, maior ligação com a água elevando a umidade.

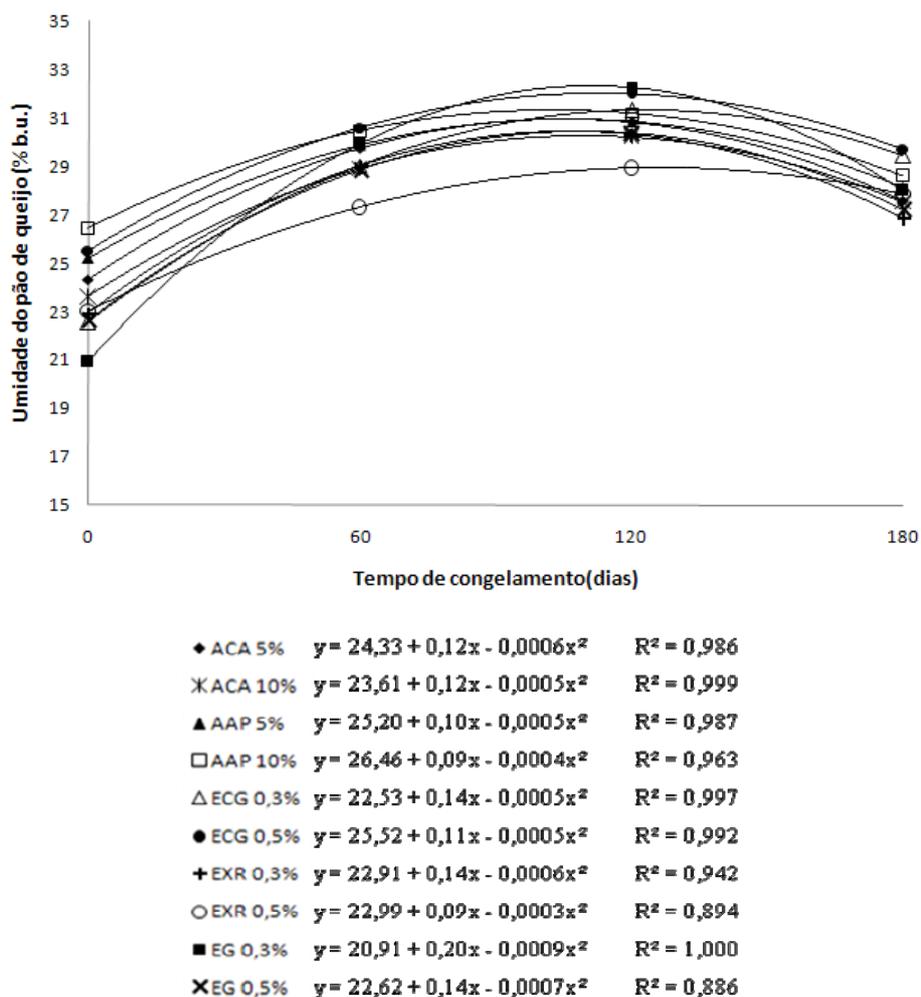


Gráfico 11 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Umidade (% b.u.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.2.2 pH dos pães de queijo

Os valores de pH dos pães de queijo apresentaram diferença significativa $p \leq 0,05$. O resultado da análise de regressão para o pH dos pães de queijo estão no Gráfico 12, onde para a maioria dos tratamentos o modelo linear foi o que melhor se adequou.

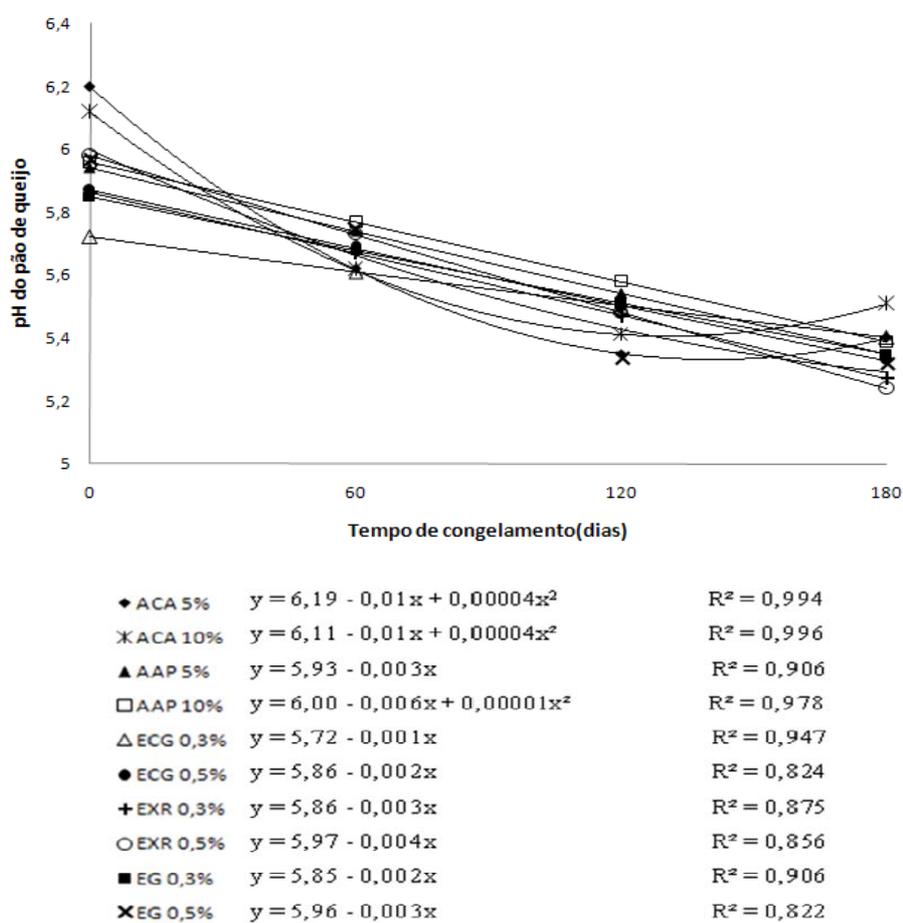


Gráfico 12 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de pH dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

O pH dos pães de queijo seguiram a mesma tendência, apresentaram um declínio ao longo do tempo de congelamento, com exceção aos tratamentos ACA 5 e 10% onde ao final de 180 dias apresentaram uma pequena elevação. Isso pode ter ocorrido devido ao número de hidroxilas desse amido modificado.

De maneira geral, os pães de queijo deste trabalho podem ser caracterizados como produtos que possuem o pH variando de 6 a 5, valor esse muito próximo ao encontrado por Silva et al. (2009), onde o pH dos pães de queijo variou de 5,725 a 5,1 do tempo zero aos 120 dias de congelamento respectivamente. Outro trabalho realizado por Pereira (2001) encontrou o valor de pH para pães de queijo provenientes de massa congelada de 5,73.

3.2.3 Acidez titulável dos pães de queijo

Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Apenas dois tratamentos se adequaram a regressão como ilustrado no Gráfico 13, sendo que o tratamento ACA 10% se adequou melhor ao modelo linear. Os demais tratamentos, os quais não se adequaram ao modelo devido ao número de pontos estudados, estão com suas médias representadas na Tabela 12.

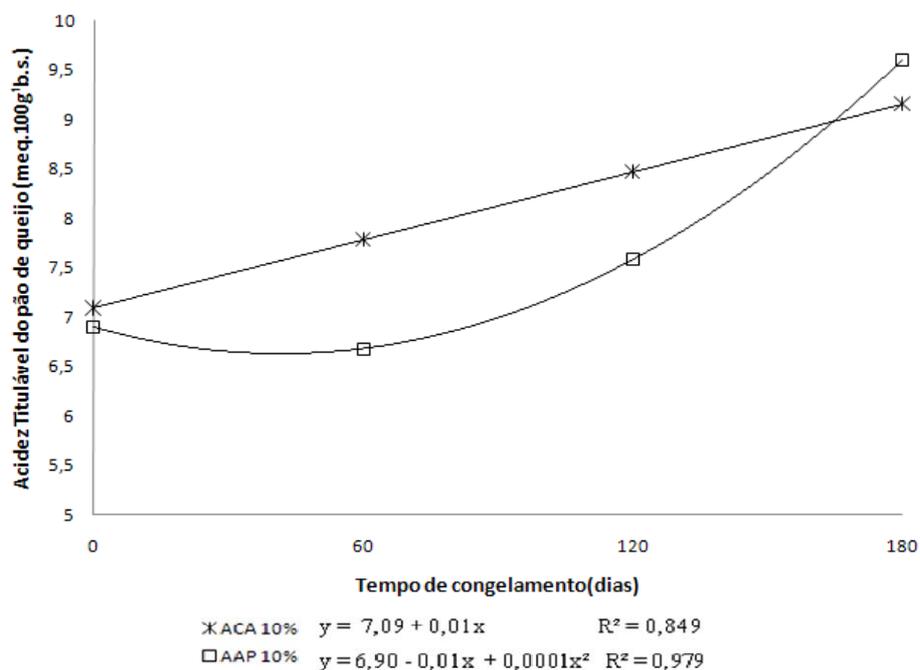


Gráfico 13 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Acidez Titulável (meq.100g⁻¹ b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 12 Médias dos valores de Acidez Titulável (meq.100g⁻¹ b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Acidez Titulável dos pães de queijo (meq.100g ⁻¹ b.s.)			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	7,53	8,79	6,2	8,61
AAP 5%	7,53	9,85	6,97	9,23
ECG 0,3%	6,58	10,49	7,52	8,43
ECG 0,5%	6,52	8,6	7,73	8,08
EXR 0,3%	8,16	10,18	6,27	7,56
EXR 0,5%	7,63	9,75	7,89	9,06
EG 0,3%	8,47	10,4	7,66	8,43
EG 0,5%	9,27	10,78	8,44	8,54

Verifica-se que os valores de acidez titulável apresentaram variação conforme o tempo de congelamento para todos os tratamentos. Nota-se que as médias aos 60 dias foram as mais elevadas que os demais tempos estudados. É possível que com congelamento das massas ocorram modificações que alteram a acidez dos pães de queijo. Conforme Pereira (2001) a evaporação de compostos de baixo peso molecular e de ácidos presentes nos pães de queijo influenciam os resultados de acidez. Silva et al. (2009) encontraram valores muito próximos a esses para acidez titulável de pães de queijo ao longo do armazenamento congelado onde para o tempo 0 os pães de queijo apresentaram 8,0 meq/100g e aos 120 dias 9,5 meq/100g.

3.2.4 Cinzas dos pães de queijo

A utilização dos diferentes amidos modificados e estabilizantes em concentrações distintas interferiu significativamente $p \leq 0,05$ no teor de cinzas dos pães de queijo (Gráfico 14).

Observa-se que vários tratamentos apresentaram melhor adequação ao modelo linear. Por outro lado, os tratamentos AAP 5 e 10% e EG 0,3% não se adequaram ao modelo matemático devido ao número de pontos estudados dessa forma, não foi possível ajustar o modelo a uma maior ordem, assim, as médias desses tratamentos estão ilustradas na Tabela 13.

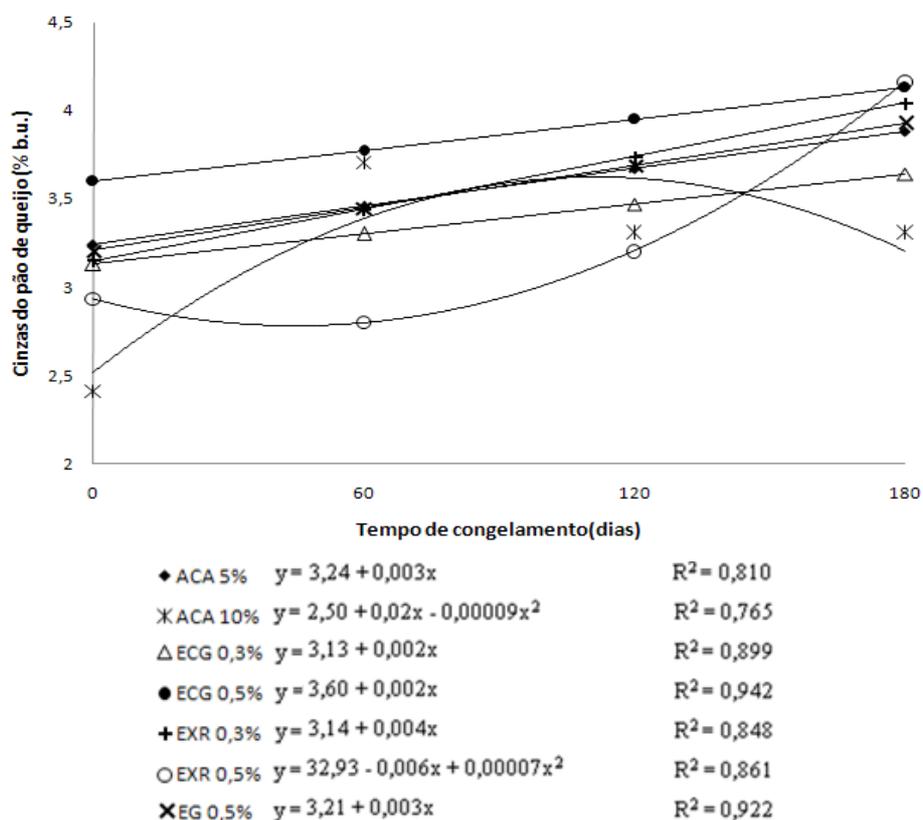


Gráfico 14 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Cinzas (% b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 13 Médias dos valores de Cinzas (b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Cinzas dos pães de queijo (% b.s.)			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
AAP 5%	3,48	3,81	3,48	3,83
AAP 10%	3,50	3,90	3,72	3,69
EG 0,3%	3,81	3,94	3,82	3,93

Silva et al. (2009) em estudo com pães de queijo congelados analisaram o teor de cinzas durante 120 dias de congelamento e relataram não apresentar diferença significativa, obtendo um valor médio de 4,93% (b.s.). Jesus (1997) encontrou valores médios nos lotes de pães de queijo congelado de 4,06% a 4,27%. Neste trabalho a variação que houve de cinzas nos pães de queijo conforme *Gemacom Tech* (2012) ocorreu devido à utilização dos amidos modificados e dos estabilizantes, pois os mesmos aumentam o teor de cinzas de 1 a 2% nos produtos os quais são adicionados.

3.2.5 Proteína dos pães de queijo

Os resultados de proteína dos pães de queijo tenderam a diminuir ao longo do tempo de armazenamento. Sendo este resultado com diferença significativa a $p \leq 0,05$. Dessa forma, a análise de regressão para proteína (% b.s.) encontra-se no Gráfico 15. Observa-se que vários tratamentos apresentaram melhor adequação ao modelo linear.

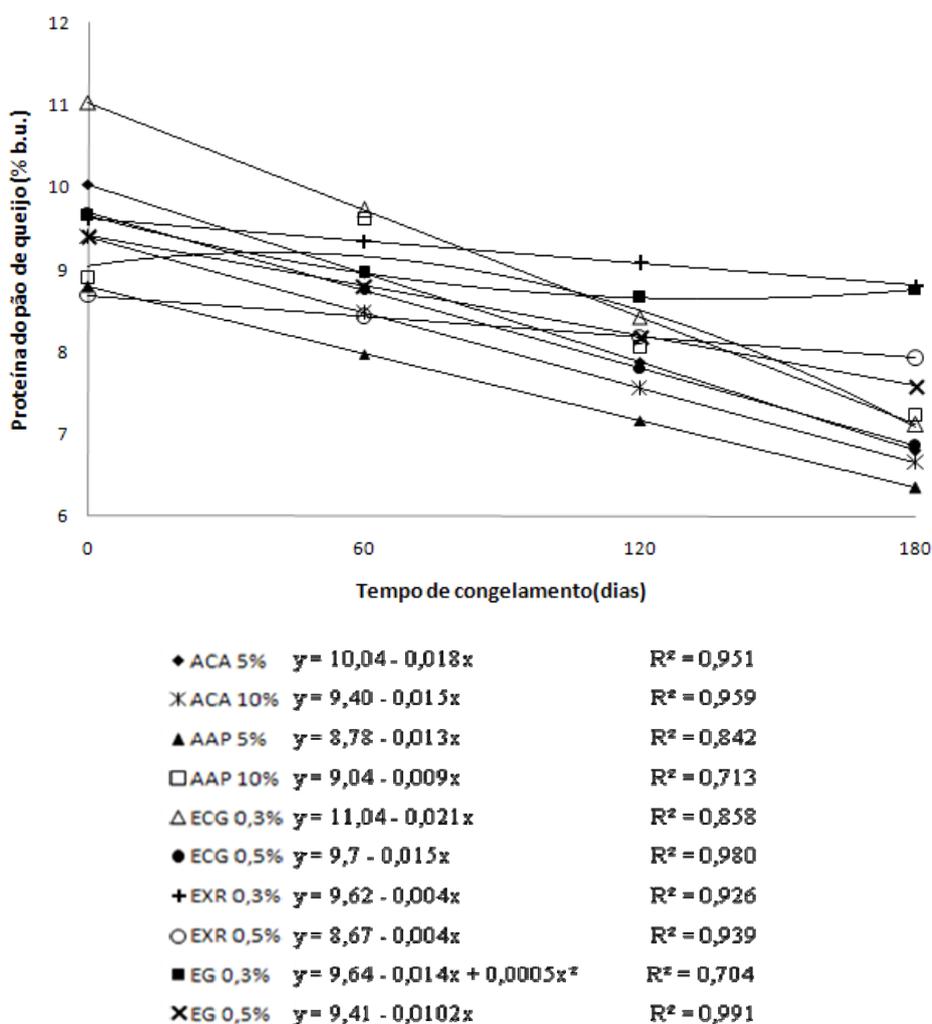


Gráfico 15 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Proteínas (% b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Pode-se notar no Gráfico 15 que o teor de proteína diminui com o tempo de congelamento. Um estudo com pães de queijo congelados também mostrou que há uma redução no teor de proteína, conforme Silva (2005) que obteve com

o congelamento oscilação no teor de proteína dos pães de queijo, porém ao fim dos 120 dias de congelamento houve um decréscimo, apresentando uma média durante o congelamento de 13,07%, Pereira (2001) encontrou, para pães de queijo congelados, valores de proteína variando de 11,66% a 13,24%. Os valores representados no Gráfico 15 são inferiores aos determinados pelos autores citados.

