



CARINA LUMIE PEREIRA NAGATA

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E DE MERCADO
DE PRÉ-MISTURA COMPLETA PARA PÃO DE
QUEIJO**

LAVRAS – MG

2015

CARINA LUMIE PEREIRA NAGATA

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E DE MERCADO DE PRÉ-MISTURA
COMPLETA PARA PÃO DE QUEIJO**

Tese 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 Doutor.

Orientadora

Dra. Joelma Pereira

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha
Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados
informados pelo (a) próprio (a) autor(a).**

Nagata, Carina Lumie Pereira.

Potencial tecnológico e de mercado de pré-mistura completa para
pão de queijo / Carina Lumie Pereira Nagata. – Lavras: UFLA, 2015.
137 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientadora: Joelma Pereira.

Bibliografia.

1. Análises físicas. 2. Microscopia ótica. 3. Análise sensorial. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CARINA LUMIE PEREIRA NAGATA

**POTENCIAL TECNOLÓGICO E DE MERCADO DE PRÉ-MISTURA
COMPLETA PARA PÃO DE QUEIJO**

Tese 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 Doutor.

APROVADA em 14 de agosto de 2015.

Dra. Cristiane Gattini Sbampato	UNINCOR
Dra. Ivana Aparecida da Silveira	UNILAVRAS
Dr. Anderson Felicori Fernandes	IF Sudeste MG
Dr. João de Deus Souza Carneiro	UFLA

Dra. Joelma Pereira
Orientadora

**LAVRAS – MG
2015**

A Deus, por guiar sempre meu caminho

OFEREÇO

Aos meus pais, Angela e Luís Carlos, por me apoiarem nessa trajetória; ao meu irmão, Erick e ao meu noivo, Junior, por estarem sempre presentes em minha vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela força e coragem para vencer os obstáculos.

À Santa Rita de Cássia e à Nossa Senhora Aparecida, por sua divina misericórdia.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de crescimento profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudos e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro ao Projeto Processo n° CAG APQ 01880/09.

A minha orientadora, Joelma Pereira, por acreditar em mim, pelos seus ensinamentos, paciência, compreensão e amizade, estando sempre presente ao longo desta jornada.

A todos os funcionários do DCA que, de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho.

Às empresas Kerry, Gemacom Tech e Aviário Santo Antônio, pelo fornecimento das amostras de queijo em pó e gordura vegetal em pó, amido de mandioca pré-gelatinizado e ovo integral desidratado, respectivamente.

Aos meus pais, Angela e Luís Carlos, pelo amor, dedicação e apoio nas horas mais difíceis.

Ao meu irmão, Erick, pelo apoio, companhia, amizade, paciência e por estar sempre presente.

Ao Junior, pelo amor, compreensão e apoio.

A toda a minha família, em especial aos meus avós maternos, Cleusa e Tomé, por dedicarem suas vidas em favor dos netos.

A todos os amigos do Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, Amanda, Daniele, Fausto, Gisele, Janyelle, Kelen, Layla, Lays, Luan, Luciana, Lucinéia, Natália e Raul, pelo auxílio na realização desse trabalho e por tornar esta jornada muito mais agradável.

Enfim, a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho, muito obrigada!

RESUMO GERAL

O pão de queijo é produto de panificação conhecido internacionalmente. Não tem padrão de identidade e qualidade e pode ser comercializado de diversas formas. Entre elas destacam-se as pré-misturas para pão de queijo. Assim, foi desenvolvida uma formulação de pré-mistura para pão de queijo completa, que necessita apenas de água para o preparo da massa. Visando à continuidade da pesquisa, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar, por meio de análises físicas, químicas e sensoriais, a pré-mistura para pão de queijo desenvolvida no laboratório e seus pães de queijo, obtendo informações relevantes para que o produto possa ser comercializado, e realizar uma pesquisa de mercado do novo produto, entendendo como esse seria recebido pelo consumidor. Além disso, verificou-se a necessidade de avaliar o efeito de diferentes tipos de congelamento na massa e nos pães de queijo oriundos dessa formulação, uma vez que a pré-mistura pode ser utilizada por padarias, estabelecimentos maiores e indústrias de panificação, que necessitem congelar a massa já elaborada. Outro objetivo foi avaliar a estabilidade da pré-mistura desenvolvida em laboratório, acondicionada em embalagens diversas e também dos pães de queijo dela obtidos. A pré-mistura apresentou 8,42 g 100 g⁻¹ de umidade, 19,52 g 100 g⁻¹ de extrato etéreo, 12,29 g 100 g⁻¹ de proteína bruta e cerca de 63,23 g 100 g⁻¹ de fração glicídica. Quanto às características físicas dos pães de queijo oriundos da pré-mistura desenvolvida no laboratório, eles apresentaram boas características tecnológicas, sendo bem aceitos na análise sensorial e apresentando maiores notas para todos os atributos avaliados em comparação com as pré-misturas encontradas no mercado. Em relação à pesquisa de mercado, a pré-mistura para pão de queijo apresentou excelente intenção de compra. O público alvo é formado por pessoas de ambos os sexos, de todas as faixas etárias e todas as classes de renda, com maior nível de escolaridade. A embalagem a ser comercializada deve conter 400 g do produto com rendimento de 20 pães de queijo médios. Os pães de queijo congelados de forma rápida, utilizando nitrogênio líquido, apresentaram cristais de gelo menores e, além disso, menor perda de peso, menor aumento do teor de acidez titulável e maior volume, quando comparados àqueles congelados de forma lenta, demonstrando que, por meio do congelamento rápido, obtêm-se produtos de melhor qualidade. Com relação à análise sensorial, pode-se afirmar que, apesar da diminuição das notas dos atributos avaliados, estas se mantiveram dentro da faixa de aceitação, indicando que o congelamento, por até 180 dias, dos pães de queijo obtidos da pré-mistura desenvolvida no laboratório, é viável. Quanto ao estudo da estabilidade, verifica-se que a pré-mistura para pão de queijo deve ser armazenada em embalagens que apresentem boas características de barreira, tanto ao vapor de água e ao oxigênio quanto à passagem de radiações luminosas,

sejam elas artificiais ou naturais, a fim de se evitar reações de oxidação, bem como alterações sensoriais, como, por exemplo, da cor. Como vantagem adicional, a pré-mistura para pão de queijo completa é mais segura, do ponto de vista higiênico-sanitário, por conter, entre seus ingredientes, ovo e queijo desidratados, eliminando os riscos de contaminação por esses produtos. Do ponto de vista sensorial, os pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida no laboratório se mantiveram dentro da faixa de aceitação em todos os atributos avaliados até 120 dias de armazenamento, indicando que, para um armazenamento superior, à formulação devam-se acrescentar aditivos, com finalidade conservante.

Palavras-chave: Análises físicas. Microscopia ótica. Análise sensorial. Congelamento rápido. Embalagens. Segurança alimentar.

GENERAL ABSTRACT

The cheese bread is a bakery product internationally known. It does not have an identity and quality standard and it can be commercialized in several ways. Among those ways, the cheese bread pre-mixture stands out. Thus, a fully powder formulation of cheese bread pre-mixture was developed by our team. This formulation only needs water in order to prepare the dough. Aiming the continuity of this research, this work had as objective characterize the cheese bread pre-mixture developed in laboratory as well as the cheese bread made with it using physical, chemical and sensory analysis. The information obtained from those analysis are important for the commercialization of the product. Another objective was to develop a market research for this new product in order to observe how it would be seen by the costumers. Moreover, it was found the necessity to evaluate the effect of different types of dough and cheese bread freeze that was made with this formulation because this pre-mixture can be used by bigger bakeries that need to freeze the dough. The evaluation of the pre-mixture stability that was prepared in laboratory and wrapped in different packages as well as the cheese bread made with it is also another objective. The pre-mixture presented 8.42 g 100 g⁻¹ of humidity, 19.52 g 100 g⁻¹ of fat content, 12.29 g 100 g⁻¹ of crude protein and about 63.23 g 100 g⁻¹ of carbohydrate. Regarding the physical characteristics of the cheese breads made with the pre-mixture developed in laboratory, they showed good technologic characteristics, were well-accepted in the sensory analysis and showed higher score for all attributes evaluated in comparison to the pre-mixtures found in the market. Concerning the market research, the pre-mixture for cheese bread showed excellent purchase intent. The audience are people from both sex, all age groups and income classes, with higher levels of education. The package to be marketed must contain 400 g of the product and productivity of 20 medium cheese breads. The cheese breads that were quickly frozen using liquid nitrogen exhibited smaller ice crystals. In addition, in comparison to those slowly frozen, they had lower loss of weight, lower increase of titratable acidity and greater volume. This fact indicates that products with higher quality are obtained with quick freeze. Regarding the sensory analysis, it can be affirmed that despite the reduction of the scores of the evaluated attributes, they kept within the acceptance range. As a result, the freeze up to 180 days of the cheese breads obtained from the pre-mixture developed in laboratory is viable. About the stability study, it is verified that the pre-mixture for cheese bread must be stored in packages that have good barrier characteristics against both the water and oxygen steam and the passage of light radiation (artificial or natural) in order to avoid oxidation reactions, as well as sensory changes such as color. As an additional advantage, the complete cheese bread pre-mixture is safer from the sanitary hygiene point of view because it contains among its ingredients

dehydrated egg and cheese, which eliminate the contamination risks through these products. Through sensory analysis, the cheese breads made with the pre-mixture developed in laboratory maintained within the acceptance range in all the points evaluated up to 120 days of storage. This indicate that, for a longer storage, additives must be added in the formulation due to reasons of conservation.