Verifica-se neste estudo que o tratamento EXR 0,3%, foi o que melhor manteve o teor de proteína ao longo do armazenamento dos pães de queijo. Conforme Garcia-Ochoa et al. (2000), a goma xantana é utilizada como estabilizante em produtos de padaria nas concentrações 0,1 – 0,4%. Sharadanant e Khan (2006) mostraram que a adição de carragena em massas congeladas manteve o teor de proteína em comparação com a massa controle. É provável que a interação entre goma xantana e carragena tenha favorecido os valores de proteína dos pães de queijo.

3.2.6 Extrato Etéreo dos pães de queijo

As médias dos valores de extrato etéreo (% b.s.) dos pães de queijo estão demonstradas na Tabela 14, uma vez que não houve interação significativa $p \leq 0,05$ entre o tempo de congelamento e os tipos de amidos modificados e estabilizantes utilizados.

Tabela 14 Valores médios¹ do extrato etéreo (b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionado de amidos modificados e estabilizantes congeladas por 180 dias

Tratamentos	Extrato Etéreo (% b.s.)
ACA 5%	12,80 ^c
ACA 10%	11,46 ^d
AAP 5%	13,25 ^b
AAP 10%	12,77 ^c
ECG 0,3%	11,88 ^d

“continua”

Tabela 14 “conclusão”

Tratamentos	Extrato Etéreo (% b.s.)
ECG 0,5%	13,44 ^b
EXR 0,3%	13,50 ^b
EXR 0,5%	13,39 ^b
EG 0,3%	14,47 ^a
EG 0,5%	12,52 ^c

Médias¹ seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de *Scott & Knott* (P<0,05).

Verifica-se que houve grande oscilação do teor de extrato etéreo conforme a concentração de amido modificado e estabilizante adicionados ao pão de queijo, isso se deve provavelmente a degradação dos ácidos graxos e as características e concentrações de cada um dos hidrocolóides. Os valores encontrados neste trabalho estão muito inferiores aos relatados por outros autores, como Silva et al. (2009) que encontraram para pães de queijo congelados um valor médio de 22,33% e Jesus (1997) encontrou valores de 21,25% a 26,45%. Silva et al. (2009) citam que houve um decréscimo significativo no valor de extrato etéreo conforme o tempo de armazenamento congelado, fato este evidenciado neste trabalho através da Gráfico 16.

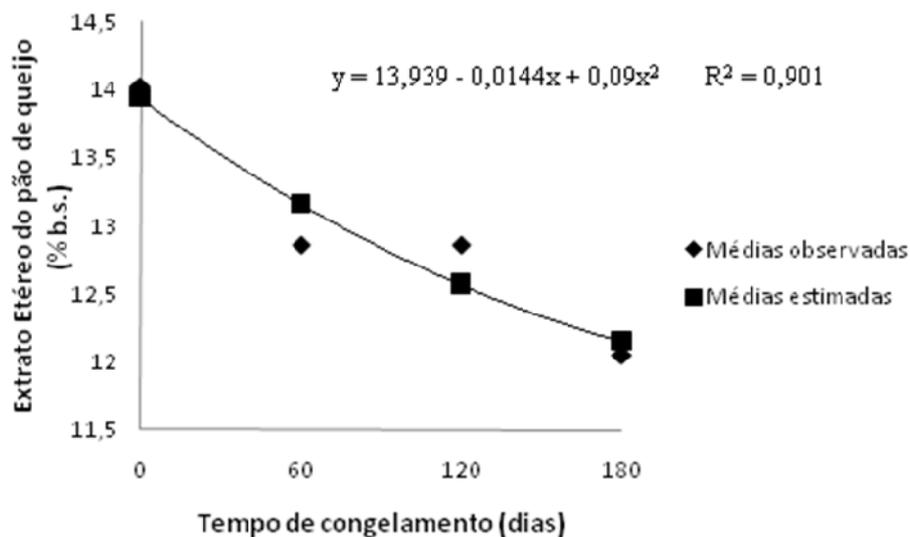


Gráfico 16 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Extrato Etéreo (b.s.) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3 Caracterização física dos pães de queijo

Com relação aos resultados das características físicas dos pães de queijo submetidos ao armazenamento congelado, de maneira geral, verificou-se que tanto os pães de queijo à base de amido modificado quanto à base de estabilizantes apresentaram-se mais leves e macios quando comparados aos resultados encontrados com outros estudos.

3.3.1 Densidade dos pães de queijo

Os valores de densidade (g/cm^3) apresentaram diferença significativa a $p \leq 0,05$. O resultado da análise de regressão para densidade (g/cm^3) encontra-se no Gráfico 17. Observa-se que os tratamentos seguiram a mesma tendência,

apresentando pequena alteração nos valores de densidade com relação ao tempo de congelamento. Entretanto, destaca-se o tratamento ACA 10% que apresentou após 120 dias de congelamento, pães de queijo mais densos que os demais, isso é devido à sua capacidade por formar géis resistentes. Fato este explicado por Singh, Kaur e McCarthy (2007), de acordo com os autores o amido quando modificado por ligações cruzadas formam fortes géis resistentes ao congelamento e descongelamento, por isso, pode-se afirmar que houve então, uma aglutinação do amido tornando o pão de queijo mais denso.

Conforme Pereira et al. (1999), valores baixos de densidade constituem um parâmetro de qualidade do pão de queijo, sendo desejável que os pães sejam leves.

Os valores de densidade encontrados por Santos (2006) foram iguais a 0,24 g/cm³ para pães de queijo elaborados com 100% de fécula de mandioca, e 0,27 g/cm³ para pães de queijo elaborados com 100% de polvilho azedo. Pereira (2001) obteve resultado de densidade igual a 0,31 g/cm³ para pães de queijo elaborados com mistura de polvilho doce/azedo.

Em suma, a adição de diferentes tipos de amidos modificados e estabilizantes no pão de queijo provocou aumento em sua densidade. É possível que a água tenha ficado quimicamente ligada, uma vez que estudos como os de Tran et al. (2008) comprovaram que os hidrocolóides retêm água devido à presença de grupos hidroxilas formando ligações de hidrogênio no interior da estrutura.

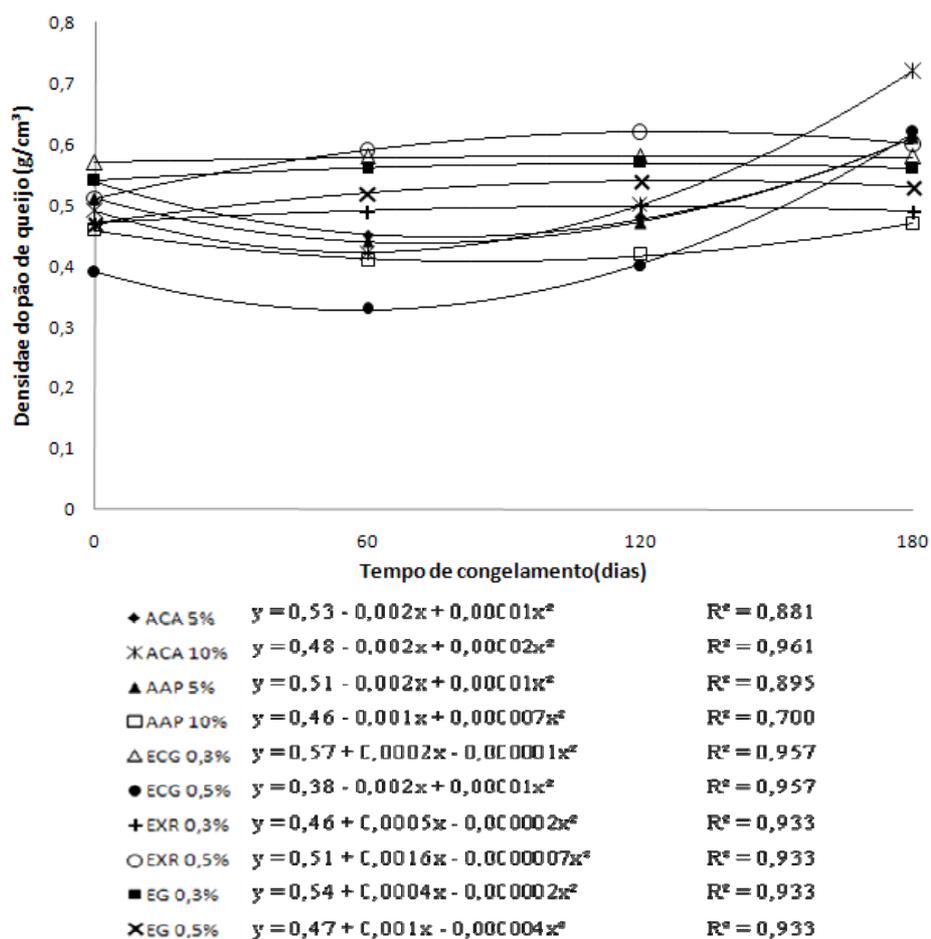


Gráfico 17 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Densidade (g/cm³) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3.2 Volume específico dos pães de queijo

Conforme Tabela 15, segue as médias dos valores de volume específico (cm^3/g) dos pães de queijo, pois, não houve interação significativa para $p > 0,05$ entre o tempo de congelamento e os tipos de amidos modificados e estabilizantes utilizados. Destaca-se os tratamentos AAP 10% e EXR 0,5%, que apresentaram resultados inferiores aos outros tratamentos. Resultado este também encontrado por Dodic et al. (2007) onde após a adição de goma xantana, carragena e CMC em massas de pães submetidas ao congelamento por 30 dias, e ao assamento, apresentaram um volume específico diminuído. Outro trabalho realizado por Escouto (2004) verificou que dentre os amidos pré-gelatinizados de três marcas, dois tratamentos apresentaram pães com baixo volume específico.

Tabela 15 Valores médios¹ do volume específico (cm^3/g) dos pães de queijo obtidos de massas adicionada de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Volume Específico (cm^3/g) dos pães de queijo
ACA 5%	2,039 ^a
ACA 10%	2,181 ^a
AAP 5%	2,083 ^a
AAP 10%	1,814 ^b
ECG 0,3%	2,084 ^a
ECG 0,5%	1,981 ^a
EXR 0,3%	2,046 ^a
EXR 0,5%	1,839 ^b
EG 0,3%	2,125 ^a
EG 0,5%	2,055 ^a

Em um estudo sobre pão de queijo congelado realizado por Pereira (2001) os valores de volume específico encontrados variaram entre 1,59 a 3,06 cm^3/g , sendo o primeiro resultado, muito próximo ao encontrado neste trabalho. Conforme o Gráfico 18 verifica-se que os tratamentos seguiram o mesmo comportamento ao longo dos 180 dias de armazenamento.

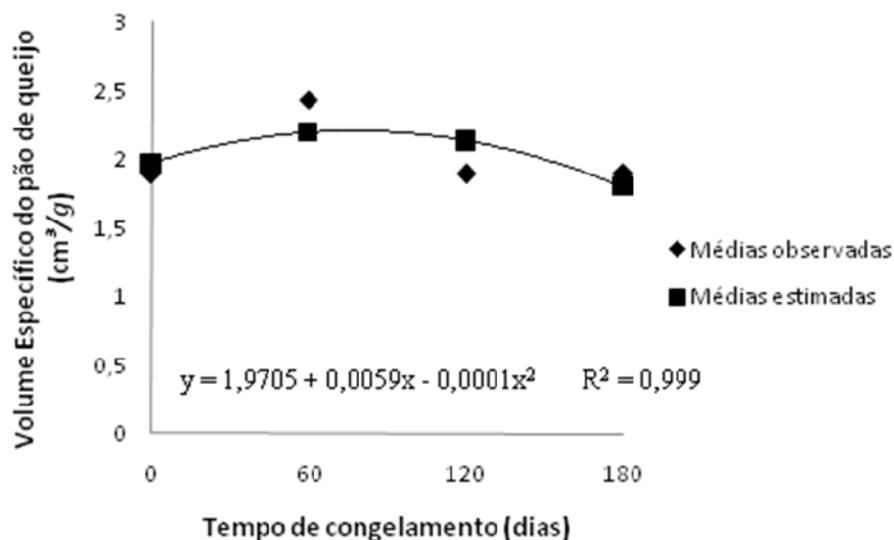


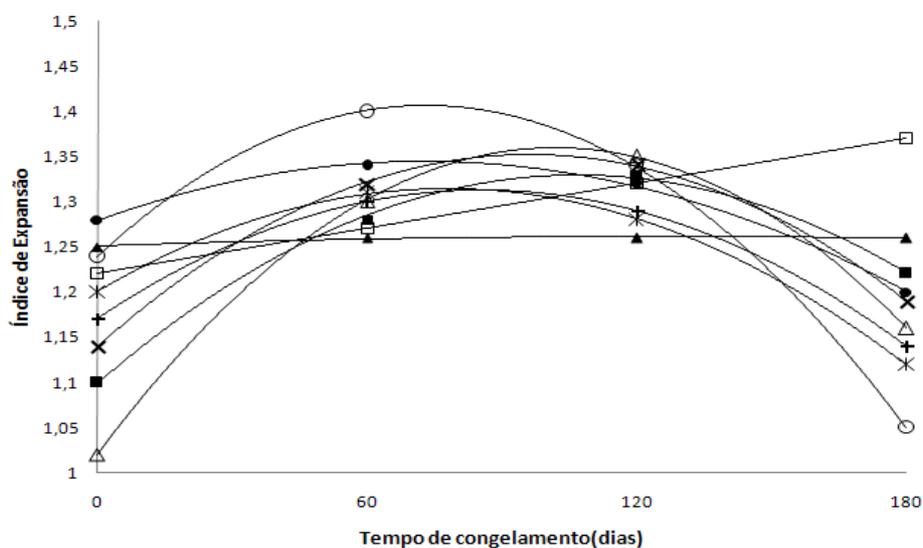
Gráfico 18 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do volume específico (cm^3/g) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3.3 Índice de Expansão dos pães de queijo

Para o índice de expansão, houve diferença significativa $p \leq 0,05$. Com isso, segue no Gráfico 19, a regressão dos tratamentos. Apenas o tratamento AAP 10% se ajustou melhor ao modelo linear e o tratamento ACA 5%, não se adequou ao modelo. As médias desse tratamento estão representadas na Tabela 16.

Verifica-se que todos os tratamentos seguiram a mesma tendência, apresentando pequeno decréscimo do índice de expansão aos 180 dias de congelamento. Demiate et al. (2000) afirmam que o alto valor de expansão é devido à presença de grupos carboxilas.

Conforme o estudo realizado por Pereira (2001) o índice de expansão dos pães de queijo obtidos por diferentes formulações variou entre 1,19 a 1,45, resultado muito próximo aos relatados neste estudo. A adição de amido modificado e estabilizante provavelmente não atuou favorecendo ao aumento do índice de expansão.



✕ACA 10%	$y = 1,20 + 0,002x - 0,00001x^2$	$R^2 = 0,975$
▲AAP 5%	$y = 1,25 + 0,0001x - 0,000001x^2$	$R^2 = 0,899$
□AAP 10%	$y = 1,22 + 0,0008x$	$R^2 = 0,964$
△ECG 0,3%	$y = 1,02 + 0,006x - 0,00003x^2$	$R^2 = 0,953$
●ECG 0,5%	$y = 1,02 + 0,006x - 0,00003x^2$	$R^2 = 0,953$
+EXR 0,3%	$y = 1,28 + 0,001x - 0,00001x^2$	$R^2 = 0,896$
○EXR 0,5%	$y = 1,17 + 0,003x - 0,00001x^2$	$R^2 = 0,918$
■EG 0,3%	$y = 1,23 + 0,004x - 0,00003x^2$	$R^2 = 1,000$
✕EG 0,5%	$y = 1,10 + 0,004x - 0,00001x^2$	$R^2 = 0,997$

Gráfico 19 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Índice de Expansão dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 16 Médias dos valores do Índice de Expansão dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Índice de Expansão			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	1,19	1,22	1,33	1,15

3.3.4 Espessura da casca dos pães de queijo

Na Tabela 17 estão ilustradas as médias dos valores da espessura da casca (cm) dos pães de queijo, pois, não houve interação significativa $\leq 0,05\%$ entre o tempo de congelamento e os tipos de amido modificado e estabilizantes utilizados.

Ao comparar essa mesma análise com os valores encontrados por Pereira (2001) para os pães de queijo cuja massa foi congelada pode-se afirmar que os resultados obtidos neste trabalho, inclusive para os tratamentos que apresentaram as maiores médias, estão próximos aos relatados por esse autor onde os valores variaram de 0,095 a 0,181 cm. Além disso, observa-se que as cascas dos pães de queijo com amidos modificados são mais espessas do que com estabilizantes.

Tabela 17 Valores médios¹ da Espessura da casca (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionada de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Espessura (cm) da casca dos pães de queijo
ACA 5%	0,189 ^a
ACA 10%	0,174 ^a
AAP 5%	0,177 ^a
AAP 10%	0,164 ^b
ECG 0,3%	0,159 ^b
ECG 0,5%	0,161 ^b

“continua”

Tabela 17 “conclusão”

Tratamentos	Espessura (cm) da casca dos pães de queijo
EXR 0,3%	0,168 ^b
EXR 0,5%	0,159 ^b
EG 0,3%	0,159 ^b
EG 0,5%	0,163 ^b

Nota-se que os tratamentos não apresentaram diferença de comportamento ao longo do armazenamento conforme Gráfico 20. A espessura da casca tendeu a reduzir entre os 60 e 120 dias de congelamento e aos 180 dias apresentou um pequeno aumento.

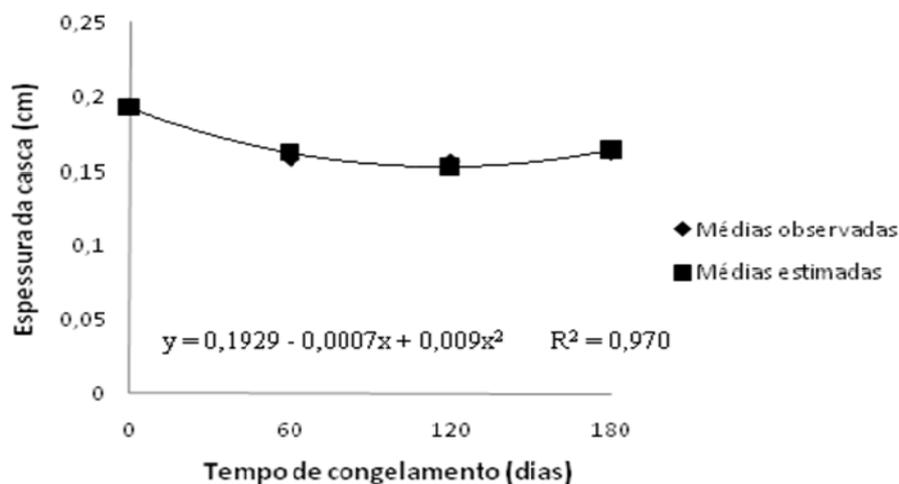


Gráfico 20 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias da espessura da casca (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3.5 Peso dos pães de queijo

As médias dos valores dos pesos (g) dos pães de queijo estão demonstradas na Tabela 18, uma vez que não houve interação significativa $p \leq$

0,05 entre o tempo de congelamento e os tipos de amidos modificados e estabilizantes utilizados.

Tabela 17 Valores médios¹ dos Pesos (g) dos pães de queijo obtidos de massas adicionada de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Peso (g) dos pães de queijo
ACA 5%	13,99 ^a
ACA 10%	14,43 ^a
AAP 5%	13,77 ^b
AAP 10%	14,54 ^a
ECG 0,3%	13,46 ^b
ECG 0,5%	14,68 ^a
EXR 0,3%	14,31 ^a
EXR 0,5%	14,49 ^a
EG 0,3%	13,43 ^b
EG 0,5%	12,97 ^b

Observa-se que houve variação dos resultados entre os tratamentos, no Gráfico 21, pode-se verificar que entre os tempos 60 e 120 dias de congelamento as médias dos valores oscilaram e aos 180 dias houve um aumento do peso dos pães de queijo. No entanto, esses valores são pouco inferiores aos reportados por Pereira (2001), que encontrou peso de 14,80g para os pães de queijo elaborados com polvilho doce e azedo. Dessa forma, os amidos modificados e estabilizantes deixaram os pães de queijo um pouco mais leves.

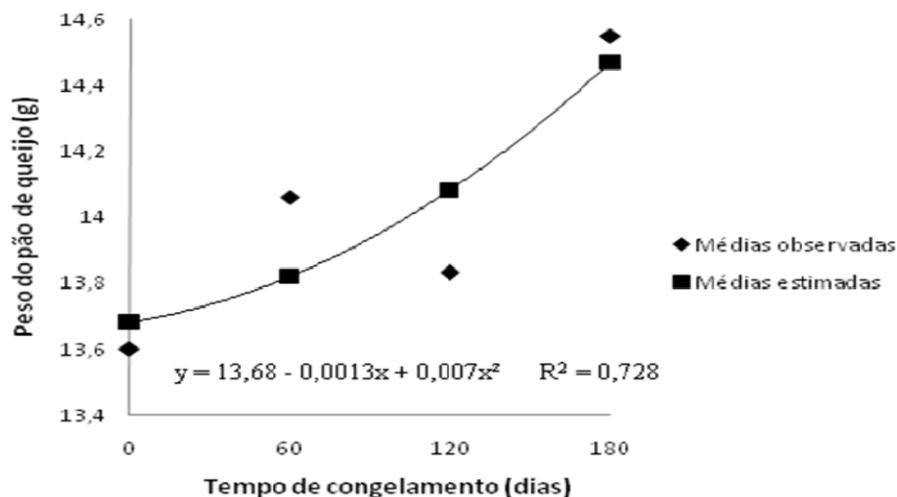


Gráfico 21 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias dos pesos (g) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3.6 Altura dos pães de queijo

Os valores de altura (cm) apresentaram diferença significativa a $p \leq 0,05$. Dessa forma, o resultado da análise de regressão para altura (cm) encontra-se no Gráfico 22. Porém o tratamento EG 0,5% não se adequou ao modelo devido ao número de pontos estudados (4 tempos) dessa forma, não foi possível ajustar o modelo a uma maior ordem, a partir disso, as médias desse tratamento estão representadas na Tabela 18.

Observa-se que os tratamentos seguiram o mesmo comportamento, apresentando pequena redução nos valores de altura com relação aos 180 dias de congelamento. Com exceção ao tratamento AAP 10% cujo comportamento foi contrário, pois, aos 180 dias de congelamento os pães de queijo apresentaram aumento no valor da altura.

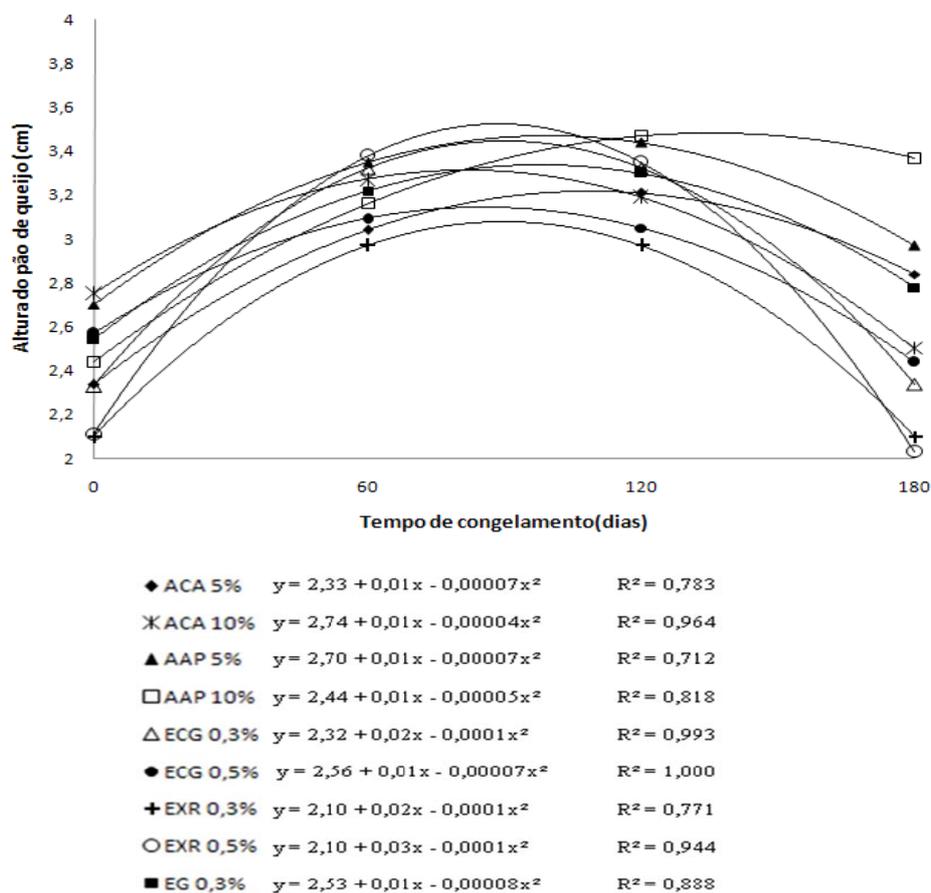


Gráfico 22 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias da Altura (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 18 Médias dos valores da Altura (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Altura (cm) do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
EG 0,5%	2,56	2,99	3,86	2,63

3.3.7 Diâmetro dos pães de queijo

Assim como a altura os valores de diâmetro tenderam a diminuir ao longo do tempo de armazenamento. Tendo este resultado apresentado diferença significativa $p \leq 0,05$. Dessa forma, o resultado da análise de regressão para diâmetro (cm) encontra-se no Gráfico 23. Observa-se que os tratamentos ECG 0,3%, ECG 0,5%, EXR 0,3% e EXR 0,5% se adequaram melhor ao modelo, sendo demonstrados na Tabela 19.

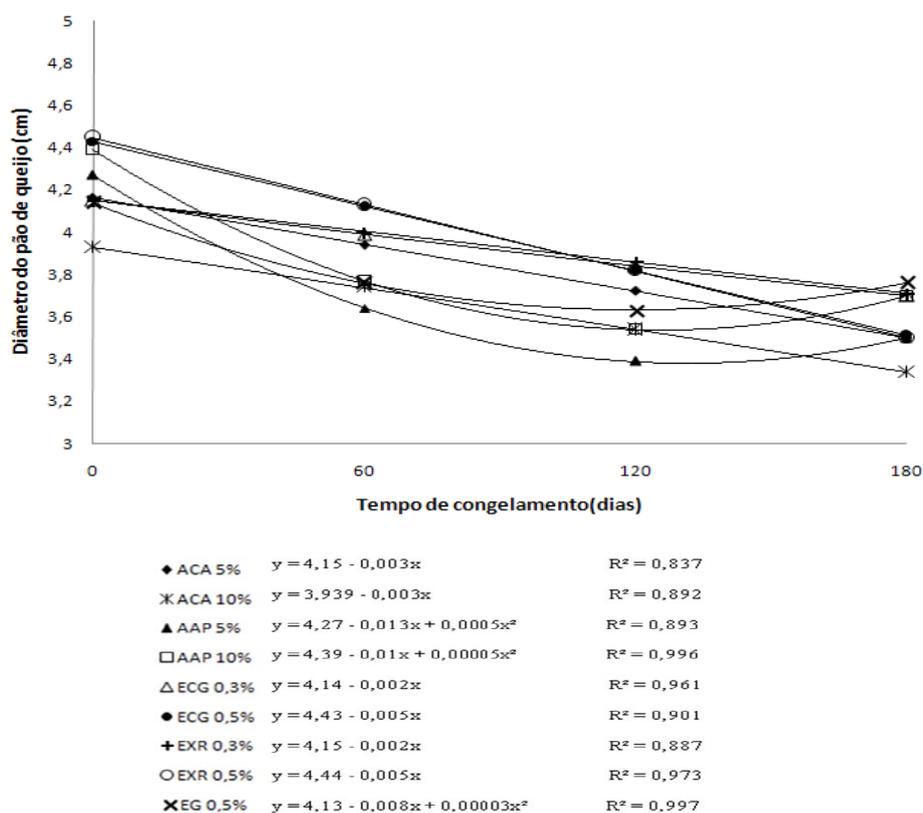


Gráfico 23 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Diâmetro (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 19 Médias dos valores do Diâmetro (cm) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Altura (cm) do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
EG 0,3%	3,94	3,69	3,79	3,76

Verifica-se que a redução do diâmetro dos pães ocorreu imediatamente após o tempo 0 se estendendo até os 120 dias onde após esse tempo esses valores se mantêm. Pereira (2001) obteve resultado para diâmetro do pão de queijo igual a 4,11 cm, valor este muito próximo ao encontrado neste trabalho.

3.3.8 Textura dos pães de queijo

Para a análise de textura, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Com isso, segue no Gráfico 24, o gráfico de regressão. Os tratamentos ACA 5%, ACA 10%, AAP 10% e ECG 0,5% não se adequaram ao modelo e estão representadas na Tabela 20.

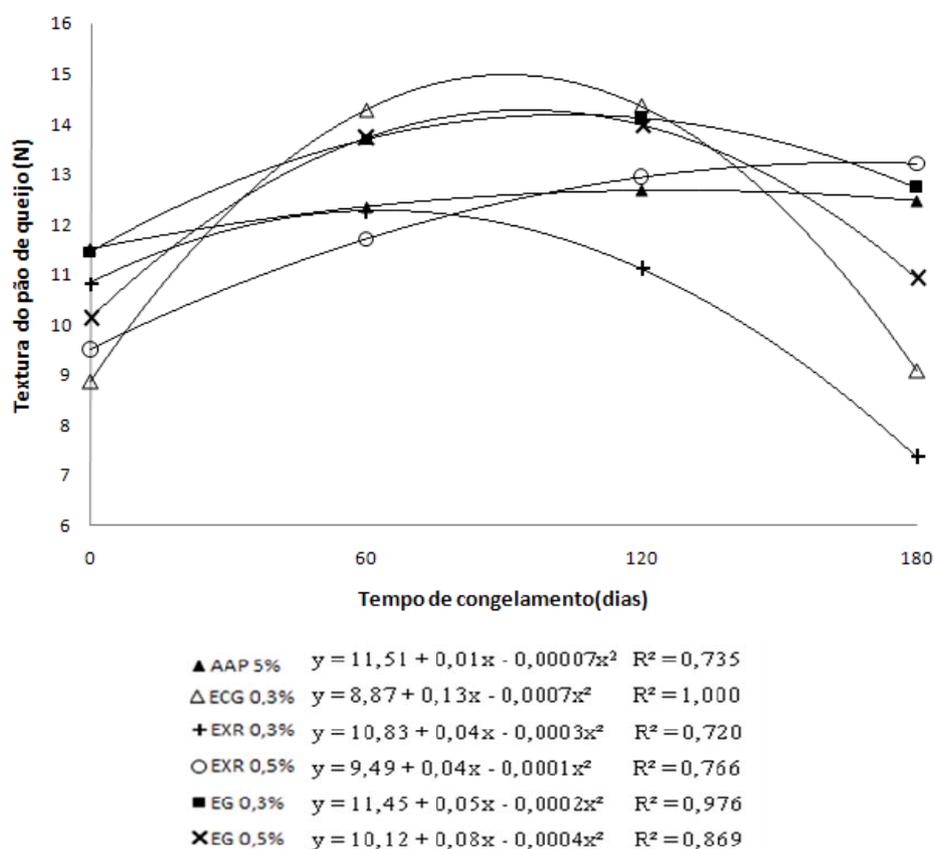


Gráfico 24 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Textura (N) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Observou-se um aumento na taxa de compressão a partir de 60 dias para todos os tratamentos e após os 120 dias de congelamento houve uma diminuição desse valor. Resultado este também verificado por Silva et al. (2009) onde houve um aumento na força de compressão gradativa, sendo máxima próximo aos 60 dias de congelamento. O valor máximo encontrado por esse autor 25N e por Machado (2003) para pães de queijo com formulações utilizando leite e

escaldamento foi de 16,64N, sendo esses valores relatados muito altos quando comparado ao valor máximo desse trabalho 15,69N. Além disso, destaca-se o tratamento à base de goma xantana e carragena (EXR) 0,3% que apresentou ser mais macio que os demais. Lazaridou et al. (2008) e Tubari, Sumnu e Sahin (2008) citam que a goma xantana auxilia na retenção de gás, fator este, que pode ter contribuído para a maciez desse tratamento.

Dessa forma, é evidente que os hidrocolóides melhoram a textura dos pães de queijo, fato este já relatado por diversos autores em outros estudos sobre produtos panificáveis (BÁRCENAS; BENEDITO; ROSELL, 2004; GIMENO; MORAU; KOKINI, 2004; KOHAJDORÁ; KAROVICOVÁ, 2007; MANDALA; KARABELA; KOSTAROPOULOS, 2007; RIBOTTA et al., 2004).

Tabela 20 Médias dos valores de Textura (N) dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Textura (N) dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	11,59	9,98	12,93	10,83
ACA 10%	11,99	10,96	14,74	11,16
AAP 10%	9,67	10,3	14,82	10,64
ECG 0,5%	11,03	16,03	13,79	15,69

3.3.9 Cor dos pães de queijo

As médias obtidas para as coordenadas de cor (L*, C* e H*) da crosta dos pães de queijo de cada formulação estudada, estão elucidadas nos Gráficos 25, 26 e 27, respectivamente. Para todas as análises houve diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Verifica-se para a análise de cor L* apenas um tratamento se adequou ao modelo matemático. As médias dos demais tratamentos estão representadas na Tabela 21.