Keywords: Physical analysis. Optical microscopy. Sensory analysis. Quick freeze. Packages. Food safety.

SUMÁRIO

	CAPÍTULO 1 Introdução geral	13
1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	O pão de queijo: origem e definição	16
2.2	Obtenção do pão de queijo	17
2.3	Pré-misturas	22
2.4	Vida útil	24
	REFERÊNCIAS	27
	CAPÍTULO 2 Caracterização e pesquisa de mercado de pré-mistura para pão de queijo	30
1	INTRODUÇÃO	33
2	MATERIAL E MÉTODOS	35
2.1	Obtenção da pré-mistura para pão de queijo	35
2.2	Obtenção das massas e dos pães de queijo	35
2.3	Caracterização da pré-mistura para pão de queijo	36
2.4	Caracterização dos pães de queijo obtidos a partir da pré-mistura	36
2.5	Pesquisa de mercado	38
2.6	Análises estatísticas	39
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1	Caracterização da pré-mistura	40
3.2	Caracterização dos pães de queijo	42
3.3	Pesquisa de mercado	48
4	CONCLUSÕES	60
	REFERÊNCIAS	61
	CAPÍTULO 3 Avaliação do efeito do congelamento nas massas e nos pães de queijo oriundos de pré-mistura para pão de queijo e de sua estabilidade durante o armazenamento	64
1	INTRODUÇÃO	67
2	MATERIAL E MÉTODOS	70
2.1	Obtenção da pré-mistura para pão de queijo	70
2.2	Obtenção das massas e dos pães de queijo para estudo do efeito do congelamento	70
2.3	Delineamento experimental do estudo do congelamento	71
2.4	Análises nas massas dos pães de queijo	72
2.5	Análises nos pães de queijo	73
2.6	Obtenção das pré-misturas e dos pães de queijo para estudo da estabilidade ao longo do tempo	75
2.7	Delineamento experimental do estudo da estabilidade ao longo do tempo	76

2.8	Análises nas pré-misturas.....	76
2.9	Análises nos pães de queijo.....	77
2.10	Análises estatísticas.....	77
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	78
	CONCLUSÕES	128
	REFERÊNCIAS	129
	APÊNDICES.....	133

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO

Pão de queijo é um produto resultante do assamento de uma massa obtida, basicamente, pela mistura de polvilho, queijo, água, gordura e sal, podendo conter outros ingredientes, principalmente ovos e leite (PIZZINATTO, 2000). A sua origem ainda não foi bem elucidada, acreditando-se que tenha surgido nas cozinhas das fazendas mineiras, de onde se disseminou por todo o país (PEREIRA, 1998).

Além de ser um produto saboroso, o pão de queijo é fonte de carboidrato, contendo quantidades consideráveis de proteínas, minerais e lipídios. Como se ainda não bastassem todas estas vantagens nutricionais, ele ainda pode ser consumido por pacientes celíacos, ou seja, por pessoas que apresentam intolerância à fração prolamina das proteínas presentes em alguns cereais, como trigo, centeio, cevada e aveia.

Pela sua grande expansão comercial, sendo levado para várias regiões do Brasil e fora do país, o pão de queijo passou por adaptações em sua formulação, sendo que, na realidade, o “verdadeiro pão de queijo mineiro” apresenta uma série de formulações. A forma de comercialização também varia, podendo ser do produto assado ou da massa crua ou, ainda, da massa moldada e congelada.

Como praticidade, o mercado já dispõe de formulações de pré-mistura para pão de queijo, tanto para o público doméstico como para padarias e indústrias maiores. Nestas formulações é necessária a adição de leite ou água, de ovo e/ou queijo, o que diminui a praticidade e a conveniência do produto. Essas formulações também não são padronizadas, o que leva a grandes oscilações nas características físicas e sensoriais dos pães de queijo obtidos.

O público consumidor está cada vez mais atento à qualidade dos produtos e, além disso, a cada dia, dispõe de menos tempo para se dedicar ao preparo de alimentos em casa. Verificando-se a necessidade de estudos que

revelassem a melhor composição dessas formulações, foi realizada uma pesquisa com a finalidade de otimizar uma pré-mistura para pão queijo completa, que necessitasse apenas da adição de água para a obtenção da massa (NAGATA, 2011).

Visando à continuidade da pesquisa, este trabalho foi realizado com os objetivos de caracterizar, por meio de análises físicas, químicas e sensoriais, a pré-mistura para pão de queijo desenvolvida em laboratório e seus pães de queijo, obtendo informações relevantes, como, por exemplo, o teor de macronutrientes, para que o produto possa ser comercializado, e realizar uma pesquisa de mercado do novo produto, entendendo como ele seria recebido pelo consumidor. Além disso, verificou-se a necessidade de avaliar o efeito de diferentes tipos de congelamento na massa e nos pães de queijo oriundos dessa formulação, uma vez que a pré-mistura pode ser utilizada por padarias e estabelecimentos maiores, que necessitem congelar a massa já elaborada. Outro objetivo do trabalho foi avaliar a estabilidade da pré-mistura desenvolvida no laboratório, acondicionada em embalagens diversas e também dos pães de queijo dela obtidos, verificando a melhor embalagem a ser utilizada e o tempo de armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O pão de queijo: origem e definição

O pão de queijo é um produto de panificação típico do Brasil. Sua origem ainda não está bem elucidada, acreditando-se que tenha surgido nas cozinhas das fazendas mineiras, de onde se disseminou por todo o país (PEREIRA, 1998). Alguns historiadores consideram que o biscoito de polvilho tenha sido o precursor do pão de queijo, por volta do século XVIII. Existem indícios de que esse produto possa ter surgido no noroeste de Minas Gerais, em consequência da criatividade de escravas de origem angolana no aproveitamento de sobras de ingredientes da cozinha colonial. Há, ainda, aqueles que apontam o Triângulo Mineiro como o berço desse produto (RIBAS, 1997 citado por JESUS, 1997) que, hoje, é amplamente consumido em todo o país e também no exterior.

O pão de queijo pode ser definido como o produto resultante do assamento de uma massa obtida, basicamente, pela mistura de polvilho, queijo, água, gordura e sal, podendo conter outros ingredientes, principalmente ovos e leite (PIZZINATTO, 2000). Com relação ao tipo de polvilho, podem ser empregados o azedo ou o doce ou, ainda, a mistura destes dois tipos de amidos de mandioca (PEREIRA, 2001).

Com avanços na indústria de panificação para a fabricação de pão de queijo, como uso de leite, ovo e queijo em pó, surgiram inúmeras formulações contendo purê de batata, farinha de milho e até recheios e aromas artificiais (AL..., 2000).

Além de ser uma fonte reconhecida de carboidratos, o pão de queijo também é um produto de panificação isento de glúten, o que o coloca como alimento alternativo para pacientes celíacos (PEREIRA et al., 2004), ou seja, por

indivíduos que apresentam intolerância à fração prolamina das proteínas presentes em alguns cereais, como trigo, centeio, cevada e aveia.

Pelos motivos já citados, entre outros, sua produção vem crescendo de forma contínua, com a expansão do mercado consumidor, incluindo a exportação (MINIM et al., 2000).

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Pão de Queijo (ABPQ), apesar de não haver números exatos de tonelagem produzida no país, em 2008 estimava-se que, por mês, tenham sido 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. Entretanto, acreditava-se que existiam no Brasil cerca de 350 empresas devidamente legalizadas e, seguramente, para cada empresa legalizada havia três na informalidade (ARAÚJO, 2011).

De acordo com os dados da Aquisição Alimentar Domiciliar *per capita*, levantados no âmbito da Pesquisa de Orçamentos Familiares nos períodos de 2002 e 2003, a aquisição média anual *per capita* de pão de queijo no Brasil foi de 0,157 kg, ocorrendo um aumento significativo nos períodos de 2008 e 2009, quando passou a 0,185 kg (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2011).

2.2 Obtenção do pão de queijo

Não existe um processo padronizado para a produção do pão de queijo e esta ausência de padrões de qualidade contribui para uma diversidade muito grande, com produtos com características muito heterogêneas, o que pode influenciar a sua comercialização no mercado interno e dificultar o seu acesso ao mercado externo (PEREIRA, 2001). Neste contexto, sob a denominação de “pão de queijo” podem ser encontrados no mercado diferentes tipos de produtos com

características bem distintas. Apesar de não haver tecnologia padronizada, o método de fabricação adotado pela grande maioria dos produtores de pão de queijo utiliza como ingredientes básicos polvilho doce e/ou azedo, queijo, óleo e ovos, seguindo um princípio básico de escaldamento do polvilho com água, óleo ou leite, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento (PEREIRA et al., 2004). O método mais utilizado para a fabricação do pão de queijo está representado no fluxograma a seguir (Figura 1).