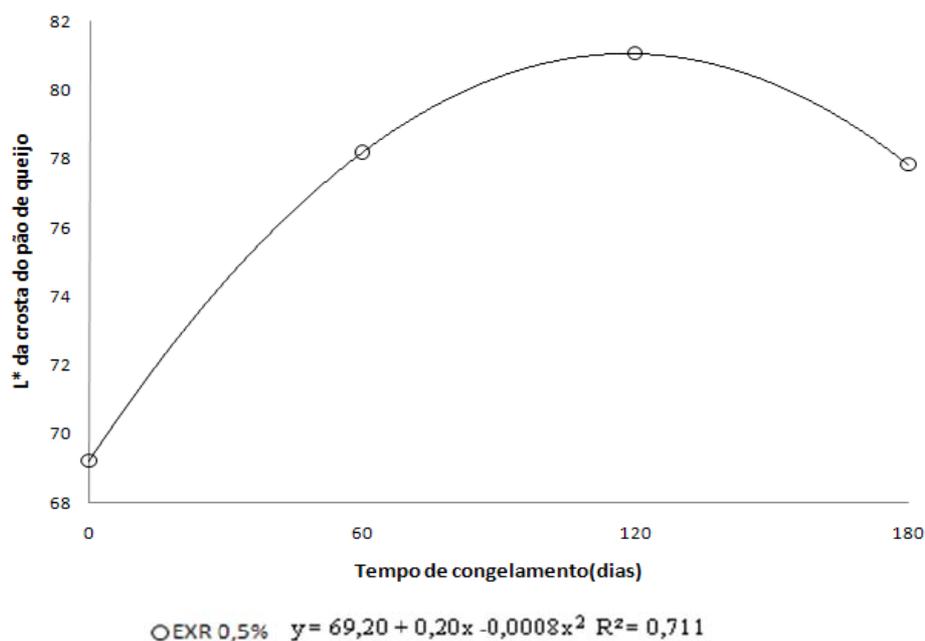


Gráfico 25 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de L* da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 21 Médias dos valores de L* da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	L* da crosta do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	71,7	79,99	73,75	77,00
ACA10%	71,86	80,43	75,46	77,39
AAP 5%	75,79	84,72	77,68	80,81
AAP 10%	78,27	81,8	78,76	79,13

“continua”

Tabela 21 “conclusão”

Tratamentos	L* da crosta do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ECG 0,3%	69,64	80,86	74,98	75,26
ECG 0,5%	64,17	79,53	69,79	76,43
EXR 0,3%	69,53	81,95	69,86	74,59
EG 0,3%	71,12	84,19	75,16	78,26
EG 0,5%	70,49	86,4	75,77	80,73

O valor de luminosidade (L^*) aumentou significativamente para todos os tratamentos nos tempos 60 e 180 dias de congelamento, entretanto o tratamento exposto no Gráfico 25 obteve redução desse valor aos 180 dias, sendo o valor apresentado na curva muito próximo aos 60 dias de congelamento. Quanto maior é a luminosidade, mais clara é a amostra, podendo, portanto, afirmar que a crosta dos pães de queijo após 60 dias apresentaram-se mais claras. Conforme Pereira et al. (2010) em estudo com pão de queijo adicionado de ricota, valores próximos a estes foram encontrados para L^* variando de 75,98 a 82,50.

Os valores para *Chroma* (C^*) estão demonstrados no Gráfico 26 e Tabela 22, pois nem todos os tratamentos se adequaram ao modelo, sendo assim foi exposta as médias observadas dos tratamentos.

Chroma denota sobre a saturação e a intensidade de cor, valores menores de C^* correspondem ao padrão de cor mais fraca e valores mais altos indica padrão de cor mais forte. Todos os resultados obtidos são valores intermediários para *Chroma*, o que indica que o produto final não apresenta muita intensidade de cor, o que é esperado para produtos de cores claras, muito próximas ao branco, como o pão de queijo. Entretanto nota-se que os valores de C^* vão reduzindo com o tempo de congelamento. Provavelmente a reação de escurecimento (Reação de Maillard) ocorreu com mais intensidade nos pães de queijo fresco, isso provavelmente aconteceu devido à perda de proteína o que

pode ter também diminuído a Reação de Maillard, além disso, os demais componentes da formulação dos pães de queijo também podem ter perdido sua coloração ao longo do armazenamento.

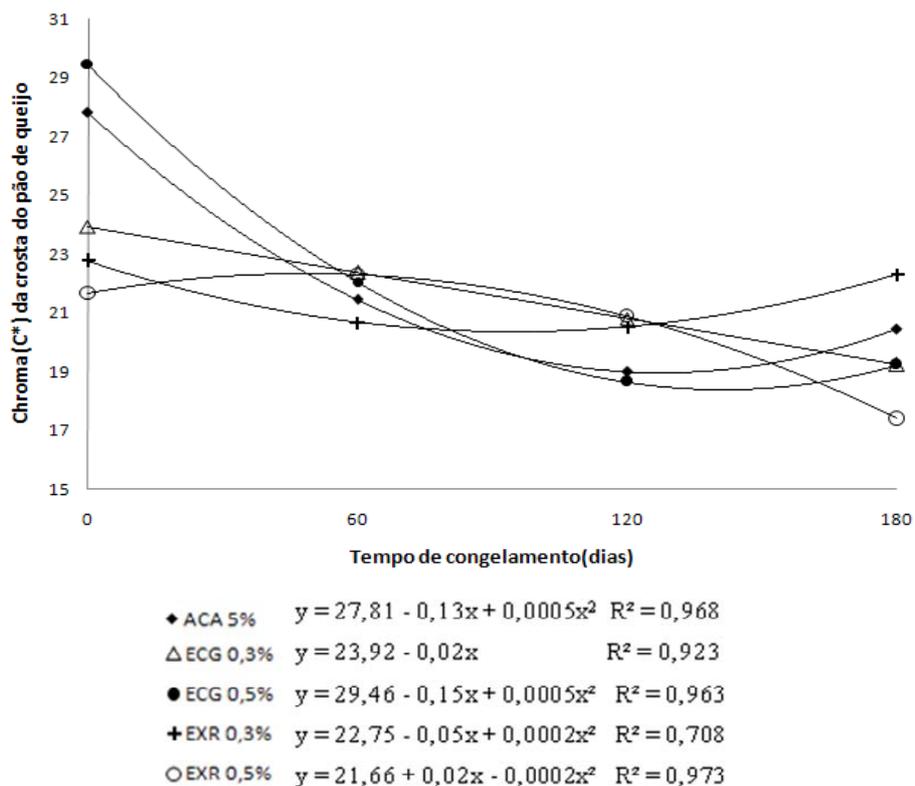


Gráfico 26 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de *Chroma* da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 22 Médias dos valores de *Chroma* da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	<i>Chroma (C*) da crosta do pão de queijo</i>			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA10%	28,51	19,79	22,88	21,41
AAP 5%	26,84	16,19	23,01	20,53
AAP 10%	27,11	15,21	22,23	21,28
EG 0,3%	23,46	21,4	22,28	20,33
EG 0,5%	27,46	20,67	24,31	23,05

Por meio do Ângulo *hue* (H*) (Gráfico 27), onde todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) foi gerado o gráfico de regressão, porém nem todos os tratamentos se ajustaram ao modelo, na Tabela 23 seguem as médias dos tratamentos.

Nota-se no Gráfico 27 que apenas os tratamentos AAP 5% e EXR 0,3% se ajustaram ao modelo quadrático.

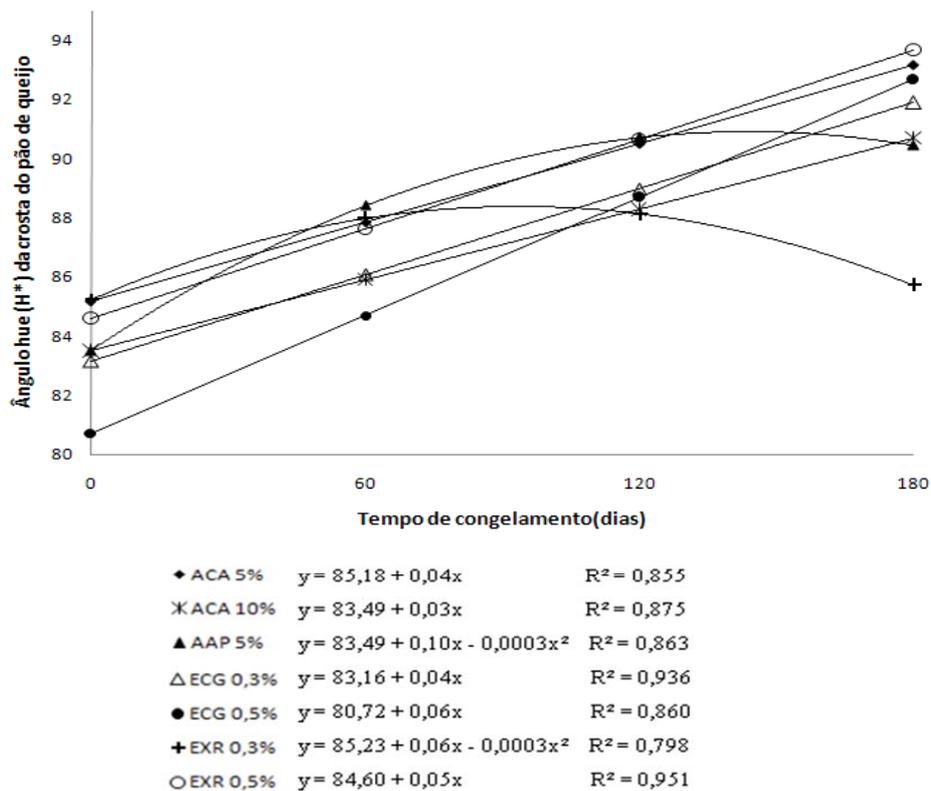


Gráfico 27 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de Ângulo *hue* (H*) da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Verifica-se tanto no Gráfico 27 quanto na Tabela 23 que grande parte dos tratamentos tendeu a aumentar o H* com o tempo de congelamento exceto os tratamentos AAP 5%, EXR 0,3% e EG 0,3%, que apresentaram coloração amarelo-alaranjado, ou seja, os pães se apresentaram mais escurecidos que os demais, cuja coloração pelo H* está próxima do amarelo.

Tabela 23 Médias dos valores de Ângulo *hue* (H*) da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Ângulo <i>hue</i> (H*) da crosta do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
AAP 10%	85,83	90,43	88,17	90,10
EG 0,3%	85,65	85,36	88,54	87,91
EG 0,5%	84,49	89,69	86,98	86,99

O Índice de Amarelecimento (YI) para a crosta dos pães de queijo está representado no Gráfico 28 e Tabela 24, onde observa-se um declínio nos valores de YI com o tempo de congelamento. Entretanto, alguns tratamentos (ACA 5%, AAP 10%, ECG 0,5% e EXR 0,3%) apresentaram valores de YI aumentados aos 180 dias, sendo provável ter ocorrido a retrogradação do amido para esses tratamentos sob suas distintas concentrações, porém a variação desse resultado foi pequena, podendo afirmar, que a crosta dos pães de queijo apresentaram tendência para coloração amarelo-claro ao longo do armazenamento congelado.

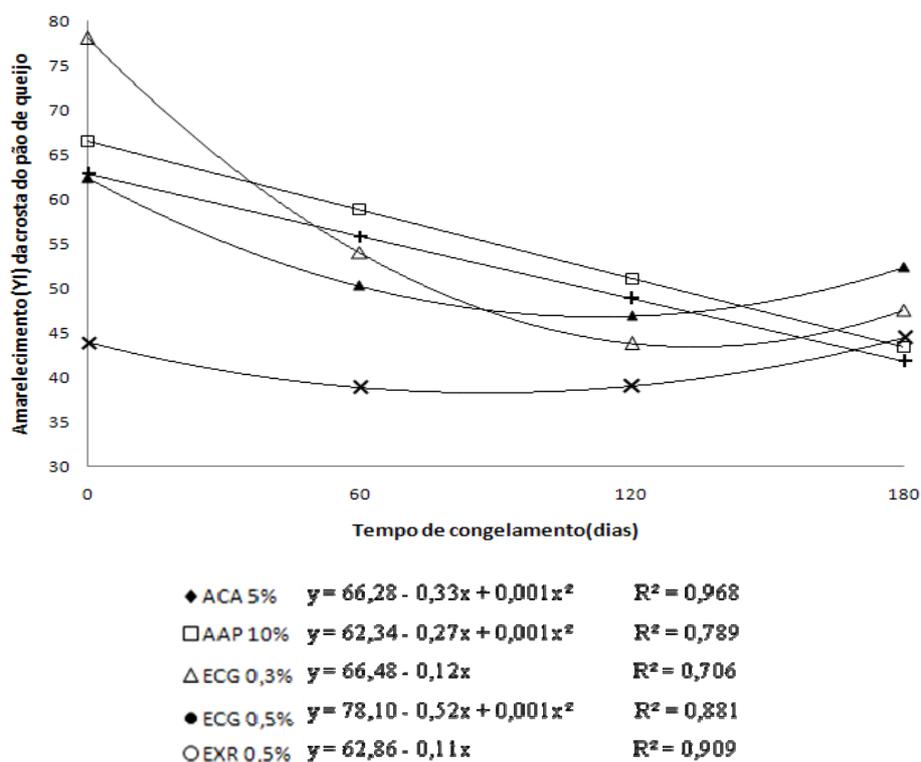


Gráfico 28 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Índice de Amarelecimento (YI) da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 24 Médias dos valores do Índice de Amarelecimento (YI) da crosta dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Amarelecimento (YI) da crosta dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 10%	74,29	41,05	55,93	43,44
AAP 5%	66,44	33,07	52,58	47,26
EXR 0,3%	52,39	43,89	49,12	50,07
EG 0,3%	66,98	42,94	53,8	50,42
EG 0,5%	62,08	45,75	55,8	48,38

Os resultados de cor do miolo dos pães de queijo estão demonstrados pelas médias das coordenadas (L^* , C^* e H^*) estão apresentados respectivamente nos Gráficos 29, 30 e 31. Para todas as análises houve diferença significativa ($p \leq 0,05$).

Primeiramente, quanto à análise de cor L^* apenas quatro tratamentos se adequaram ao modelo matemático. As médias dos tratamentos estão representadas na Tabela 25.

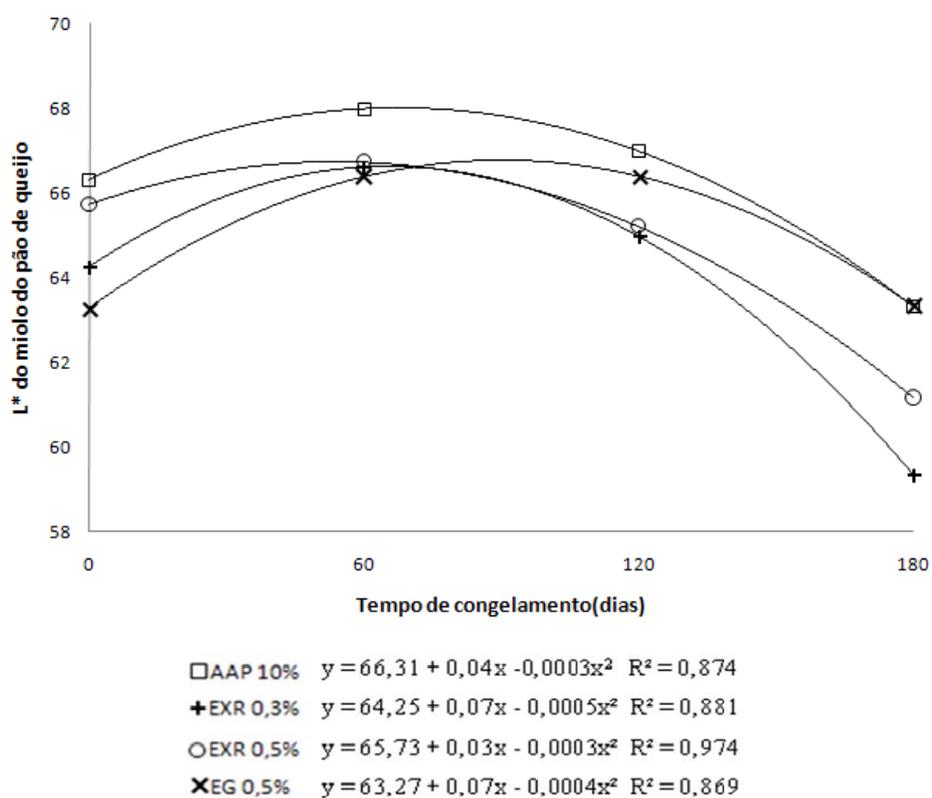


Gráfico 29 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de L^* do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Observa-se em todos os tratamentos a mesma tendência para L*, onde após 60 dias de congelamentos os miolos dos pães de queijo apresentaram uma significativa redução. Esse resultado mostra que houve um escurecimento do miolo sendo possível que tenha ocorrido retrogradação do amido.

Tabela 25 Médias dos valores de L* do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	L* do miolo do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	63,84	67,3	61,49	62,85
ACA 10%	61,59	70,15	64,99	63,93
AAP 5%	61,38	72,03	65,35	66,54
ECG 0,3%	63,67	69,13	64,73	64,60
ECG 0,5%	63,24	69,06	62,14	63,70
EG 0,3%	65,29	66,71	64,27	63,97

Os valores para *Chroma* (C*) corroboram com os valores de L* apesar da diferença de resultados entre alguns tratamentos. Nota-se, no entanto, que houve pequena diminuição até os 60 dias e após esse tempo os tratamentos apresentaram um acréscimo, como estão demonstrados no Gráfico 30. Todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), no entanto, nem todos os tratamentos se adequaram ao modelo, sendo assim, foram expostas as médias observadas dos tratamentos na Tabela 26.

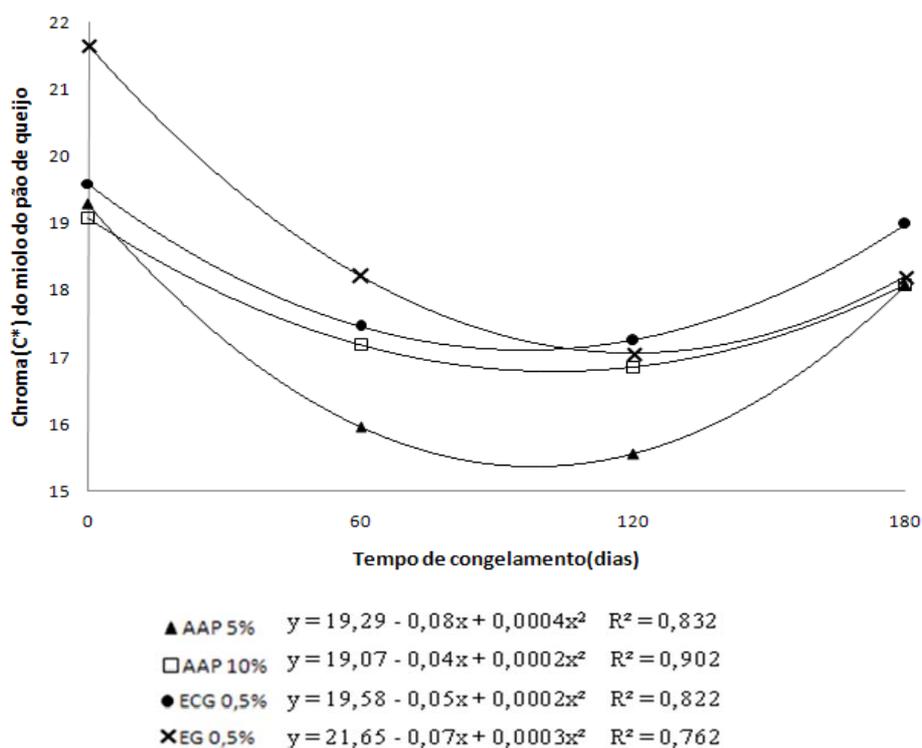


Gráfico 30 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de *Chroma* do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 26 Médias dos valores de *Chroma* do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	<i>Chroma (C*) do miolo do pão de queijo</i>			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	19,66	16,52	18,19	17,98
ACA 10%	18,78	15,92	18,50	18,72
ECG 0,3%	19,12	16,51	17,87	17,67
EXR 0,3%	21,55	15,55	18,59	16,95
EXR 0,5%	21,17	15,27	18,64	17,82
EG 0,3%	21,96	15,60	17,89	17,00

As médias dos valores de Ângulo *hue* (H*) do miolo dos pães de queijo estão representadas na Tabela 27. Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre o tempo de congelamento e os tipos de amidos modificados e estabilizantes utilizados.

Tabela 27 Valores médios¹ do Ângulo *hue* (H*) do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	Ângulo <i>hue</i> (H*) do miolo dos pães de queijo
ACA 5%	96,36 ^a
ACA 10%	95,90 ^a
AAP 5%	96,59 ^b
AAP 10%	96,56 ^b
ECG 0,3%	97,36 ^b
ECG 0,5%	96,67 ^b
EXR 0,3%	96,17 ^a
EXR 0,5%	96,75 ^b
EG 0,3%	95,89 ^a
EG 0,5%	95,87 ^a

Médias¹ seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de *Scott & Knott* ($P < 0,05$).

Nota-se que os tratamentos se comportaram de maneira diferente para o H*, sendo que alguns se mostram mais altos que outros. Porém todos

Nota-se que os tratamentos se comportaram de maneira diferente para o H*, sendo que alguns se mostram mais altos que outros. Porém todos apresentaram coloração amarelo-esverdeado.

Contudo, no Gráfico 31 verifica-se que o comportamento do H* com relação ao tempo de congelamento apresentou diferença.

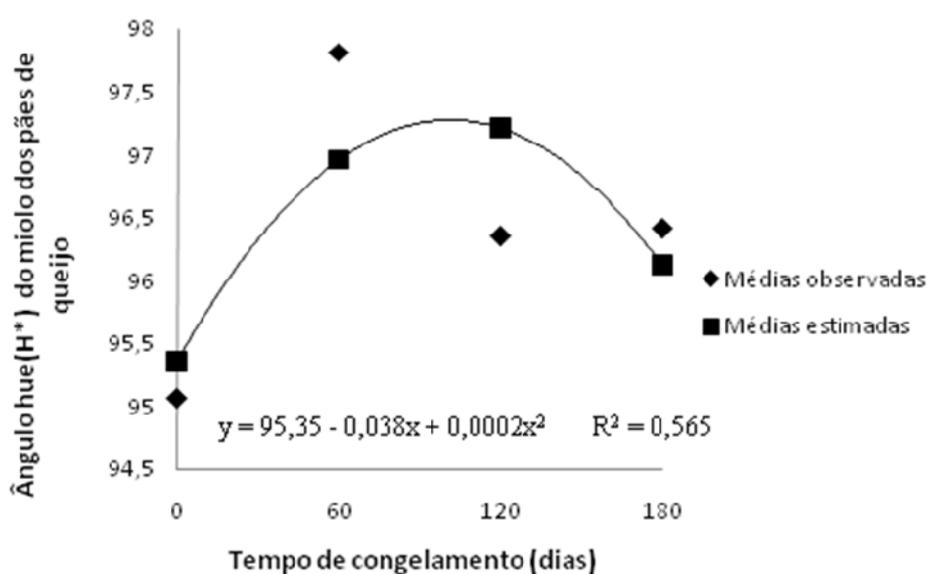


Gráfico 31 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Ângulo *hue* (H*) do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Através dos resultados do YI, Gráfico 32 e Tabela 28, nota-se oscilação dos valores para o miolo dos pães de queijo. Onde, pode-se destacar entre 60 e 120 dias de congelamento os tratamentos ACA 10%, AAP 5%, EXR (0,3 e 0,5%) e EG 0,5% que apresentaram menor valor de YI, ou seja, o miolo dos pães de queijo em destaque durante o período citado se apresentou mais claro.

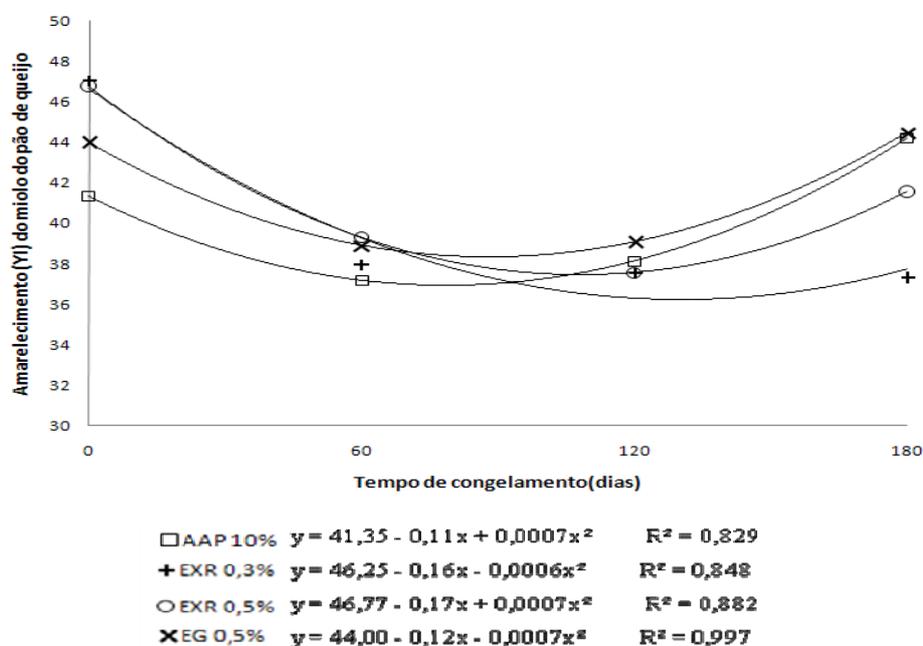


Gráfico 32 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Índice de Amarelecimento (YI) do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 28 Médias dos valores do Índice de Amarelecimento (YI) do miolo dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Amarelecimento (YI) do miolo dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	44,74	37,26	45,7	41,01
AAP 5%	43,03	37,2	40,18	40,64
AAP 10%	39,25	35,14	43,84	38,72
ECG 0,3%	43,64	37,46	45,11	42,82
ECG 0,5%	41,13	34,41	42,87	38,55
EG 0,3%	40,69	34,57	41,06	37,78

São escassos na literatura estudos sobre a análise de cor em pães de queijo.

Para a análise de cor do fundo ou lastro dos pães de queijo foram também usadas as médias das coordenadas (L^* , C^* e H^*). Em todas as análises houve diferença significativa ($p \leq 0,05$). Sendo os resultados representados nos gráficos de regressão Gráficos 33, 34 e 35.

As médias dos valores L^* do lastro dos pães de queijo estão demonstradas na Tabela 29, uma vez que não houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre o tempo de congelamento e os tipos de amidos modificados e estabilizantes utilizados. Verifica-se que houve diferença de cor L^* entre os tratamentos sendo os menores resultados apresentados por ECG 0,3% e EG 0,5%, resultando em cor do lastro dos pães de queijo mais escuros, além disso, destaca-se os tratamentos ACA 5 e 10% que apresentaram valores de L^* elevados ou seja, o fundo ou lastro dos pães de queijo foram mais claros que os demais tratamentos, pois o amido modificado cruzado e acetilado aumenta a estabilidade sob condições de calor, cozimento e armazenamento, com isso, impede a mudança da aparência do produto causada pela retrogradação do amido durante o processamento e armazenamento.

Tabela 29 Valores médios¹ de L^* do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes congelada por 180 dias

Tratamentos	L^* do lastro do pão de queijo
ACA 5%	71,80 ^a
ACA 10%	72,19 ^a
AAP 5%	66,68 ^c
AAP 10%	64,78 ^c
ECG 0,3%	63,08 ^d
ECG 0,5%	65,33 ^c
EXR 0,3%	68,29 ^b
EXR 0,5%	68,58 ^b
EG 0,3%	66,12 ^c
EG 0,5%	62,01 ^d

Médias¹ seguidas pela mesma letra na mesma coluna são iguais entre si pelo teste de *Scott & Knott* ($P < 0,05$).

No Gráfico 33 está demonstrado o comportamento da média dos tratamentos em relação ao tempo. Verificando-se que houve diferença no comportamento da L* do fundo dos pães de queijo.

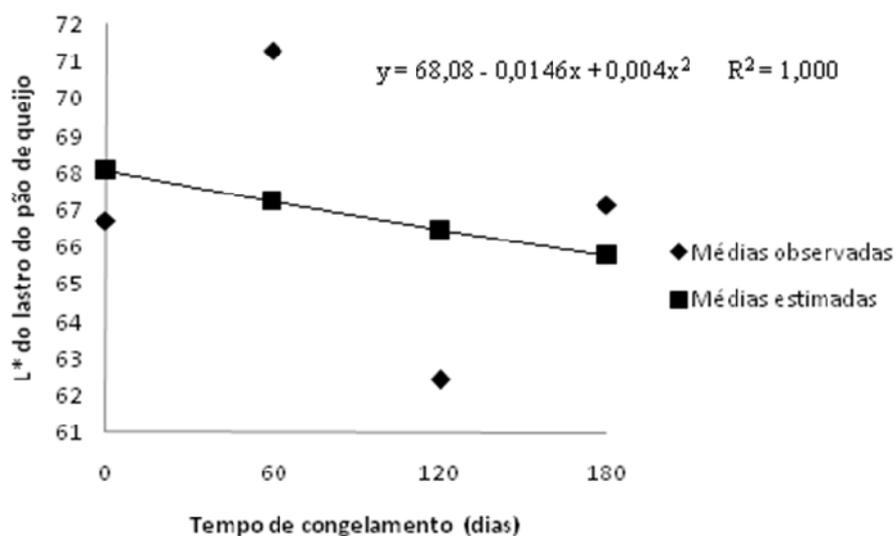


Gráfico 33 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de L* do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Houve grande variação no comportamento de C* dos tratamentos durante o tempo de congelamento tanto para o Gráfico 34 quanto para as médias dos valores na Tabela 30. Porém apenas tratamento ACA 10% corrobora com o valor de L*.

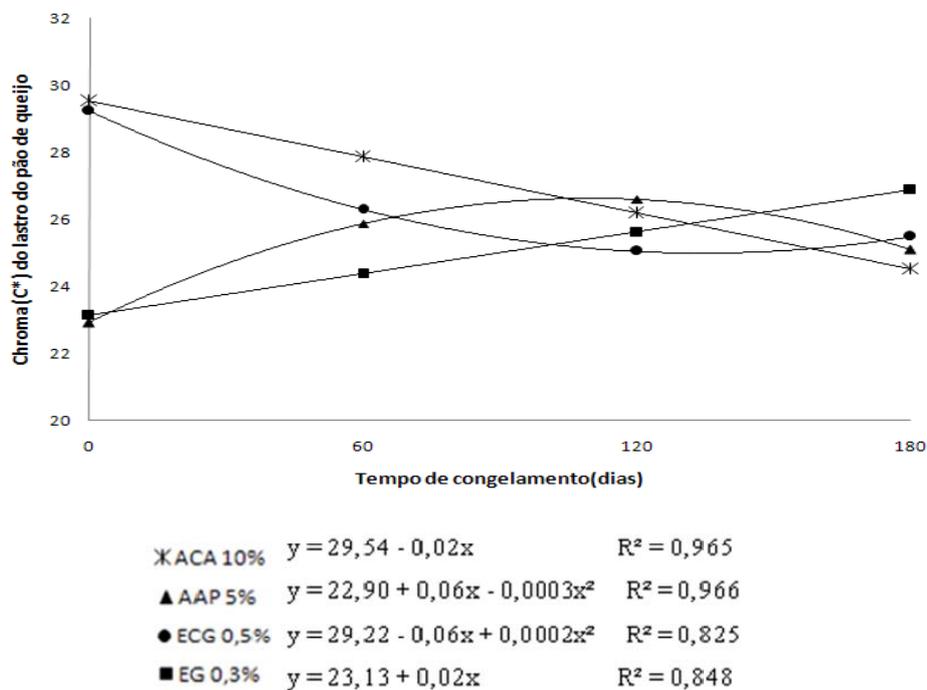


Gráfico 34 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de *Chroma* do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Percebe-se que o C^* dessa análise se assemelha com os resultados da análise da crosta dos pães de queijo. Assim, os pães de queijo tenderam a ter uma cor uniforme.

Tabela 30 Médias dos valores de *Chroma* do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	<i>Chroma (C*)</i> do lastro do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 5%	28,82	30,76	23,93	24,31
AAP 10%	26,71	28,69	25,71	25,04

“continua”

Tabela 30 “conclusão”

Tratamentos	<i>Chroma (C*) do lastro do pão de queijo</i>			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ECG 0,3%	26,22	29,34	24,98	27,09
EXR 0,3%	20,28	29,77	23,81	25,7
EXR 0,5%	21,13	26,93	21,21	24,44
EG 0,5%	26,09	24,58	28,14	26,49

Na análise do Ângulo *hue* (H*) do lastro dos pães de queijo o resultado não foi o contrário dos outros já citados, pois os lastros dos pães de queijo tenderam a uma coloração alaranjada, nessa análise o tratamento EXR 0,3% foi o que se destacou com um valor mais baixo de H* significando um tom mais escurecido aos 120 dias de congelamento. Portanto, todos os tratamentos apresentaram significativos ($p \leq 0,05$), sendo representado no Gráfico 35 o gráfico de regressão e na Tabela 31 estão as médias dos tratamentos que não se adequaram ao modelo, devido ao número de pontos.

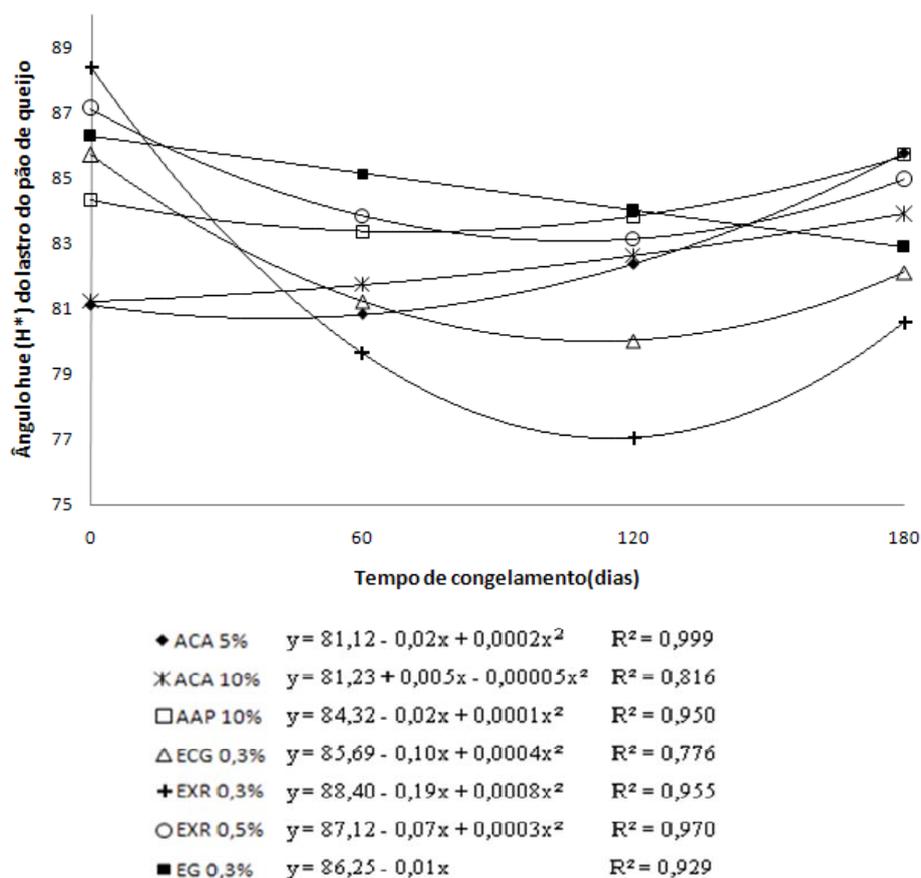


Gráfico 35 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Ângulo *hue* (H*) do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 31 Médias dos valores do Ângulo *hue* (H*) do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Ângulo <i>hue</i> (H*) do fundo do pão de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
AAP 5%	84,09	86,18	83,29	85,3
ECG 0,5%	80,61	79,98	82,34	81,03
EG 0,5%	83,55	85,71	81,18	82,92

Para o índice de amarelecimento (YI), Gráfico 36 verifica-se que houve tendência de formação de grupos onde, todos os tratamentos à base de amidos modificados e os estabilizantes EXR 0,5%, EG 0,3% e EG 0,5% apresentados na Tabela 32, foram caracterizados pela redução da coloração amarela ao longo do tempo de armazenamento. Entretanto percebe-se que os tratamentos ECG 0,3%, ECG 0,5% e EXR 0,3% apresentaram aumento significativo da coloração amarela aos 120 dias de congelamento.