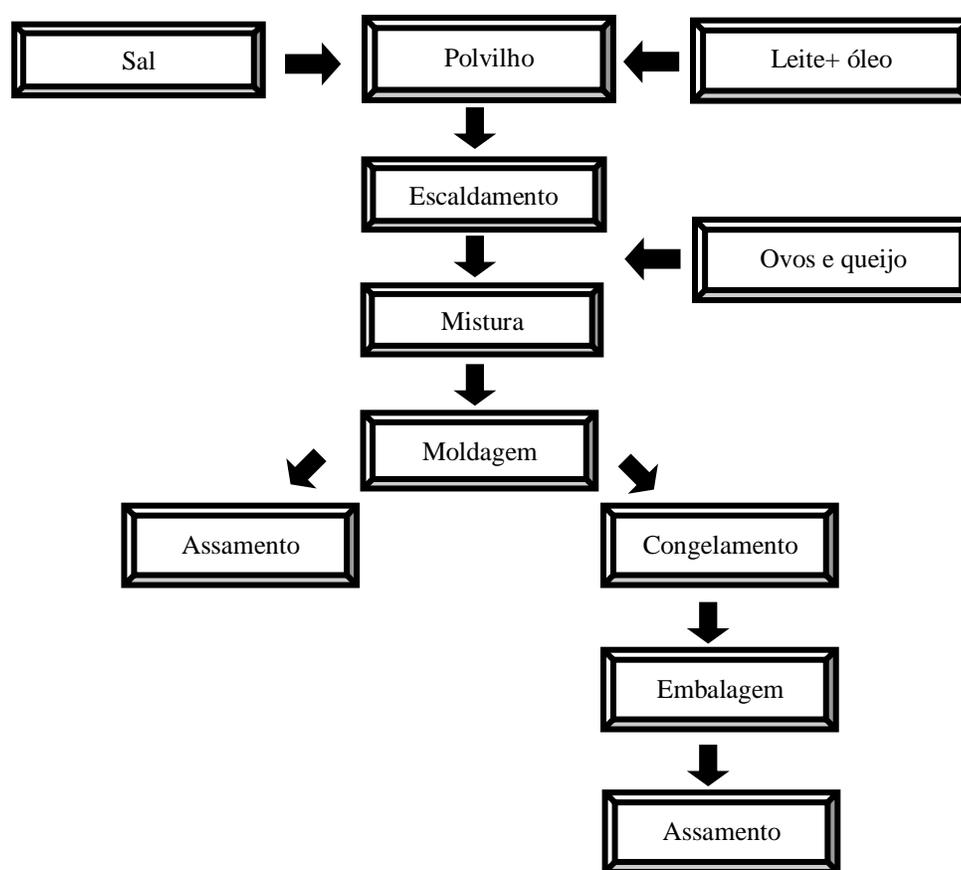


Figura 1 Fluxograma de fabricação do pão de queijo

O escaldamento é considerado etapa-chave na fabricação do pão de queijo por afetar a textura, o sabor e aparência final do produto (PEREIRA, 1998). É feito com o objetivo de gelatinizar o amido, conferindo-lhe características desejáveis no processamento (PIZZINATTO, 2000).

É uma das etapas em que ocorre maior variação entre as formulações empregadas pelos diferentes produtores. Alguns deles escaldam o polvilho apenas com água quente, outros com água, leite e óleo, existindo ainda outros que preferem adicionar todos os ingredientes (com exceção dos ovos) nesta etapa (PEREIRA, 1998).

Durante o escaldamento ocorrem modificações na estrutura interna do grânulo, provocando a quebra de ligações de hidrogênio que mantêm seu arranjo molecular e assim ocorre o fenômeno de hidratação e inchamento dos grânulos. No caso do amido de mandioca, para que essas modificações ocorram, é necessário que a temperatura atinja a faixa de 58 °C a 70 °C (PEREIRA, 1998; PIZZINATTO, 2000).

Machado e Pereira (2010) verificaram que o escaldamento iniciou o processo de gelatinização e teve grande influência na qualidade das massas de pão de queijo e nos pães de queijo produzidos por elas. As massas escaldadas apresentaram-se mais macias, com boa aparência e pouco pegajosas, sendo fáceis de serem trabalhadas, apresentando melhores resultados de textura, em relação às massas não escaldadas.

Durante a mistura são adicionados ingredientes como sal, ovos e queijo. Em geral, os produtores acrescentam o queijo por último (JESUS, 1997).

Geralmente, a produção dos pães de queijo é realizada em masseiras ou bateadeiras similares às empregadas na fabricação do pão comum; os ingredientes são intimamente misturados com o objetivo de ficarem completa e uniformemente dispersos. Com isso, obtêm-se uma mistura homogênea e a incorporação de certa quantidade de ar na massa (PEREIRA, 1998).

Logo após o amassamento, o produto é moldado manualmente ou em equipamentos apropriados, em formatos de bolas ou de pequenos troncos cilíndricos que variam de peso, dependendo do tipo do pão de queijo a ser produzido: tradicional, coquetel ou lanche (JESUS, 1997).

A modelagem mecânica da massa é um dos maiores problemas enfrentados pelos pequenos e médios produtores de pão de queijo (PEREIRA, 1998), pois, sem o equipamento apropriado, ocorre grande manuseio do produto, o que pode resultar em contaminação por microrganismos (JESUS, 1997).

A expansão da produção de pão de queijo foi possibilitada pelo seu congelamento, e o tipo de congelamento influencia a sua qualidade (PEREIRA, 1998).

Durante o congelamento, os lipídeos presentes na massa dos pães de queijo podem ser alterados em consequência de reações químicas, como reações de oxidação ou rancificação ou, ainda, por reações enzimáticas, como a oxidação hidrolítica. Outras reações que podem ocorrer durante o armazenamento e a temperaturas abaixo de zero são a cristalização de moléculas de amido, fenômeno chamado de retrogradação e a sinerese, na qual ocorre a liberação da água durante o descongelamento. Essas modificações podem ser influenciadas por grandes flutuações da temperatura de armazenamento e contribuem para a redução da vida útil (PEREIRA, 1998).

No caso de massas de pão, o congelamento é considerado lento quando a velocidade for inferior a 1 °C por minuto e rápido quando a velocidade for maior que 10 °C por minuto (MELLADO, 1992).

De acordo com Pereira (1998), pães de queijo submetidos ao congelamento lento, quando assados apresentam a casca mais dura e quebradiça, em função de ser um processo demorado, realizado normalmente em *freezer* doméstico, que leva à formação de grandes cristais de gelo, causando

rompimento das células com a conseqüente desorganização da estrutura do produto.

Por outro lado, quando submetidos ao congelamento rápido, depois de assados, os pães de queijo apresentam casca mais fina e uniforme, pois temperaturas de até $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ promovem um resfriamento brusco, levando à formação de diminutos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto. Neste tipo de congelamento são normalmente utilizados fluidos criogênicos (nitrogênio líquido, dióxido de carbono) e congelamento a ar (congeladores espirais, túneis e câmaras de congelamento) (PEREIRA, 1998; PIZZINATTO, 2000).

Devido ao alto poder de refrigeração, os fluidos criogênicos possibilitam o mais eficiente congelamento, sendo rápido e seguro, pois mantém a qualidade mesmo dos produtos alimentícios mais frágeis. Com a utilização do nitrogênio líquido ocorrem menor desidratação do alimento durante o processo de congelamento, menores perdas de peso do produto ao proceder seu descongelamento, melhores características sensoriais, melhor qualidade microbiológica, detenção dos processos de oxidação e rancificação provocados pelo oxigênio e pelo desenvolvimento microbiológico, além de evitar o fenômeno de separação dos componentes (TIERNO, 2000).

Vários estudos têm sido realizados com a finalidade de investigar o efeito do congelamento nas características físicas, químicas e sensoriais dos pães de queijo. Em um trabalho realizado com este objetivo, Silva et al. (2009) verificaram que, durante o congelamento das massas de pão de queijo, elas apresentaram aumento do teor de umidade até a metade do período de congelamento e depois decréscimo; a quantidade de cinzas, o extrato etéreo e o pH diminuíram com o congelamento, ao contrário do que ocorreu com a acidez titulável. O congelamento não alterou os teores de umidade e de cinzas dos pães de queijo assados. O extrato etéreo e o pH dos pães de queijo tenderam a

diminuir com o congelamento, enquanto a acidez titulável tendeu a aumentar seus teores, assim como ocorreu com o congelamento das massas. O congelamento também provocou aumento na força de compressão, ou seja, maior firmeza dos pães de queijo (mais duros).

Depois de congelados, os pães de queijo são embalados, considerando o peso líquido a ser colocado em cada pacote (PIZZINATTO, 2000).

A etapa de cocção, ou assamento, da massa é a última e a mais importante para a definição da qualidade do pão de queijo. Durante seu transcurso, a massa é transformada em um produto leve, poroso, apetitoso e de fácil digestão (PEREIRA, 1998).

O assamento do pão de queijo deve ser feito em condições padronizadas, em temperaturas entre 180 °C e 200 °C (JESUS, 1997).

Em resumo, as transformações ocorridas com a massa durante o assamento compreendem a evaporação de uma pequena quantidade de água da massa, a dilatação da massa pela ação do vapor de água, o que acarreta o caráter poroso do miolo e a formação da casca ou crosta (PEREIRA 1998).

2.3 Pré-misturas

Podem-se chamar de pré-misturas, em panificação, formulações pré-preparadas, às quais é necessária apenas a adição de alguns ingredientes para a obtenção do produto final.

As pré-misturas surgiram no início dos anos 1990 e enfrentaram resistência inicial, por parte dos padeiros. Atualmente, isso não é mais nenhum problema, já que mais da metade dos produtos vendidos nas padarias é feita com pré-mistura (GIRO NEWS, 2008).

O uso da pré-mistura é uma tendência da panificação atual e permite ampla distribuição com baixos custos (SUNADA; PASCOLI; VILPOUX, 2010).

Atualmente, as panificadoras querem qualidade e quantidade em curto espaço de tempo e esta técnica facilita o dia a dia do padeiro. A pré-mistura elimina o processo de pesagem dos ingredientes, que demanda tempo e atenção dos profissionais. Na hora de calcular as vantagens e as desvantagens do uso de pré-misturas, devem-se levar em conta o tempo gasto pelo padeiro, o espaço usado para armazenagem dos produtos, enfim, todas as etapas que envolvem a produção. A pré-mistura pode até ter um custo maior, mas se todas as etapas forem calculadas, o padeiro chegará à conclusão de que compensa utilizá-la. As áreas de venda dos supermercados e padarias estão cada vez maiores e, na mesma proporção, as áreas de estoque e preparo têm diminuído cada vez mais. Para atender a essa nova realidade do mercado, as pré-misturas tornaram-se aliadas importantes nesse processo (GIRO NEWS, 2008).

Mix variado e pão fresquinho são pré-requisitos para garantir as vendas na seção de padaria. Ciente disso, a indústria de alimentos oferece pré-misturas dos mais variados tipos para facilitar o trabalho, garantindo agilidade no preparo, economia de estoque e espaço e um produto final com o mesmo padrão de qualidade e menor interferência da mão de obra. O segmento é altamente competitivo e precisa oferecer produtos de qualidade para fidelizar o consumidor. Cabe à indústria de panificação fornecer as ferramentas para que os padeiros tenham condições de criar produtos inovadores e rentáveis. As pré-misturas garantem um produto final de qualidade porque são produzidas com equipamentos de última geração e não dependem tanto de mão de obra especializada (NIGRO, 2009).

Nigro (2009) cita os principais motivos para se optar pelas pré-misturas, entre eles a qualidade das matérias-primas selecionadas e testadas, as quais

garantem uniformidade no produto final; praticidade e agilidade, pois os produtos são simples, versáteis e fáceis de manusear; diminuição do número de ingredientes necessários; treinamento e suporte oferecido pela indústria; menor índice de perdas e economia e variedade de opções.

Com relação às pré-misturas de pão de queijo, várias delas já são comercializadas sob a denominação de diversas marcas, entretanto, as formulações ainda não são padronizadas, sendo encontradas várias divergências em suas composições químicas, o que acarreta em oscilações nas características do produto.

2.4 Vida útil

A vida útil de um alimento é definida como o tempo em que o produto, conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luz, entre outros, apresenta alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (VITALI; TEIXEIRA NETO; GERMER, 2004).

Para Dias (2010), a vida útil de um alimento, vulgarmente conhecida por validade, é o período temporal no qual um alimento se mantém seguro para o consumidor, mantém as características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas e apresenta as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas. Em suma, o alimento, enquanto válido, terá de cumprir duas condições essenciais, segurança e qualidade.

A previsão da vida útil não é uma tarefa fácil e de resultado preciso. Contudo, é sempre útil ter o máximo de informações sobre o alimento a ser conservado, conhecendo-se, de preferência, o mecanismo e a cinética das principais reações de deterioração. A vida útil de um produto é informação

estratégica de uma empresa, que pode gerenciar melhor sua distribuição e informar, de forma mais adequada, as condições de sua conservação para os consumidores (MOURA et al., 2007).

A vida útil de um alimento depende, basicamente, de quatro fatores: formulação, processamento, embalagem e condições de estocagem (DIAS; JURADO, 2010).

No que se refere às embalagens para alimentos, tradicionalmente, elas têm sido planejadas para proteger o produto; um de seus principais requisitos é a não interação com o alimento acondicionado, funcionando, assim, como uma barreira inerte entre o alimento que acondicionam e o ambiente (RAMOS et al., 2008).

Inicialmente, o uso de embalagens plásticas para alimentos era restrito à sua característica de barreira, protegendo alimentos das ações do ambiente externo. No entanto, recentes desenvolvimentos de materiais tornaram possível o surgimento de embalagens flexíveis, capazes de suportar altas temperaturas (ROJA JUNIOR, 2008).

As embalagens flexíveis são aquelas obtidas pelo uso de materiais flexíveis, tais como papéis, celofane, plásticos e folhas metálicas (GAVA, 2002).

Na escolha do material flexível para embalagem, devem-se levar em consideração, além das observações anteriores, termossoldagem, encolhimento, resistência química, absorção de aroma, faixa de temperatura de trabalho, disponibilidade, compatibilidade e maquinabilidade (CASTRO; POUZADA, 2002).

O polietileno é um dos materiais termoplásticos mais utilizados para embalagem. É obtido pela polimerização do monômero insaturado, o etileno, cuja estrutura molecular pode ser da forma linear ou ramificada. Por meio do tipo de estrutura molecular, do grau de polimerização, do tamanho molecular e

das características dos monômeros utilizados na polimerização, obtém-se os diversos polímeros do grupo dos polietilenos. Quando se utilizam alta temperatura e alta pressão, produz-se o polietileno de baixa densidade ramificado e, quando se emprega catalisador estereoespecífico, obtém-se o polietileno de alta densidade em condições de pressão e temperatura relativamente menores (CORSO, 2007).

O polipropileno é o polímero obtido pela polimerização do monômero propileno. Nos últimos anos, houve grande avanço no processo de metalização do polipropileno biorientado (PPBO), para a obtenção de filmes com características otimizadas de barreira. De maneira geral, os laminados contendo PPBO metalizado apresentam melhores características de barreira ao vapor d'água que outros tipos de embalagem metalizada, como o PET (CORSO, 2007; RÖSCH; WÜNSCH, 2000).

O conhecimento das propriedades e das vantagens dos materiais que se empregam na fabricação de embalagens alimentares é de fundamental importância para uma escolha correta do tipo de proteção a ser oferecida ao produto (VIANNA et al., 2006).

REFERÊNCIAS

AI, que saudades do Brasil. **Veja**, São Paulo, v. 1671, n. 42, p. 38, out. 2000. Seção Holofote.

ARAÚJO, T. S. de. **Sabor que vem das montanhas**. Disponível em: <<http://www.empregoerenda.com.br/paginas/126/sabor-que-vem-das-montanhas>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

CASTRO, A. G.; POUZADA, A. S. **Embalagens para a indústria alimentar**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002. 26 p.

CORSO, M. P. **Embalagens**. Medianeira: UTFPR, 2007. 79 p.

DIAS, A. S.; JURADO, R. A. R. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Disponível em: <HTTP://www.prefeitura.sp.gov.br/.../vida_prateleira%5B1%5D_1255017636.ppt>. Acesso em: 30 ago. 2010.

DIAS, J. **Determinação da vida de prateleira nos alimentos**. Disponível em: <http://www.hipersuper.pt/2007/01/19/Determina_o_da_Vida_de_Prateleir/>. Acesso em: 30 ago. 2010.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 120 p.

GIRO NEWS. São Paulo, n. 151, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.gironews.com/revistas.asp>>. Acesso em: 14 jul. 2012.

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: 20 jun. 2011.

JESUS, C. C. de. **Contribuição para a caracterização físico-química e sensorial do pão de queijo**. 1997. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1997.

MACHADO, A. V.; PEREIRA, J. Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas e reológicas da massa e do pão de queijo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 421-427, mar./abr. 2010.

MELLADO, M. M. S. **Efeito de algumas variáveis do processo de panificação da massa congelada na estabilidade da massa estocada e na qualidade do pão.** 1992. 148 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

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.

MOURA, S. C. S. R. et al. Determinação da vida-de-prateleira de maçã-passa por testes acelerados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 141-148, jan./fev. 2007.

NAGATA, C. L. P. **Otimização de uma pré-mistura para pão de queijo.** 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

NIGRO, S. Padaria dos sonhos. **Giro News**, São Paulo, n. 151, p. 13-14, abr. 2009.

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

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. 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, out./dez. 2004.

PIZZINATTO, A. Processo de fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. (Ed.). **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo.** Campinas: Governo do Estado de São Paulo, 2000. p. 87-101.

RAMOS, A. M. et al. Efeito da embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 3, p. 259-269, jul./set. 2008.

ROJA JUNIOR, N. P. **Avaliação de embalagens flexíveis esterilizáveis e alimentos de pronto consumo para equipagens de aeronaves e para uso doméstico**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

RÖSCH, J.; WÜNSCH, J. R. Tendências em materiais com propriedades de barreira. **Plástico Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 25, p. 70-81, 2000.

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

SUNADA, C. da S.; PASCOLI, M. C.; VILPOUX, O. **Pré-mistura para produção do pão sem glúten baseada em derivados da mandioca**. Rio de Janeiro: ACELBRA-RJ, 2010. Disponível em: <http://www.riosemgluten.com/premix_de_mandioca.htm>. Acesso em: 15 jul. 2010.

TIERNO, A. C. Congelamento. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. (Ed.). **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Governo do Estado de São Paulo, 2000. p. 103-109.

VIANNA, R. I. et al. Embalagens flexíveis monocamada para acondicionamento de produtos liofilizados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA, 2006. 1 CD-ROM.

VITALI, A. A.; TEIXEIRA NETO, R. O.; GERMER, S. P. M. Testes acelerados de vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S. C. S. R.; GERMER, S. P. M. (Ed.). **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3. ed. Campinas: ITAL, 2004. cap. 3, p. 75-81.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO E PESQUISA DE MERCADO DE PRÉ-MISTURA PARA PÃO DE QUEIJO

RESUMO

O pão de queijo é produto de panificação conhecido internacionalmente. Não tem padrão de identidade e qualidade e pode ser comercializado de diversas formas. Entre elas destacam-se as pré-misturas para pão de queijo. Assim, foi desenvolvida uma formulação de pré-mistura para pão de queijo completa que necessita apenas de água para o preparo da massa. Visando à continuidade da pesquisa, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar, por meio de análises físicas, químicas e sensoriais, a pré-mistura para pão de queijo desenvolvida em laboratório e seus pães de queijo, obtendo informações relevantes, como, por exemplo, o teor de macronutrientes, para que o produto possa ser comercializado. Também foi realizada uma pesquisa de mercado do novo produto, entendendo como ele seria recebido pelo consumidor. A pré-mistura apresentou 8,42 g 100 g⁻¹ de umidade, 19,52 g 100 g⁻¹ de extrato etéreo, 12,29 g 100 g⁻¹ de proteína bruta e cerca de 63,23 g 100 g⁻¹ de fração glicídica. Quanto às características físicas dos pães de queijo oriundos da pré-mistura desenvolvida no laboratório, foram encontradas boas características tecnológicas, sendo bem aceitos na análise sensorial e apresentando maiores notas para todos os atributos avaliados em comparação com as pré-misturas encontradas no mercado. Em relação à pesquisa de mercado, a pré-mistura para pão de queijo apresentou excelente intenção de compra. O público alvo era formado por pessoas de ambos os sexos, de todas as faixas etárias e classes de renda. A embalagem a ser comercializada deve ser conter 400 g do produto com rendimento de 20 pães de queijo médios. Ressalta-se de que a pré-mistura desenvolvida no laboratório poderá ter sucesso no mercado, mesmo entre aqueles que atualmente não consomem esse tipo de produto.