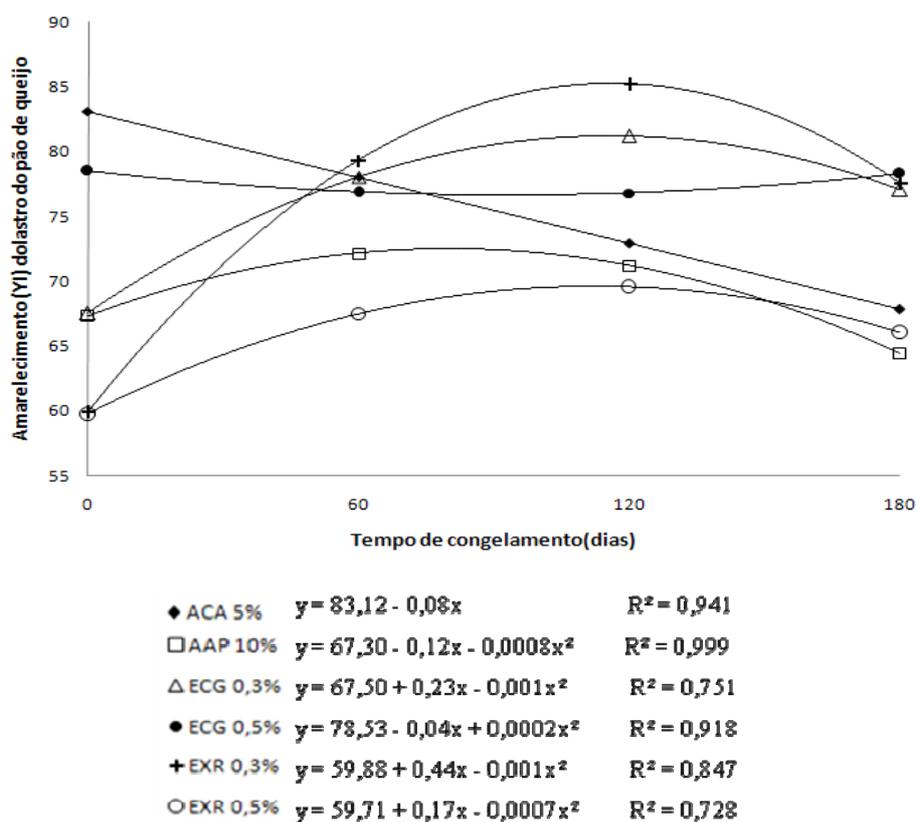


Gráfico 36 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do Índice de Amarelecimento (YI) do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tabela 32 Médias dos valores do Índice de Amarelecimento (YI) do lastro dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Tratamentos	Amarelecimento (YI) do miolo dos pães de queijo			
	Tempo (dias)			
	0	60	120	180
ACA 10%	82,02	73,91	77,8	67,5
AAP 5%	60,27	60,66	73,18	64,09
EG 03%	64,12	61,75	73,21	71,8
EG 0,5%	74,76	61,06	83,05	70,84

4 CONCLUSÕES

Com base nos tipos de amidos modificados e estabilizantes estudados pode-se concluir que:

- a) a adição de amidos modificados e de estabilizantes em diferentes concentrações influencia nas características dos pães de queijo obtidos de massas congeladas durante o armazenamento;
- b) para a análise da massa dos pães de queijo, constata-se que a umidade se assemelha com de outros autores estudados;
- c) o pH apresenta grande oscilação entre os tratamentos, já para acidez titulável, o tratamento ECG 0,5% é o que mais varia com o tempo de congelamento;
- d) as massas dos pães de queijo deste estudo tanto com amido modificado quanto com estabilizante se apresentam mais densas que de outros estudos, entretanto para o peso das massas, os tratamentos AAP 5%, ECG 0,3%, EG 0,3 e 0,5% apresentam massas mais leves; para a altura das massas dos pães de queijo todas possuem valores semelhantes;
- e) para a análise de umidade dos pães de queijo, o tratamento EXR 0,5% apresenta um comportamento mais estável;
- f) o pH dos pães de queijo destaca-se os tratamentos ACA 5 e 10% que tendem a elevação aos 180 dias de congelamento e a análise de acidez titulável dos pães de queijo, os valores encontrados podem ser considerados altos;
- g) com relação ao peso dos pães de queijo há grande oscilação, mas constata-se que a adição dos amidos modificados e estabilizantes

deixa os pães de queijo mais leves quando comparado a outros estudos;

- h) na análise de cor os pães de queijo tendem a uma coloração amarelada, tanto do miolo quanto da crosta já para o lastro dos pães de queijo dos tratamentos à base de amido modificado ACA 5 e 10% e AAP 5 e 10% se apresentam mais claros que os demais estudados.

REFERÊNCIAS

- ANDRADY, A. L.; TORIKAI, A. Photoyellowing of mechanical pulps III. Intensity effects and dose-response relationships. **Polymer Degradation and Stability**, Essex, v. 66, p. 317-322, 1999.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 17th ed. Washington, 2000. v. 2.
- BÁRCENAS, M. E.; BENEDITO, C.; ROSELL, C. M. Use of hydrocolloids as bread improvers in interrupted baking process with frozen storage. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, p. 769–774, 2004.
- BICCHIERINI, M. et al. Calorimetric analysis of silicone cosmetic prostheses for upper- limb amputees. **Journal of Rehabilitation Research & Development**, Baltimore, v. 42, n. 5, p. 655-673, 2005.
- CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.
- CARDOSO, W. S. et al. Determinação da concentração de sulfito para manutenção da qualidade da cor em maçã desidratada. **Revista Analytica**, São Paulo, v. 29, p. 69-72, 2007.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.
- CONTO, L. C. et al. Effects of the addition of microencapsulated omega-3 and rosemary extract on the technological and sensory quality of white pan bread. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 45, p. 103–109, 2012.
- DEMIATE, I. M. et al. Relationship between baking behavior of modified cassava starches and starch chemical structure determined by FTIR spectroscopy. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 42, n. 2, p. 149-158, 2000.
- DODIC, J. et al. Effects of hydrophilic hydrocolloids on dough and bread performance of samples made from frozen doughs. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, p. 235–241, 2007.

ERKAN, H. et al. A new approach for the utilization of barley in food products: barley tarhana. **Food Chemistry**, London, v. 97, p. 12-18, 2006.

ESCOUTO, L. F. S. **Elaboração e avaliação sensorial de pré-mistura de massa para pão sem glúten a partir de derivados energéticos de mandioca**. Tese (Doutorado em Ciências Agrônomicas) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

FERREIRA, D. F. **Programa Sisvar. exe: sistema de análise de variância**. Lavras: UFLA, 2003. Versão 3.04.

GARCIA-OCHOA, F. et al. Xanthan gum: production, recovery, and properties. **Biotechnology Advances**, New York, v. 18, p. 549–579, 2000.

GEMACOM TECH. **Informações do fabricante**. Juiz de Fora, 2012.

GIMENO, E.; MORAU, C. I.; KOKINI, J. L. Effect of xanthan gum and CMC on the structure and texture of corn flour pellets expanded by microwave heating. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 8, p. 100–107, 2004.

GODÍNEZ, C.; RIOS, A. P. et al. experimental study of the influence of raw material impurities on yellowness index of transesterification polycarbonate. **Journal of applied polymer science**, New York, v. 119, p. 1348–1356, Aug. 2010.

GRISWOLD, R. M. **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: E. Blücher, 1972. 469 p.

JESUS, C. C. **Contribuição para a caracterização físico-química e sensorial do pão de queijo**. 1997. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Minas Gerais, Belo Horizonte 1997.

KOHAJDOVÁ, Z.; KAROVICOVÁ, J. Application of hydrocolloids as baking improvers. **Chemical Papers**, Bratislava, v. 63, p. 26–38, 2009.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LEITE, F. N. **Calibração de dispositivos a cores utilizando uma câmera digital**. 2006. 73p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

LEÓN, A. E. et al. Interactions of different carrageenan isoforms and flour components in breadmaking. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 2634–2638, 2000.

LIMBERGER, V. M. et al. Modificação química e física do amido de quirera de arroz para aproveitamento na indústria de alimentos. **Química Nova**, São Paulo, v. 31 n. 1, p. 84-88, 2007.

MACHADO, A. V. **Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas da massa e do pão de queijo**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

MANDALA, I. G. Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, p. 291–300, 2005.

MANDALA, R. G.; KARABELA, D.; KOSTAROPOULOS, A. Physical properties of breads containing hydrocolloids stored at low temperature. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 1397–1406, 2007.

MATSUGUMA, L. S. **Caracterização do amido de mandioquinha salsa (*Arracacia xanthorrhiza*) nativo e modificado por oxidação**. 2006. 112 p. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, Alexandria, v. 27, n. 12, p.1254–1255, 1992.

MIYAZAKI, M. et al. Recent advances in application of modified starches for bread making. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 17, p. 591-599, 2006.

PEREIRA, J. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo**. 2001. 222 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

PEREIRA, J. et al. Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 12, p. 287- 293, maio/ ago. 1999.

PEREIRA, P. A. P. et al. Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 11, p. 2356–2360, nov. 2010.

RIBEIRO, S. C. A. et al. Alteração da cor da carne de mapará (*Hypophthalmus edentatus*) desidratada osmoticamente e seca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 125- 135, 2007.

RIBOTTA, P. D. et al. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 18, p. 305–313, 2004.

RODRIGUES, B. S. **Resíduos da agroindústria como fonte de fibras para elaboração de pães integrais**. 2010. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

ROSELL, C. M.; ROJAS, J. A.; BENEDITO, C. Combined effect of different antistaling agents on the pasting properties of wheat flour. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 212, p. 473–476, 2001a.

ROSELL, C. M.; ROJAS, J. A.; BENEDITO, C. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 15, p. 75–81, 2001b.

SANTOS, J. R. U. **Desenvolvimento do pão de queijo funcional pela incorporação de isolado protéico de soja e polidextrose**. 2006. 319 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 2006.

SHARADANANT, R.; KHAN, K. Effect of hydrophilic gums on the quality of frozen dough: electron microscopy, protein solubility, and electrophoresis studies. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 83, p. 411–417, 2006.

SILVA, G. O. et al. Caracterização físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 26, 188-197, 2006.

SILVA, R. P. G. **Efeito do congelamento nas características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais no pão de queijo**. 2005. 104 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SILVA, R. P. G. et al. Efeito do congelamento nas características físicas e químicas dos pães de queijo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 207–212, jan./fev. 2009.

SINGH, J.; KAUR, L.; MCCARTHY, O. J. Factors influencing the physicochemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications e a review. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 1 e 22, 2007.

SMITHA, S. et al. Effect of hydrocolloids on rheological, microstructural and quality characteristics of parotta: an unleavened indian flat bread. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 39, p. 267–283, 2008.

SUCCAR, J. Estimation of thermophysical properties of food at freezing temperatures. **ASHAE Tranaction**, Atlanta, part B, p. 312–332, 1985.

SWORN, G. Xanthan gum. In: PHILLIPS, G. O. ; WILLIAMS, P. A. (Ed.). **Handbook of hydrocolloids**. Boca Raton: CRC, 2000. p. 103–116.

TRAN, T. et al. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 22, p. 305-312, 2008.

TUBARI, E.; SUMNU, G.; SAHIN, S. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. **Food Hydrocolloids**, Wrexham, v. 22, p. 305-312, 2008.

CAPÍTULO 4 Análise sensorial dos pães de queijo obtidos por diferentes concentrações de amidos modificados e estabilizantes nas massas armazenadas sob congelamento

RESUMO

O pão de queijo é um produto muito consumido em todo o território nacional. E o seu consumo se expandiu devido à fácil aquisição no país aos ingredientes utilizados e a possibilidade da massa ser congelada por longos períodos, proporcionando a exportação do produto. A avaliação sensorial é uma medida muito importante para predição do período de vida útil de alimentos estáveis do ponto de vista microbiológico. O objetivo deste capítulo foi determinar por meio do teste de aceitação o melhor tratamento ao longo do armazenamento congelado por 180 dias. Os pães de queijo possuíam em suas formulações concentrações variando de 5% e 10% de amido modificado cruzado e acetilado (AAC 5% e AAC 10%), e amido modificado acetilado e pré-gelatinizado (AAP 5% e AAP 10%) além dos estabilizantes nas concentrações 0,3% e 0,5%, sendo os estabilizantes à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG 0,3% e ECG 0,5%), estabilizante à base de goma xantana e carragena (EXR 0,3% e EXR 0,5%) e o estabilizante à base de galactomananas (EG 0,3% e EG 0,5%). A ordem de apresentação das amostras foi balanceada seguindo delineamento de blocos incompletos e a avaliação feita em escala hedônica estruturada de nove pontos. A análise dos dados considerou um modelo misto e a escala como sendo aproximadamente contínua, usando a biblioteca nlme do programa R. Quando ocorreu efeito significativo entre tratamentos, foram utilizadas decomposições em efeitos lineares e quadráticos de tempo e contrastes entre porcentagens de amido modificado e tipos de estabilizante. Os resultados mostraram que os provadores não identificaram as diferentes concentrações utilizadas de amido modificado e estabilizantes nos pães de queijo. O delineamento de blocos incompletos é muito eficiente quando se possui muitos tratamentos. O estudo identificou que o tratamento EXR manteve características sensoriais de qualidade aos pães de queijo.

Palavras-chave: Amido modificado. Estabilizante. Bloco incompleto.

ABSTRACT

The cheese bread is a product widely consumed throughout the country. And its use has expanded because of the easy acquisition in the country to the ingredients used and the possibility of dough to be frozen for long periods providing importing of the product. The sensory evaluation is a very important measure for predicting of the shelf-life food stable from point of view microbiological. The purpose of this chapter was to determine through the acceptance test the best treatment throughout the frozen storage for 180 days. The cheese bread had in their formulations concentrations ranging from 5% to 10% of modified starch crossed and acetylated (MCA 5% and MCA 10%) and modified starch acetylated and pre-gelatinized (MAP 5% and MAP 10%) addition of stabilizers in the concentrations 0.3% and 0.5%, with the stabilizers base to carboxymethylcellulose and galactomannans (SCG 0.3% and SCG 0.5%), stabilizing base to xanthan gum and carrageenan (SXR 0.3% and SXR 0.5%) and the stabilizing base to galactomannans (SG 0.3% and SG 0.5%). The presentation order of samples was balanced following incomplete block design and assessment done on hedonic scale of nine points. Data analysis considered a mixed model and the scale as approximately continuous, using the library nlme of the program R. When there was a significant effect among treatments were used decompositions into linear and quadratic time and contrasts among percentages of modified starch and stabilizer types. The results showed that the tasters did not identify the different concentrations used of modified starch and stabilizers in cheese bread. The incomplete block design is very efficient when it has many treatments. The study identified that the treatment SXR maintained sensory quality characteristics to the cheese bread.

Keywords: Modified starch. Stabilizer. Incomplete block.

1 INTRODUÇÃO

Considerando que cada vez mais a população está em busca de alimentos de fácil e rápido preparo, como os congelados, o pão de queijo apresenta vantagens de incluir ingredientes de fácil aquisição em sua formulação (ZAVAREZE; STORCK; PEREIRA, 2009). Em países estrangeiros onde não é possível a aquisição de matérias-primas, a comercialização da massa congelada é um meio interessante. Além disso, o congelamento ainda possibilita a determinadas indústrias a expansão de seu mercado, além de oferecer comodidade aos consumidores, gerando emprego e renda fora da região produtora, em caso onde a comercialização é feita para bares, lanchonetes e não apenas nos supermercados, visando o consumo domiciliar.

No entanto, Minim et al. (2000) relatam que o pão de queijo não apresenta um padrão de qualidade estabelecido, não existindo uma tecnologia de produção, caracterização ou tipificação do produto. Pereira (1998) ressalta que a diversificação dos pães de queijo no mercado ocorre em função da não existência de um padrão de qualidade.

As características do produto são o resultado de um complexo equilíbrio bioquímico, físico-químico e microbiológico, o que oferece condições que originam a aparência, o sabor, a textura, a estabilidade e a segurança.