Palavras-chave: Panificação. Produto de conveniência. Análise sensorial. Desenvolvimento de novos produtos. Alimento de preparação rápida. Alimento sem glúten.

ABSTRACT

The cheese bread is a bakery product internationally known. It does not have an identity and quality standard and it can be commercialized in several ways. Among those ways, the cheese bread pre-mixture stands out. Thus, a fully powder formulation of cheese bread pre-mixture was developed by our team. This formulation only needs water in order to prepare the dough. Aiming the continuity of this research, this work had as objective characterize the cheese bread pre-mixture developed in laboratory as well as the cheese bread made with it using physical, chemical and sensory analysis. Through those analysis, important information such as the content of macronutrients can be obtained and it helps the commercialization of the product. Another objective was to develop a market research for this new product, understanding how it would be seen by the customer. The pre-mixture presented 8.42 g 100 g⁻¹ of humidity, 19.52 g 100 g⁻¹ of fat content, 12.29 g 100 g⁻¹ of crude protein and about 63.23 g 100 g⁻¹ of carbohydrate. Regarding the physical characteristics of the cheese breads made with the pre-mixture developed in laboratory, they showed good technologic characteristics, were well-accepted in the sensory analysis and showed higher score for all attributes evaluated in comparison to the pre-mixtures found in the market. Concerning the market research, the pre-mixture for cheese bread showed excellent purchase intent. The audience are people from both sex, all age groups and income classes, with higher levels of education. The package to be marketed must contain 400 g of the product and productivity of 20 medium cheese breads. It is highlighted that the pre-mixture developed in laboratory can be successful in the market, even among those people that do not consume this kind of product.

Keywords: Bakery. Convenience product. Sensory analysis. Development of new products. Fast food. Gluten-free food.

1 INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um produto de panificação genuinamente brasileiro. Acredita-se que ele tenha surgido nas cozinhas das fazendas mineiras. Hoje é amplamente consumido, tanto no Brasil quanto em outros países.

Desde a sua invenção, sua formulação passou por diversas modificações, não havendo padrões de identidade, de qualidade e de fabricação para o produto. Entretanto, segundo Pereira et al. (2004), apesar de não haver método de fabricação padronizado, o procedimento adotado pela grande maioria dos produtores de pão de queijo utiliza como ingredientes básicos polvilho doce e/ou azedo, queijo, óleo e ovos, seguindo um princípio básico de escaldamento do polvilho com água, óleo ou leite, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento.

As formas de comercialização também são bastante variadas, podendo ser encontrados no mercado o pão de queijo assado e pronto para o consumo, a massa moldada e congelada e também a pré-mistura.

O uso da pré-mistura é uma tendência da panificação atual e permite ampla distribuição, com baixo custo (SUNADA; PASCOLI; VILPOUX, 2010). Esse tipo de produto é utilizado tanto pelo público doméstico quanto por padarias e estabelecimentos maiores. Contudo, as pré-misturas para pão de queijo comerciais disponíveis, geralmente, necessitam da adição de mais ingredientes, como ovos e queijo, para a obtenção da massa e posterior forneamento, o que acaba por desestimular o seu consumo, devido à falta de praticidade e de conveniência das mesmas. Diante disso, foi desenvolvida anteriormente, por Nagata (2011), uma formulação de pré-mistura para pão de queijo completa, necessitando apenas de água para o preparo da massa. Entretanto, percebeu-se a necessidade de caracterizar o novo produto e também os pães de queijo oriundos dessa nova pré-mistura, além de realizar uma

pesquisa de mercado, uma vez que, para satisfazer às necessidades dos consumidores, é preciso conhecer as pessoas, seus desejos e suas necessidades. Para compreender como e por que as pessoas compram, é importante o estudo do comportamento do consumidor (COBRA, 2006). A pesquisa de mercado, além de permitir o teste de novas hipóteses, conceitos ou produtos, auxilia na identificação de problemas e oportunidades e ajuda a traçar perfis de consumidores e mercados (MALHOTRA, 2005).

Visando à continuidade da pesquisa, este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar, por meio de análises físicas, químicas e sensoriais, a pré-mistura para pão de queijo desenvolvida em laboratório e seus pães de queijo, obtendo informações relevantes, como, por exemplo, o teor de macronutrientes, para que o produto possa ser comercializado. Além disso, realizar uma pesquisa de mercado do novo produto, entendendo como ele seria recebido pelo consumidor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da pré-mistura para pão de queijo

Para a produção da pré-mistura para pão de queijo foram utilizados como ingredientes polvilho azedo, fécula de mandioca, amido de mandioca pré-gelatinizado, queijo em pó, leite em pó, ovo integral desidratado, gordura vegetal em pó e sal refinado iodado. Todos os ingredientes foram homogeneizados em agitador/homogeneizador em “V” TE 200/10 (Tecnal, Piracicaba, Brasil), por um período de 15 minutos, a 30 rpm, chegando-se a um produto diferenciado, devido à necessidade de acrescentar apenas água para a obtenção da massa. Por se tratar de *know-how* protocolado no Núcleo de Inovação Tecnológica da UFLA, as quantidades não foram divulgadas.

2.2 Obtenção das massas e dos pães de queijo

Por se tratar de uma formulação completa, para a obtenção da massa foi necessária apenas a adição de água. A pré-mistura adicionada de água foi batida em batedeira planetária, modelo BPA350W (Arno, São Paulo, Brasil), na velocidade máxima, por 3 minutos. Após a retirada da massa da batedeira, a mesma foi moldada com o auxílio de tubos de PVC de 3 cm de altura e 3 cm de diâmetro. O acabamento da moldagem foi realizado manualmente para que as massas de pão de queijo adquirissem formato esférico.

Para a obtenção dos pães de queijo, as massas, anteriormente citadas foram assadas em forno elétrico, modelo E1125 (Prática Technicook, Pouso Alegre, Brasil), a 170 °C, por 7 minutos.

2.3 Caracterização da pré-mistura para pão de queijo

O teor de umidade foi determinado por meio de pré-secagem em estufa, a 65 °C, com posterior secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C, até a obtenção do peso constante, conforme método nº 925.09 da Association of Official Analytical Chemists Internacional - AOAC (2005). O método utilizado para a determinação do teor de extrato etéreo foi de extração contínua em aparelho tipo Soxhlet, utilizando-se o éter etílico como solvente, de acordo com a metodologia nº 925.38 da AOAC (2005). O teor de cinzas foi determinado pelo método gravimétrico da AOAC, (2005) nº 923.03, com calcinação a 550 °C, com permanência da amostra dentro da mufla, por um período suficiente para a queima de toda matéria orgânica. A fibra bruta foi determinada pelo método gravimétrico, após hidrólise ácida, segundo a metodologia de Kamer e Ginkel (1952). A fração glicídica foi calculada pelo método de diferença, como determina a AOAC (2005). A acidez titulável e o pH foram determinados de acordo com a metodologia de Cecchi (2003).

2.4 Caracterização dos pães de queijo obtidos a partir da pré-mistura

Nos pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida em laboratório, também foi realizada análise de composição centesimal, pH e acidez titulável, seguindo as metodologias citadas no item anterior (2.2).

O volume foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço de acordo com o método 55-50 (American Association of Cereal Chemists - AACC, 2000). O volume específico foi calculado pela relação volume/massa. Os pães de queijo foram pesados em balança analítica, modelo 0079247 (Denver Instrument Company, Nova York, EUA). A densidade dos pães de queijo foi calculada pela relação massa/volume.

Para a obtenção do índice de expansão, o diâmetro e a altura das massas foram determinados por meio de um paquímetro digital (Digimess 150 mm/6, China) e seu peso mensurado em balança analítica modelo 0079247 (Denver Instrument Company, Nova York, EUA). Os mesmos dados foram medidos nos pães de queijo. O índice de expansão (IE) foi calculado da seguinte forma, conforme Pereira (2001):

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

Para determinar a força de compressão dos pães de queijo foi utilizado o analisador de textura TAXT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). Foi utilizada sonda cilíndrica de alumínio, com extremidade plana e 75 mm de diâmetro. Todos os dados obtidos foram analisados utilizando *software* Exponent Lite Express (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). A temperatura de análise foi de, aproximadamente, 25 °C e os parâmetros de configuração do aparelho foram: (i) velocidade de teste = 2,0 mm/s; (ii) velocidade de pré-teste = 2,0 mm/s; (iii) velocidade de pós-teste = 10,0 mm/s e (iv) distância de compressão = 50,0% de deformação.

A análise sensorial foi realizada por meio de dois testes de aceitação. Em uma primeira sessão, os provadores avaliaram os pães de queijo da pré-mistura desenvolvida em laboratório juntamente com pães de queijo oriundos de pré-mistura de quatro marcas comerciais. Na segunda sessão, apenas os pães de queijo da pré-mistura desenvolvida no laboratório foram avaliados. Sessenta consumidores, de ambos os sexos, com idades variando de 18 a 60 anos, foram convidados a realizar o teste. Os participantes eram consumidores regulares de pão de queijo. As amostras foram servidas na forma balanceada para minimizar o efeito da ordem de apresentação e o efeito que uma amostra exerce na

avaliação da próxima (WALKELING; MACFIE, 1995), seguindo o delineamento em blocos completos. As amostras foram servidas ainda quentes, na temperatura em que o produto normalmente é consumido, em recipientes plásticos, inodoros e codificados com números aleatórios de três dígitos. Durante o teste havia água para lavar o palato. Os pães de queijo foram avaliados quanto à aceitação em relação aos atributos de aparência, sabor, textura e impressão global, utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando entre os termos hedônicos “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore 1) e também quanto à intenção de compra por meio de escala de cinco pontos, variando entre os termos “certamente compraria” (escore 5) a “certamente não compraria” (escore 1). Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras, e aprovado, conforme parecer número 258.803.

2.5 Pesquisa de mercado

Para a pesquisa de mercado foi realizada uma pesquisa quantitativa (MALHOTRA et al., 2005). Considerando a população de Lavras, MG como próxima de 100.000 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013), heterogênea e utilizando-se um nível de confiança de 95% e um erro amostral de $\pm 5\%$, foram entrevistadas 381 pessoas acima de 18 anos em supermercados localizados em diferentes locais da cidade, em diferentes dias e horários. Utilizou-se, portanto, a amostragem não probabilística por conveniência (MALHOTRA et al., 2005).

A pesquisa foi realizada por meio de entrevista pessoal e o instrumento utilizado foi um questionário (consta em anexo) previamente elaborado que abordou, além dos dados demográficos, questões como o hábito de consumir e preparar pães de queijo, conhecimento e consumo de pré-misturas para pão de

queijo e se consumiriam o novo produto (pré-mistura para pão de queijo, à qual é necessária apenas a adição de água para a obtenção da massa).

2.6 Análises estatísticas

As análises da caracterização da pré-mistura e dos pães de queijo foram realizadas em cinco repetições. Com os dados obtidos, realizou-se análise estatística descritiva, obtendo-se média e desvio padrão.

Quanto à análise sensorial realizou-se análise de fatores paralelos (PARAFAC), de acordo com Nunes, Pinheiro e Bastos (2011), para avaliação simultânea dos dados de aceitação em relação aos atributos aparência, aroma, sabor e textura. Os dados foram analisados utilizando-se o programa computacional SensoMaker (versão 1.5). Também se realizou o cálculo do índice de aceitabilidade do produto, sendo adotada a equação: $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que A = nota média obtida para o produto e B = nota máxima dada ao produto. O IA com boa repercussão tem sido considerado maior ou igual a 70% (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Com relação à pesquisa de mercado, os dados coletados foram analisados por meio de análise de frequência, tabulação cruzada entre a intenção de consumir o novo produto e as demais variáveis avaliadas (dados demográficos, consumo de pão de queijo comprado, utilização, conhecimento e consumo de pré-misturas comerciais e se consideram o produto prático e conveniente). Utilizou-se o *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS – versão 20.0).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da pré-mistura

O mercado alimentício brasileiro tem apresentado uma dinâmica tendência para produtos de fácil e rápido preparo, acompanhando as grandes transformações que ocorreram no estilo de vida da população. A falta de tempo para o preparo de refeições em casa e a crescente preocupação com a qualidade de vida, juntamente com a abertura do mercado e o aumento do poder aquisitivo da população de baixa renda, muito contribuíram para esta situação (NANTE; KANESIRO; OLIVEIRA, 1999). Nesse segmento, as pré-misturas, em panificação, apresentam algumas vantagens em sua utilização por panificadoras, supermercados, lanchonetes e, até mesmo, pelo consumidor final, dentre as quais o barateamento da formulação, a agilidade do processamento e a padronização da qualidade (APLEVICZ; DEMIATE, 2007). Entretanto, trabalhos que avaliam esse tipo de produto, principalmente os voltados para a produção de pão de queijo, são raros na literatura, sendo difícil, portanto, que comparações sejam feitas com grandes números de estudos.

Os valores médios e seus respectivos desvios padrões da composição química, pH e acidez titulável da pré-mistura para pão de queijo desenvolvida no laboratório são apresentados na Tabela 1.

O valor encontrado para o teor de umidade ($8,42 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) está próximo ao valor médio encontrado por Aplevicz e Demiate (2007) para o mesmo parâmetro ($8,53 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), em um trabalho cujo objetivo foi avaliar a composição química de amostras comerciais de pré-misturas para pães de queijo.

Com relação ao extrato etéreo, o teor verificado neste estudo ($19,52 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) foi superior ao encontrado pelos mesmos autores para pré-misturas

comerciais (13,23 g 100 g⁻¹). Isso se justifica devido ao fato de se tratar de uma pré-mistura que já contém ovos e queijo, ingredientes ricos em lipídeos, sendo, portanto, os responsáveis pelo incremento de extrato etéreo na amostra. O mesmo ocorreu com o teor de proteína. Na amostra analisada foi encontrado o valor médio de 12,29 g 100 g⁻¹, muito acima daqueles encontrados nas pré-misturas comerciais analisadas por Aplevicz e Demiate (2007), que foi de 1,58 g 100 g⁻¹. A explicação para tal acontecimento, mais uma vez, diz respeito aos ingredientes que compõem a pré-mistura desenvolvida no laboratório, principalmente ovo integral desidratado e queijo em pó, já que as pré-misturas comerciais, em sua maioria, não contêm tais matérias-primas.

Quanto ao teor de cinzas (4,07 g 100 g⁻¹), a pré-mistura desenvolvida no laboratório apresentou valor médio pouco superior ao do estudo em comparação (3,11 g 100 g⁻¹). A análise de fibra bruta foi realizada somente para possibilitar o cálculo da fração glicídica.

A fração glicídica, ou extrato não nitrogenado, representou quase dois terços da composição total da pré-mistura, demonstrando a importância dos ingredientes, como o polvilho azedo, fécula de mandioca e amido de mandioca pré-gelatinizado, na formulação do produto. A quantidade verificada neste estudo foi menor (63,22 g 100 g⁻¹) que a encontrada por Aplevicz e Demiate (2007) (73,56 g 100 g⁻¹), em virtude do maior número de ingredientes presentes na pré-mistura, diminuindo, assim, a proporção dos compostos.

O valor médio do pH da amostra foi de 5,89, próximo ao menor valor (5,72) encontrado por Aplevicz e Demiate (2007). Quanto à acidez titulável, foi verificado um teor médio de 9,77 mEq NaOH 100g⁻¹, considerado alto quando comparado aos encontrados por Nagata (2011), na faixa de 0,12 a 0,93 mEq NaOH 100g⁻¹. Tal resultado talvez seja justificado pela presença de queijo em pó em grande quantidade, que contém, em sua formulação ácido láctico, utilizado como conservante ou, ainda, pela presença de polvilho azedo.

Tabela 1 Composição química, pH e acidez titulável da pré-mistura para pão de queijo desenvolvida em laboratório

Análises	Média e desvio padrão*
Umidade (g 100 g ⁻¹)	8,4242±0,1359
Extrato etéreo** (g 100 g ⁻¹)	19,5229±1,2543
Proteína bruta** (g 100 g ⁻¹)	12,2901±1,068
Cinzas** (g 100 g ⁻¹)	4,0711±0,0835
Fibra bruta** (g 100 g ⁻¹)	0,8893±0,0537
Fração glicídica** (g 100 g ⁻¹)	63,2266±2,3478
pH	5,89±0,0378
Acidez titulável (mEq NaOH 100g ⁻¹)	9,77±0,1647

* Média de cinco repetições; ** Valores em base seca

3.2 Caracterização dos pães de queijo

As mesmas análises realizadas para a caracterização da composição química da pré-mistura também foram realizadas nos pães de queijo obtidos a partir dela. Os valores médios encontrados estão descritos na Tabela 2.

Com relação ao conteúdo de umidade, os pães de queijo apresentaram valor médio de 26,46 g 100 g⁻¹, menor que os encontrados por Pereira et al. (2005) (29,91 a 33,20 g 100 g⁻¹), ao avaliarem pães de queijo provenientes de massas comerciais congeladas. Entretanto, está próximo aos verificados por Pereira (2001), ao analisar pães de queijo oriundos de massa não congelada, na faixa de 25,06 g 100 g⁻¹ a 26,66 g 100 g⁻¹.

Os teores de extrato etéreo, proteína bruta, cinzas e fração glicídica dos pães de queijo se apresentaram semelhantes aos encontrados na pré-mistura, uma vez que foram calculados em base seca. Quanto ao pH e à acidez titulável, também foram verificados valores próximos aos reportados para a pré-mistura.

Tabela 2 Dados médios \pm desvios padrões da composição química, pH e acidez titulável dos pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida em laboratório

Análises	Média e desvio padrão*
Umidade (g 100 g ⁻¹)	26,4573 \pm 0,8823
Extrato etéreo ** (g 100 g ⁻¹)	20,7858 \pm 1,4081
Proteína bruta ** (g 100 g ⁻¹)	10,5141 \pm 0,2679
Cinzas ** (g 100 g ⁻¹)	4,1203 \pm 0,0154
Fibra bruta ** (g 100 g ⁻¹)	1,7477 \pm 0,1136
Fração glicídica ** (g 100 g ⁻¹)	62,8321 \pm 1,3571
Ph	6,00 \pm 0,0292
Acidez titulável (mEq NaOH 100g ⁻¹)	8,0061 \pm 0,4260

* Média de cinco repetições; ** Valores em base seca

Quanto à caracterização física dos pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida no laboratório, na Tabela 3 apresentam-se os valores médios e seus desvios padrões das análises de volume, volume específico, densidade, índice de expansão e firmeza.