Em um trabalho realizado por Aplevicz e Demiate (2007), onde compararam a adição de amido de mandioca nativo e amido de mandioca modificado em pães de queijo, os resultados da análise sensorial de aceitação e intenção de compra do pão de queijo com amido de mandioca oxidado com peróxido de hidrogênio, mostraram que esse amido pode ser utilizado nesse produto.

Dessa forma, além das análises já discutidas no Capítulo 3, cabe agora, ser realizada a análise sensorial, onde os testes afetivos visam quantificar o grau

de aceitação dos pães de queijo, bem como identificar a preferência dos consumidores.

Com isso, a avaliação sensorial é uma medida muito importante para predição do período de vida útil de alimentos estáveis do ponto de vista microbiológico (GUERRA et al., 2008; HOUGH et al., 2003). Araújo et al. (2009) completam afirmando que a análise sensorial constitui uma ferramenta importante para o desenvolvimento de produtos, cuja riqueza resulta da cadeia de percepções, ao contrário do que se espera da simples avaliação de uma relação estímulo/resposta.

Conforme Minim (2010), a análise sensorial é utilizada para medir, analisar e interpretar reações às características dos produtos da forma como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição, possuindo ampla aplicação nas indústrias.

Este capítulo tem como objetivo determinar por meio do teste de aceitação o melhor tratamento ao longo do armazenamento congelado por 180 dias. Os pães de queijo possuíam em suas formulações concentrações variando de 5 e 10% de amido modificado cruzado e acetilado (AAC 5% e AAC 10%) e amido modificado acetilado e pré-gelatinizado (AAP 5% e AAP 10%) além dos estabilizantes nas concentrações 0,3 e 0,5%, sendo os estabilizantes à base de carboximetilcelulose e galactomananas (ECG 0,3% e ECG 0,5%), estabilizante à base de goma xantana e carragena (EXR 0,3% e EXR 0,5%) e o estabilizante à base de galactomananas (EG 0,3% e EG 0,5%).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Delineamento experimental

Foram obtidos 10 tratamentos de pães de queijo provenientes de massa congelada por zero, 60, 120 e 180 dias e realizado o teste de aceitação dos produtos. Para otimização do tempo do experimento os ensaios foram montados de maneira inversa, ou seja, o primeiro produzido correspondeu ao último tempo avaliado.

2.2 Análise Sensorial dos pães de queijo: Teste de Aceitação

As massas dos pães de queijo foram elaboradas e congeladas de acordo com os itens 2.1 e 2.2 do Capítulo 3.

Para a avaliação das amostras foi utilizado uma escala hedônica de nove pontos (1 – desgostei extremamente e 9 – gostei extremamente) (APÊNDICE 2A) (MINIM, 2010), através da qual os atributos avaliados foram: aroma, sabor, textura e impressão global do produto. Ainda foi avaliada a intenção de compra dos pães de queijo pelos consumidores.

Contudo, totalizou dez formulações de pães de queijo, sendo essas, avaliadas sensorialmente por 50 provadores não treinados, entre 18- 45 anos de ambos os sexos, sendo consumidores potenciais do produto e todos eles estudantes de graduação, pós-graduação ou funcionários da UFLA. Utilizou-se a análise sensorial em bloco incompleto. O teste de aceitação foi conduzido utilizando cabines individuais.

As amostras de pão de queijo foram servidas à temperatura em que são consumidos 45°C e de forma monádica servidos aos provadores em pratos descartáveis, codificados com números de três dígitos escolhidos ao acaso, de

forma a não influenciar os provadores. A análise sensorial foi realizada durante cinco dias, duas sessões por dia e cada provador avaliou quatro tratamentos por sessão.

2.3 Análise estatística

Os pães de queijo foram analisados estatisticamente ajustando-se modelos lineares mistos, com efeitos aleatórios de provadores usando o pacote nlme() do programa R Development Core Team (2012). Quando ocorreu efeito significativo entre tratamentos, foram utilizadas decomposições em efeitos lineares e quadráticos de tempo e contrastes entre porcentagens dos amidos modificados e dos tipos de estabilizantes. O objetivo desta avaliação estatística foi a identificação da existência de diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as dez formulações de pão de queijo avaliadas nos quatro períodos de armazenamento, totalizando 40 tratamentos.

Devido ao elevado número de tratamentos, foi utilizado um delineamento em bloco incompleto, com cada provador testando apenas quatro pães de queijo em cada ocasião de prova.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, observou-se que o delineamento experimental de blocos incompletos foi muito preciso, podendo ser utilizado quando se trabalha com um grande número de amostras. Abaixo serão relacionados em seções os resultados e conclusões para cada uma das variáveis em estudo.

3.1 Aparência e textura dos pães de queijo

A aparência geral e textura dos pães de queijo apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém não houve diferença entre as concentrações dos amidos modificados e estabilizantes, assim segue o Gráfico 1 e no Apêndice 1B seu respectivo Quadro de efeitos fixos.

Observa-se que o tratamento EXR (estabilizante à base de goma xantana e carragena) apresentou maior nota para aparência dos pães de queijo, sendo próximas a 7 (gostei moderadamente) e após esse tempo a média foi decrescendo, para 6 (gostei ligeiramente). Em um estudo realizado por Preichardt et al. (2009), verificaram que as maiores concentrações de goma xantana em bolos sem glúten promoveram melhores resultados sobre as características sensoriais do produto estudado. Em outro estudo realizado por Shittu, Aminu e Abulude (2009), os pães adicionados com 1% de goma xantana em relação ao total da massa apresentaram melhores resultados na análise sensorial, no entanto, com a perda de umidade e a firmeza do miolo dos pães durante o armazenamento sua aceitação foi reduzida.

Salienta-se que a diferença de notas entre todos os tratamentos é mínima, onde se pode observar que os tratamentos (ACA, AAP, ECG e EXR) seguiram a mesma tendência de comportamento. Entretanto o tratamento EG foi o que apresentou menores notas durante todos os tempos.

Contudo, os resultados para aparência estão próximos aos reportados por Silva, Garcia e Ferreira (2003), que foram iguais a 6,97, para pães de queijo tradicional.

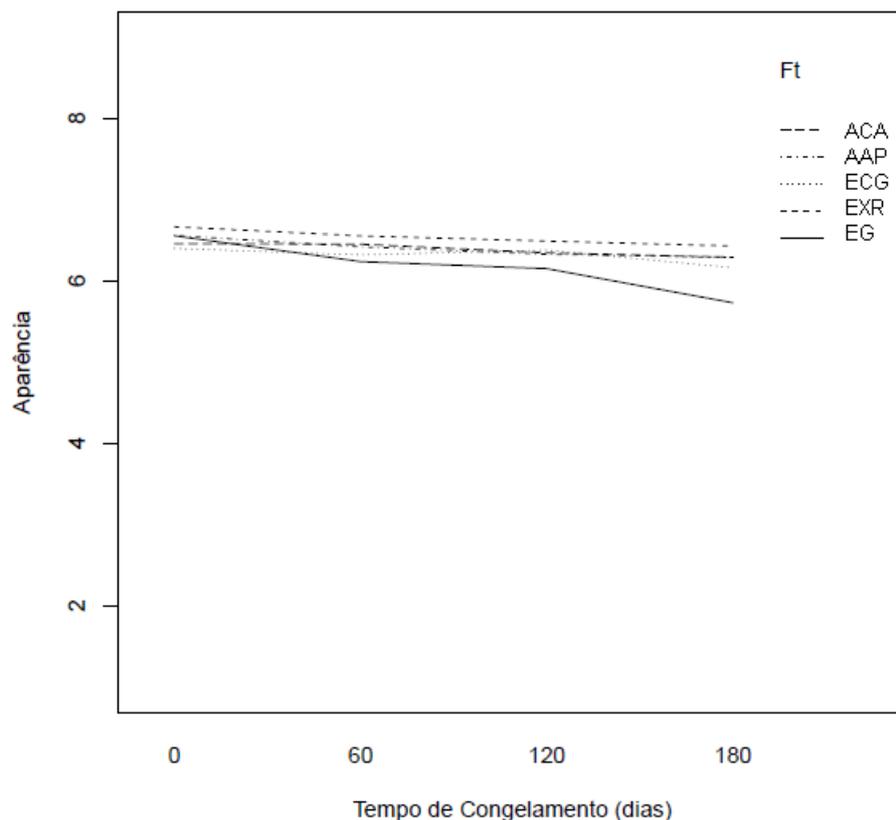


Gráfico 1 Representação gráfica da nota para aparência dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Com relação à textura (Gráfico 2) os valores referentes à preferência das receitas ao longo do tempo estão representados no Apêndice 2B no Quadro de Efeitos fixos, os pães de queijo EXR novamente apresentaram notas mais elevadas que os demais tratamentos. Conforme Shittu, Aminu e Abulude (2009),

os pães adicionados de goma xantana apresentaram melhor textura. Isso pode ser explicado em termos da quantidade de água disponível para a gelatinização do amido (PRIMO-MARTIN et al., 2006). A presença da goma xantana pode ter reduzido a água disponível para a gelatinização do amido devido à concorrência com outras macromoléculas levando a tensão da superfície e contribuindo para a crosta dos pães (SHITTU; AMINU; ABULUDE, 2009). Ação essa também citada por Selomulyo e Zhou (2007) pela carragena.

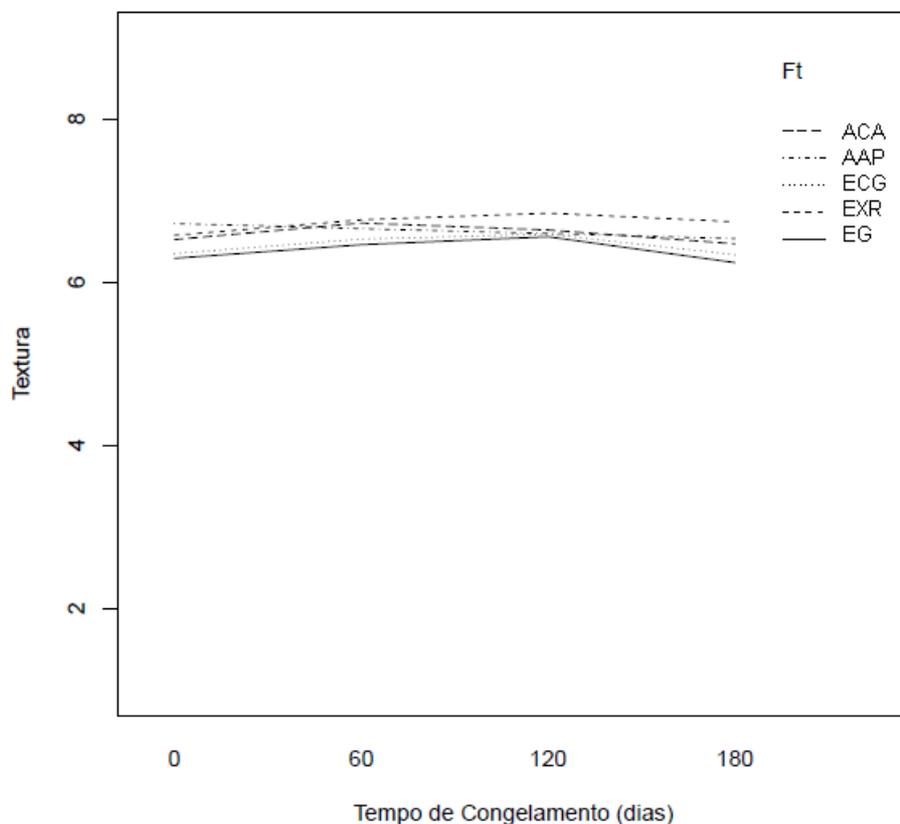


Gráfico 2 Representação gráfica da nota para textura dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Observa-se que os tratamentos à base de galactomananas (ECG e EG) apresentaram menores notas para textura, fato este que Mandala (2005), havia confirmado, onde as galactomananas em seu estudo não foram eficazes para estabilização de alimentos congelados, resultado este, que pode explicar as baixas notas atribuídas a esses tratamentos. Porém, é importante destacar que a diferença entre os tratamentos é pequena.

3.2 Aroma e sabor dos pães de queijo

Quanto ao aroma Gráfico 3, nota-se que os tratamentos seguiram a mesma tendência. Novamente, houve diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém não houve diferença entre as concentrações dos tratamentos. Segue nos Apêndices 3B e 4B o Quadro de efeitos fixos para o atributo aroma e para sabor respectivamente.

Verifica-se um pico aos 120 dias para o tratamento EG, Gráfico 3 para o atributo aroma, onde apresentou sua maior nota. Conforme Maruyama et al. (2006) os estabilizantes são essenciais para as características sensoriais de alguns produtos, contribuindo para o sabor e aroma.

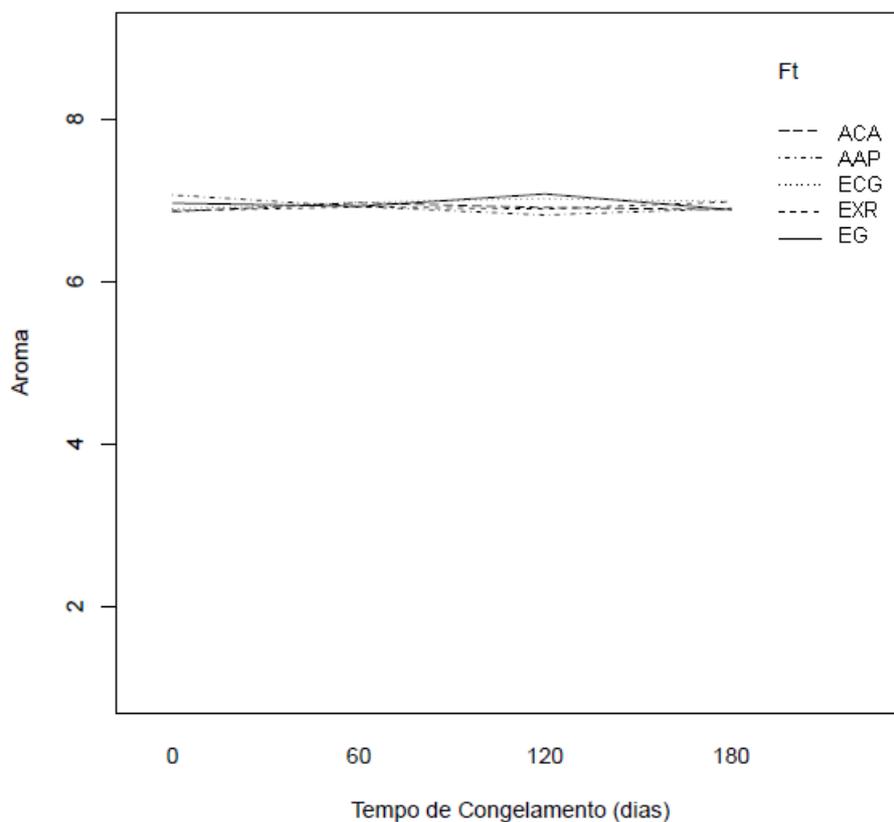


Gráfico 3 Representação gráfica da nota para aroma dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

No Gráfico 4 pode-se verificar que os pães de queijo com goma xantana e carragena (EXR) apresentaram melhores notas para sabor. Conforme Challen (1993), a goma xantana exibe ao paladar maior percepção do aroma e sabor. Entretanto, as notas para todos os tratamentos estão muito próximas umas das outras, podendo afirmar, que todos os tratamentos seguiram a mesma tendência e apresentaram mesma percepção sensorial entre os provadores.

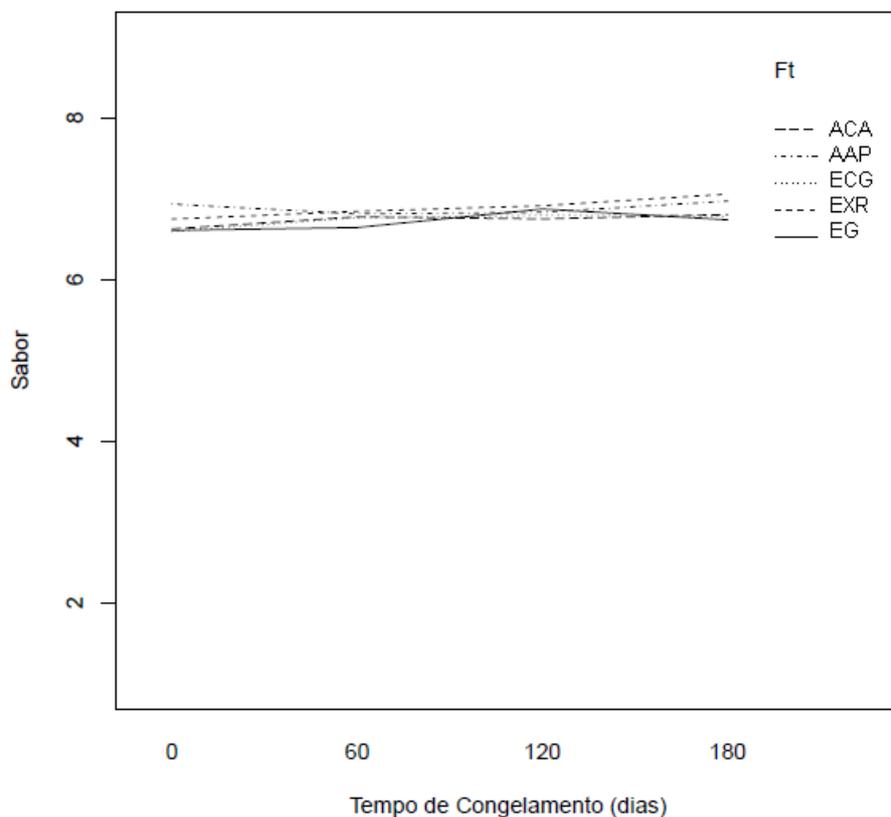


Gráfico 4 Representação gráfica da nota para sabor dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

3.3 Impressão global e intenção de compra

Quanto à impressão global, observou-se para todos os tratamentos aos 120 dias de congelamento maiores notas seguida de um acentuado decréscimo aos 180 dias (Gráfico 5). Sendo assim, todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), porém não houve diferença significativa para as concentrações de cada tratamento tanto para o atributo impressão global quanto para intenção de compra. Nos Apêndices 5B e 6B estão expostos o

Quadro de efeitos fixos para a impressão global e intenção de compra respectivamente.