Com relação ao volume dos pães de queijo, foi verificado o valor médio de 29,47 cm³, sendo esse parâmetro de difícil comparação, pois é dependente da quantidade de massa utilizada para a fabricação do produto.

Já as análises de volume específico e densidade levam também em consideração a massa (peso) do pão de queijo. De acordo com Esteller e Lannes (2005), esses dois parâmetros mostram a relação entre o teor de sólidos e a fração de ar existente na massa assada. Massas com densidade alta ou volume específico baixo apresentam aspecto desagradável para o consumidor, associadas com alto teor de umidade, falhas no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação, sabor impróprio e baixa conservação. O valor médio encontrado neste estudo foi superior ao descrito por Leal et al. (2013), ao avaliarem as características físicas de uma formulação de pão de queijo utilizando queijos de leite de ovelha e de cabra (1,69 cm³/g e 1,72 cm³/g) e

semelhante ao utilizar queijo de leite de vaca (1,90 cm³/g). Com relação à densidade, valores menores são os mais desejáveis. Os pães de queijo analisados neste trabalho apresentaram valor médio de 0,49 g/cm³, valor inferior aos descritos no estudo citado (0,53 a 0,59 g/cm³),

O poder de expansão é altamente dependente da gelatinização do amido, sendo favorecida pelo teor de água fornecido na formulação (SILVA; FAÇANHA; SILVA, 1998). O índice de expansão médio apresentado pelos pães de queijo provenientes da pré-mistura foi de 1,30.

A textura é, primariamente, a resposta dos sentidos táteis para estímulos físicos que resultam do contato entre uma parte do corpo e o alimento (BOURNE, 2002). Neste estudo foi realizada análise de firmeza dos pães de queijo. Quanto menores os valores apresentados, mais macios podem ser considerados os pães de queijo. O valor médio encontrado foi de 22,86 N. Machado e Pereira (2010), ao avaliarem as modificações que ocorrem nas características físicas de pães de queijo, em virtude do escaldamento e da mistura de ingredientes, encontraram valores na faixa de 16,64 N até valores maiores de 50,00 N.

Tabela 3 Dados médios* \pm desvios padrões das análises físicas dos pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida no laboratório

Análises	Média e desvio padrão*
Volume (cm ³)	29,47 \pm 1,06
Volume específico (cm ³ /g)	1,87 \pm 0,12
Densidade (g/cm ³)	0,49 \pm 0,03
Índice de expansão	1,30 \pm 0,05
Firmeza (N)	22,86 \pm 4,28

*Média de cinco repetições

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, tendo ampla aplicação nas indústrias de alimentos e constituindo uma ferramenta extremamente importante para o desenvolvimento de novos produtos (ARAÚJO et al., 2009; MINIM, 2010).

Neste trabalho, para análise dos resultados do teste de aceitação sensorial, foi empregado o mapa de preferência interno multidimensional obtido por meio da análise de fatores paralelos (PARAFAC). Esse método torna possível analisar, simultaneamente, as interações entre a preferência dos consumidores, levando em conta os diferentes atributos avaliados para cada produto, o que pode facilitar a seleção de amostras favoritas (NUNES; PINHEIRO; BASTOS, 2011).

Optou-se, neste estudo, em uma primeira parte, por avaliar a amostra de pão de queijo proveniente da pré-mistura desenvolvida no laboratório, juntamente com pães de queijo de pré-misturas comerciais disponíveis no mercado, a fim de realizar a comparação. No Gráfico 1 observa-se o mapa de preferência interno multidimensional, no qual os quadrados representam as amostras de pães de queijo (A, B C e D – comerciais e PQL – pão de queijo da pré-mistura desenvolvida no laboratório), os vetores são os consumidores e os círculos os atributos avaliados (aparência, sabor, textura e impressão global).

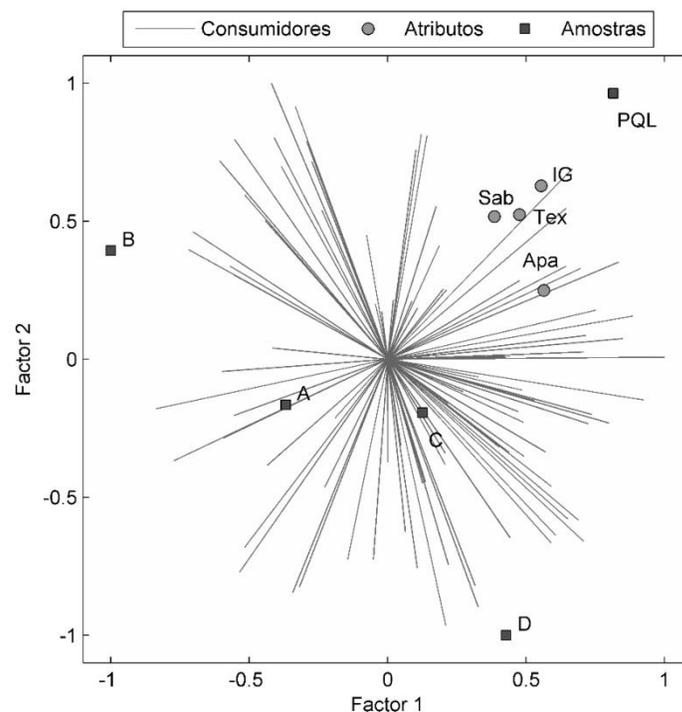


Gráfico 1 Mapa de preferência interno multidimensional (PARAFAC) para os atributos aparência (Apa), sabor (Sab), textura (Tex) e impressão global (IG). As amostras de pão de queijo denominadas A, B, C e D são provenientes de pré-misturas comerciais e a PQL da pré-mistura desenvolvida em laboratório

O modelo do PARAFAC apresentou corcôndia de 95,5% e explicou 38,4% da variância dos dados. Segundo Bro e Kiers (2003), um valor de corcôndia acima de 90% pode ser interpretado como um modelo adequado, enquanto um valor de 50% é indicativo de um modelo problemático. O valor apropriado é aquele que fornece o maior número de fatores com uma corcôndia que indica um modelo válido. Observando-se as extremidades dos vetores apresentados no Gráfico 1, que representam os consumidores, nota-se maior distribuição destes nos quadrantes da direita, nos quais se encontram as amostras D e PQL, indicando maior preferência por parte dos provadores por esses pães

de queijo. Verifica-se também que a amostra de pão de queijo proveniente da pré-mistura desenvolvida no laboratório (PQL) foi a que obteve as maiores notas de aceitação, em relação aos atributos avaliados.

Também foi realizada análise do índice de aceitabilidade das amostras de pães de queijo em estudo. Os resultados são apresentados na Tabela 4. Segundo Meilgaard, Civille e Carr (1991), para que um produto seja considerado com boa aceitação, é necessário que ele alcance um índice de aceitabilidade $\geq 70\%$. A amostra PQL apresentou índice superior a 70% em todos os atributos avaliados, superando, em alguns casos, os pães de queijo das pré-misturas comerciais empregadas no teste.

Tabela 4 Índice de aceitabilidade dos pães de queijo provenientes de quatro marcas comerciais de pré-mistura e da pré-mistura desenvolvida no laboratório

Atributos	Índice de aceitabilidade (%) [*]				
	A	B	C	D	PQL
Aparência	69,33	68,87	80,56	76,50	79,86
Sabor	75,35	76,62	72,57	75,58	79,98
Textura	68,75	69,91	72,92	75,93	72,80
Impressão global	71,88	73,26	73,35	74,65	77,78

*Índice de boa aceitação $\geq 70\%$ (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991)

Em outro momento da análise sensorial, a amostra PQL foi avaliada sozinha, com o objetivo de verificar a sua aceitação sem a possibilidade de comparação com outras amostras. Os resultados do índice de aceitabilidade dos pães de queijo são apresentados na Tabela 5. É possível notar que, de forma geral, a amostra PQL, foco do estudo de caracterização, obteve notas maiores, em todos os atributos avaliados, do que quando avaliada juntamente com outras amostras de pães de queijo.

Os resultados do mapa de preferência multidimensional (PARAFAC), mostrado no Gráfico 1, corroboram os resultados obtidos por meio do índice de aceitabilidade, indicando boa aceitação sensorial por parte dos consumidores pela amostra de pão de queijo proveniente da pré-mistura desenvolvida no laboratório.

Tabela 5 Índice de aceitabilidade dos pães de queijo provenientes da pré-mistura para pão de queijo desenvolvida no laboratório

Índice de aceitabilidade (%) [*]	Atributos			
	Aparência	Sabor	Textura	Impressão Global
PQL	84,26	85,37	78,15	83,70

^{*}Índice de boa aceitação $\geq 70\%$ (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991)

3.3 Pesquisa de mercado

Verificou-se que 100% dos entrevistados são consumidores de pão de queijo. Quando questionados sobre a origem dos pães de queijo consumidos, 86,6% responderam consumir o produto comprado em padarias, lanchonetes e em outros estabelecimentos que comercializam o produto e cerca de 94% dos consumidores o fabricam também em casa, para consumo próprio.