Nota-se que a formulação com maior alteração nas notas para impressão global foi a EG, entretanto esse tratamento se apresentou dentro do valor 6 (gostei ligeiramente) ao longo do armazenamento congelado.

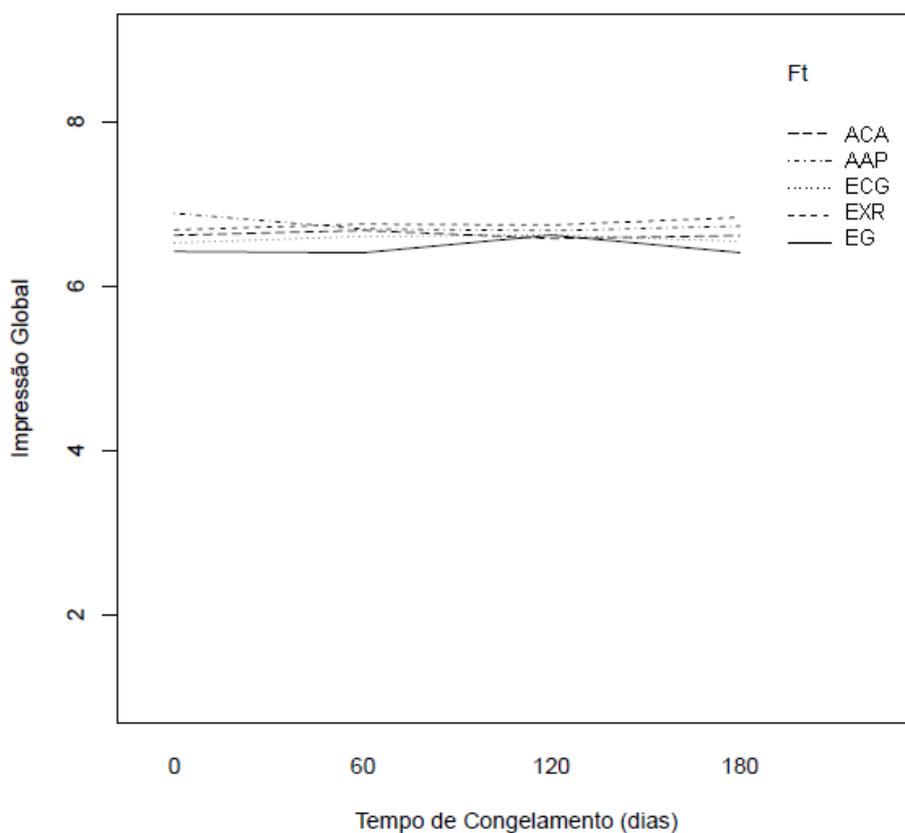


Gráfico 5 Representação gráfica da nota para impressão global dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

Todavia, o atributo intenção de compra Gráfico 6 obteve notas próximas a 4 (provavelmente compraria) para todos os tratamentos, sendo aos 120 dias

todos os tratamentos apresentaram uma tendência ao aumento da nota para esse atributo.

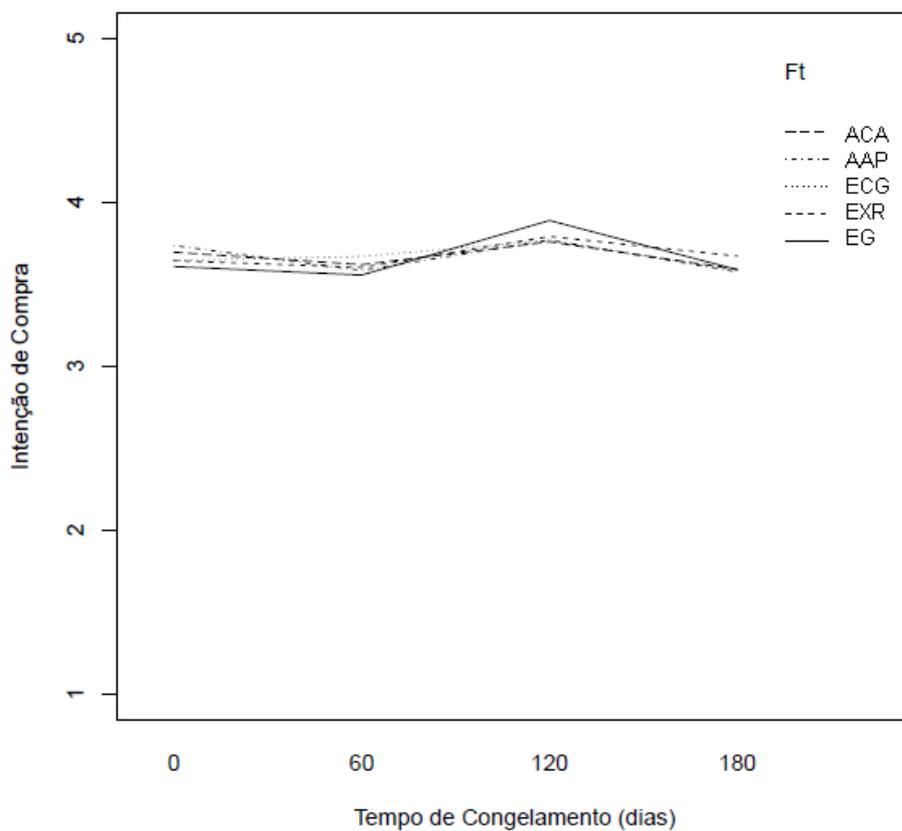


Gráfico 6 Representação gráfica da nota para intenção de compra dos pães de queijo obtidos de massas adicionadas de amidos modificados e estabilizantes em função do tempo de congelamento

4 CONCLUSÕES

O presente estudo revela informações consistentes sobre os aspectos sensoriais dos pães de queijo à base de diferentes tipos e concentrações de amidos modificados e estabilizantes.

Observa-se que o delineamento experimental de blocos incompletos é muito preciso, podendo ser utilizado quando se trabalha com grande número de amostras.

Os provadores não distinguiram às diferentes concentrações dos amidos modificados e estabilizantes adicionados às massas dos pães de queijo.

Dentre todos os tratamentos e atributos analisados o tratamento EXR pode ser considerado o melhor tratamento de acordo com suas características sensoriais. A interação goma xantana e carragena sobre a massa pão de queijo apresenta funções positivas.

REFERÊNCIAS

- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 478–484, jul./set. 2007.
- ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: Senac, 2009. 560 p.
- CHALLEN, I. A. Xanthan gum: a multifunctional stabiliser for food products. In: NISHINARI, K.; DOI, E. **Food hydrocolloids**: structures, properties, and functions. New York: Plenum, 1993. p.135-140.
- GUERRA, S. et al. Risks and pitfalls of sensory data analysis for shelf life prediction: Data simulation applied to the case of coffee. **Food Science and Technology**, London, v. 41, p. 2070–2078, 2008.
- HOUGH, G. et al. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 68, p. 359–362, 2003.
- MANDALA, I. G. Physical properties of fresh and frozen stored, microwave-reheated breads, containing hydrocolloids. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 66, p. 291–300, 2005.
- MARUYAMA, L. et al. Textura instrumental de queijo Petit-Suisse potencialmente probiótico: influência de diferentes combinações de gomas. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 386-393, 2006.
- MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudos com consumidores. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. p. 308.
- MINIM, V. P. R. et al. Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 154-159, 2000.
- PEREIRA, A. J. G. **Fatores que afetam a qualidade do pão de queijo**. Belo Horizonte: CETEC, 1998. 52 p.
- PREICHARDT, L. D. et al. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 3, n. 1, p. 70–76, 2009.

PRIMO-MARTIN, C. et al. The role of the gluten network in the crispness of bread crust. **Journal of Cereal Science**, London, v. 43, p. 342–352, 2006.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>. Acesso em: 1 mar. 2012.

SELOMULYO, V. O.; ZHOU, W. Frozen bread dough: effects of freezing storage and dough improvers. **Journal of Cereal Science**, London, v. 45, p. 1-17, 2007

SHITTU, T. A.; AMINU, R. A.; ABULUDE, E. O. Functional effects of xanthan gum on composite cassava-wheat dough. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 23, p. 2254–2260, 2009.

SILVA, M. R.; GARCIA, G. K. S.; FERREIRA, H. F. Caracterização química, física e avaliação da aceitação de pão de queijo com baixo teor energético. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.14, p. 69–75, 2003.

ZAVAREZE, E. R.; STORCK, C. R.; PEREIRA, J. M. Elaboração de pão de queijo com substituição do amido de mandioca por amido de batata – doce (*Ipomoeas batatas*) submetido a diferentes processos de secagem. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.12, n. 1, p. 68–76, 2009.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Avaliação Sensorial de Pão de queijo

Nome: _____ **Data:** _____ **Sexo:** Feminino Masculino
Faixa etária: 15 a 30 anos; 31 a 45 anos; 45 a 60 anos; mais que 60 anos
Frequência de consumo de pão de queijo: 1 vez ao mês; 2 vezes ao mês; 1 vez por semana; 2 vezes por semana; todos os dias

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do aroma, do sabor, da textura e da impressão global de cada uma delas. Lave a boca com água entre uma amostra e outra.

- 9 – Gostei extremamente;
- 8 – Gostei muito;
- 7 – Gostei moderadamente;
- 6 – Gostei ligeiramente;
- 5 – Nem gostei/ nem desgostei;
- 4 – Desgostei ligeiramente;
- 3 – Desgostei moderadamente;
- 2 – Desgostei muito;
- 1 – Desgostei extremamente.

Nº amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global

Comentários: _____

Figura 1A Ficha de avaliação sensorial utilizada no pré-teste de aceitação dos pães de queijo frescos com diferentes concentrações de amido modificado e estabilizantes para a definição dos limites máximo e mínimo da concentração

Avaliação Sensorial de Pão de queijo

Nome: _____ **Data:** _____ **Sexo:** ()Feminino () Masculino
Faixa etária: ()15 a 30 anos; () 31 a 45 anos; () 45 a 60 anos; () mais que 60 anos
Frequência de consumo de pão de queijo: () 1 vez ao mês; () 2 vezes ao mês; () 1 vez por semana; () 2 vezes por semana; () todos os dias

Por favor, prove as amostras da esquerda para direita e avalie, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da aparência, do aroma, do sabor, da textura e da impressão global de cada uma delas. Lave a boca com água entre uma amostra e outra.

- 9 – Gostei extremamente;
- 8 – Gostei muito;
- 7 – Gostei moderadamente;
- 6 – Gostei ligeiramente;
- 5 – Nem gostei/ nem desgostei;
- 4 – Desgostei ligeiramente;
- 3 – Desgostei moderadamente;
- 2 – Desgostei muito;
- 1 – Desgostei extremamente.

Nº amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão Global

Comentários: _____

Agora avalie, de acordo com a escala abaixo, a intenção de compra dos pães de queijo.

- 5 – Certamente compraria;
- 4 – Provavelmente compraria;
- 3 – Tenho dúvidas se compraria;
- 2 – Provavelmente não compraria;
- 1 – Certamente não compraria.

Nº amostra	Intenção de compra

Figura 2A Ficha de avaliação sensorial de aceitação utilizada no teste de aceitação sensorial com consumidores dos 10 tratamentos de pão de queijo congelado por 180 dias

APÊNDICE B

Tabela 1B Quadro de efeitos fixos para aparência

Estimate*	Std.	Error	t value
C ¹	-0.03729	0.07272	-0,513
Ft ² ACA	6.77711	0.57864	11.712
Ft ² AAP	6.06386	0.57265	10.589
Ft ² ECG	4.53326	0.74517	6.084
Ft ² EXR	6.01914	0.72178	8.339
Ft ² EG	6.13485	0.74288	8.258
Tp ³	-0.21201	0.20363	-1.041
C ¹ :Ft ² AAP	0.09035	0.10211	0.885
C ¹ :Ft ² ECG	4.81979	1.76742	2.727
C ¹ :Ft ² EXR	1.89144	1.72227	1.098
C ¹ :Ft ² EG	1.86573	1.77223	1.053
C ¹ :Tp ³	0.02370	0.02604	0.910
Ft ² AAP:Tp ³	0.42887	0.28884	1.485
Ft ² ECG:Tp ³	0.83540	0.33736	2.476
Ft ² EXR:Tp ³	0.36176	0.33385	1.084
Ft ² EG:Tp ³	0.15846	0.33648	0.471
C ¹ :Ft ² AAP:Tp ³	-0.05406	0.03680	-1.469
C ¹ :Ft ² ECG:Tp ³	-1.70550	0.65018	-2.623
C ¹ :Ft ² EXR:Tp ³	-0.66127	0.64912	-1.019
C ¹ :Ft ² EG:Tp ³	-0.57209	0.64721	-0.884

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: C¹ (concentração); Ft² (fonte); Tp³ (tempo); ACA (amido modificado cruzado e acetilado); AAP (amido modificado acetilado e pré-gelatinizado); ECG (estabilizante à base de carboximetilcelulose e galactomananas); EXR (estabilizante à base de goma xantana e carragena) e EG (estabilizante à base de galactomananas)

Tabela 2B Quadro de efeitos fixos para textura

Estimate*	Std.	Error	t value
Oc1	6.16167	0.36899	16.699
Oc2	5.81245	0.36924	15.742
Oc3	5.97393	0.37310	16.012
Oc4	6.40400	0.36955	17.329
Oc5	6.42076	0.37532	17.108
Oc6	6.24300	0.37292	16.741
Oc7	6.18610	0.38127	16.225
Oc8	6.39193	0.36845	17.348
Oc9	6.38965	0.38207	16.724
Oc10	6.05602	0.37854	15.998
FtAAP	0.10486	0.10054	1.043
FtECG	-0.11791	0.09986	-1.181
FtEXR	0.11637	0.10017	1.162
FtEG	-0.16750	0.10030	-1.670
Tp	0.35185	0.16012	2.197
Tp2	-0.07329	0.03155	-2.323

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: C¹ (concentração); Ft² (fonte); Tp³ (tempo); ACA (amido modificado cruzado e acetilado); AAP (amido modificado acetilado e pré-gelatinizado); ECG (estabilizante à base de carboximetilcelulose e galactomananas); EXR (estabilizante à base de goma xantana e carragena) e EG (estabilizante à base de galactomananas)

Tabela 3B Quadro de efeitos fixos para aroma

Estimate*	Std.	Error	t value
OP1	6.9719	0.1157	60.26
OP2	6.8232	0.1157	58.97
OP3	6.9113	0.1157	59.73
OP4	7.1089	0.1157	61.44

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: OP (ordem de prova)

Tabela 4B Quadro de efeitos fixos para sabor

Estimate*	Std.	Error	t value
OP ¹	6.68789	0.15867	42.15
OP ²	6.45759	0.15688	41.16
OP ³	6.59146	0.15834	41.63
OP ⁴	6.77245	0.15752	42.99
Ft ² AAP	0.15345	0.09059	1.69
Ft ² ECG	-0.04290	0.08997	-0.48
Ft ² EXR	0.08710	0.09029	0.96
Ft ² EG	-0.03207	0.09042	-0.35
Tp ³	0.04917	0.02554	1.92

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: OP¹ (ordem de prova); Ft² (fonte); Tp³ (tempo); AAP (amido modificado acetilado e pré-gelatinizado); ECG (estabilizante à base de carboximetilcelulose e galactomananas); EXR (estabilizante à base de goma xantana e carragena) e EG (estabilizante à base de galactomananas)

Tabela 5B Quadro de efeitos fixos para impressão global

Estimate*	Std.	Error	t value
OP ¹	6.64550	0.13627	48.77
OP ²	6.45180	0.13671	47.19
OP ³	6.62618	0.13648	48.55
OP ⁴	6.68909	0.13638	49.05
Ft ² AAP	0.13491	0.08492	1.59
Ft ² ECG	-0.06921	0.08433	-0.82
Ft ² EXR	0.08036	0.08457	0.95
Ft ² EG	-0.15260	0.08476	-1.80

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: OP¹ (ordem de prova); Ft² (fonte); Tp³ (tempo); AAP (amido modificado acetilado e pré-gelatinizado); ECG (estabilizante à base de carboximetilcelulose e galactomananas); EXR (estabilizante à base de goma xantana e carragena) e EG (estabilizante à base de galactomananas)

Tabela 6B Quadro de efeitos fixos para intenção de compra

Estimate*	Std.	Error	t value
OP ¹	4.64471	0.35433	13.108
OP ²	4.46511	0.35288	12.653
OP ³	4.58343	0.35423	12.939
OP ⁴	4.65395	0.35519	13.103
Tp ²	-1.51684	0.51988	-2.918
Tp ² 2	0.72199	0.22971	3.143
Tp ² 3	-0.10088	0.03051	-3.306

*O modelo linear incluiu os seguintes efeitos fixos: OP¹ (ordem de prova) e Tp² (tempo)