Os dados relacionados à frequência de consumo do pão de queijo comprado são apresentados no Gráfico 2. Daqueles que consomem pão de queijo comprado, 16,7% o fazem diariamente, 21,5% três vezes por semana, 21,2% duas vezes por semana e 20,6%, uma vez por semana. Esses dados mostram o forte consumo do produto, incorporado no dia a dia dos entrevistados.

Por outro lado, com relação à frequência de consumo de pão de queijo fabricado em casa (Gráfico 3), apesar de grande parte afirmar produzi-lo em

casa, 26,3% dos consumidores disseram fabricar o produto menos de uma vez por mês. Isso pode ser explicado, talvez, pela dificuldade do método de fabricação e do tempo demandado para tal, já que, segundo Pereira et al. (2004), apesar de não haver uma tecnologia padronizada, o método de fabricação adotado pela grande maioria na produção de pão de queijo utiliza como ingredientes básicos polvilho doce e/ou azedo, queijo, óleo e ovos, seguindo um princípio do escaldamento do polvilho com água, óleo ou leite, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento, o que demanda algum tempo, disponibilidade e certa habilidade.

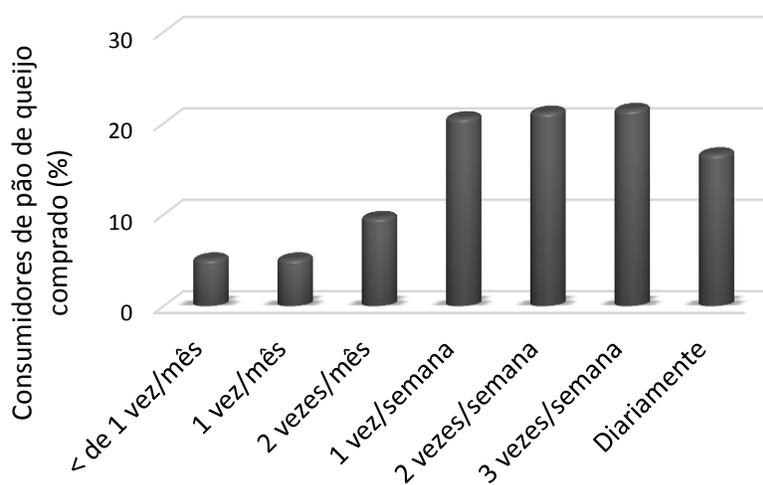


Gráfico 2 Frequência de consumo de pão de queijo comprado em padarias, lanchonetes e outros estabelecimentos

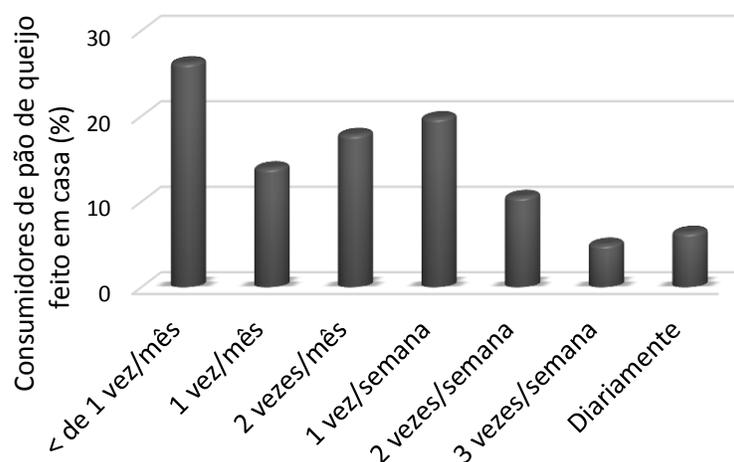


Gráfico 3 Frequência de consumo de pão de queijo feito em casa

Quando perguntados sobre a forma de preparo do pão de queijo feito em casa, 71,5% preparam massa caseira, 43,3% utilizam também massa moldada e congelada e apenas 32,4% das pessoas que fazem pão de queijo em casa utilizam pré-mistura, o que pode ser justificado pelo fato de alguns entrevistados não conhecerem esse tipo de produto. Esses dados revelam também que os consumidores ainda preferem preparar seu pão de queijo da forma tradicional, entretanto, segundo Ventura (2010), nos próximos 20 anos, as empresas irão se defrontar com mudanças no perfil de consumo de seus potenciais clientes. Diversos fatores estruturais, como o envelhecimento populacional, a valorização da qualidade de vida e o aumento do poder de consumo das classes de baixa renda, serão responsáveis pelo ingresso de novos consumidores que, adicionalmente, se mostrarão cada vez mais exigentes, implicando na necessidade de maior segmentação do mercado e de diferenciação de produtos e serviços. Dentre as tendências de consumo, destaca-se a busca pelo consumo prático, ou seja, aumento da demanda por produtos de elevada praticidade e que

contribuam para a otimização do tempo, sendo essa uma característica da pré-mistura para pão de queijo em estudo.

Ainda tratando desse assunto, um ponto interessante é que o tempo gasto no preparo de alimentos em casa tem diminuído. Na década de 1960, o tempo médio de preparo de alimentos em casa era de 100 minutos. Em 1980, passou a ser de 60 minutos. Atualmente, acredita-se que esse tempo médio seja de 30 minutos, podendo chegar a apenas 15 minutos, nos grandes centros urbanos (GUISSONI; CONSÓLI, 2014). Nesse aspecto, a pré-mistura desenvolvida em laboratório se destaca, por serem necessários apenas três minutos para a obtenção da massa do pão de queijo.

Os entrevistados também foram questionados se conheciam as pré-misturas para pão de queijo disponíveis no mercado. Cerca de 81,6% disseram conhecer, dos quais 35% afirmaram utilizar esse tipo de produto para o preparo do pão de queijo em casa, 45% não utilizam e 20% já utilizaram, porém, não utilizam mais. Dos consumidores que afirmaram conhecer o produto, 33,8% responderam ser necessário acrescentar água e ovos à pré-mistura para a obtenção da massa e 66,2% acreditam ser necessário acrescentar água, ovos e queijo. Ninguém respondeu conhecer uma pré-mistura que necessite apenas de água para a obtenção da massa, demonstrando, portanto, que o produto desenvolvido apresenta diferencial em relação aos demais.

Conveniência e praticidade podem ser representadas pela crescente demanda por produtos que permitam aos consumidores a economia de tempo e de esforço. Assim, especificamente sobre o desenvolvimento de produtos, percebe-se que diversas indústrias têm dirigido esforços junto a seus fornecedores no sentido de desenvolverem produtos que possam ser mais facilmente preparados em casa, como congelados, produtos prontos para consumo e de conveniência (GUISSONI; CONSÓLI, 2014). Nesse sentido, os entrevistados foram questionados sobre o fato de considerarem ou não as pré-

misturas para pão de queijo práticas e convenientes e 73,3% dos consumidores responderam que sim, consideram o produto prático e conveniente, o que favorece a aceitação desses produtos por parte dos consumidores, sendo um nicho de mercado em expansão.

Dos consumidores que não consomem pré-misturas para pão de queijo ou que informaram já terem consumido, porém que não consomem mais, cerca de 35% disseram que o motivo para isso se deve ao fato de não conhecerem o produto. Além disso, 42,1% também citaram a má qualidade sensorial do produto obtido de pré-mistura como a causa do não consumo (Gráfico 4). Verifica-se, portanto, a importância de ampliação das estratégias de marketing por parte das indústrias produtoras, além de estudos, como este, para avaliar a melhor formulação das pré-misturas e sua qualidade tecnológica e, sobretudo, sensorial.

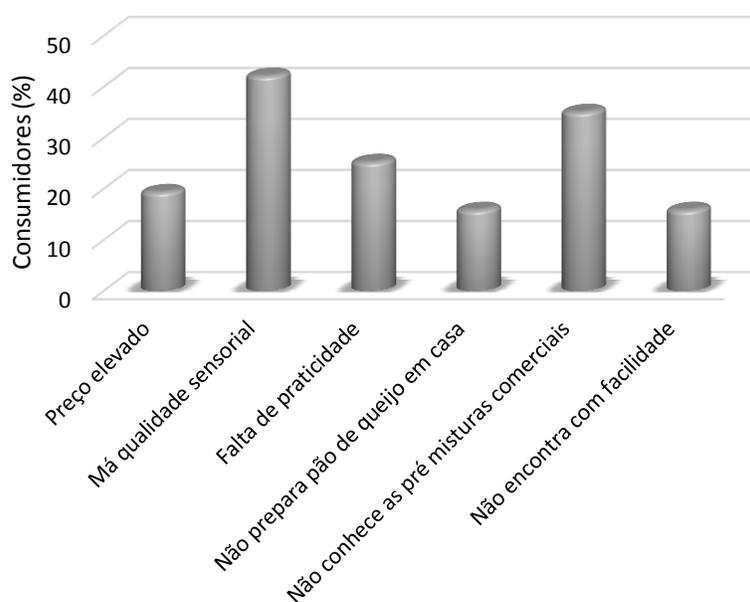


Gráfico 4 Motivos determinantes para o não consumo de pré-misturas para pão de queijo

Posteriormente aos questionamentos gerais sobre pão de queijo, foi apresentado aos entrevistados o conceito do novo produto: pré-mistura para pão de queijo que já contém todos os ingredientes, inclusive ovos e queijo, sendo necessário apenas acrescentar água para a obtenção da massa, para posterior moldagem e assamento; embalagem de 400 g; tempo de preparo da massa de 3 minutos, para posterior forneamento e rendimento médio de 20 pães de queijo médios. Verificou-se a intenção de compra da pré-mistura desenvolvida no laboratório (Gráfico 5).

Cerca de 81% dos consumidores entrevistados demonstraram interesse em consumir o novo produto, índice bastante expressivo.

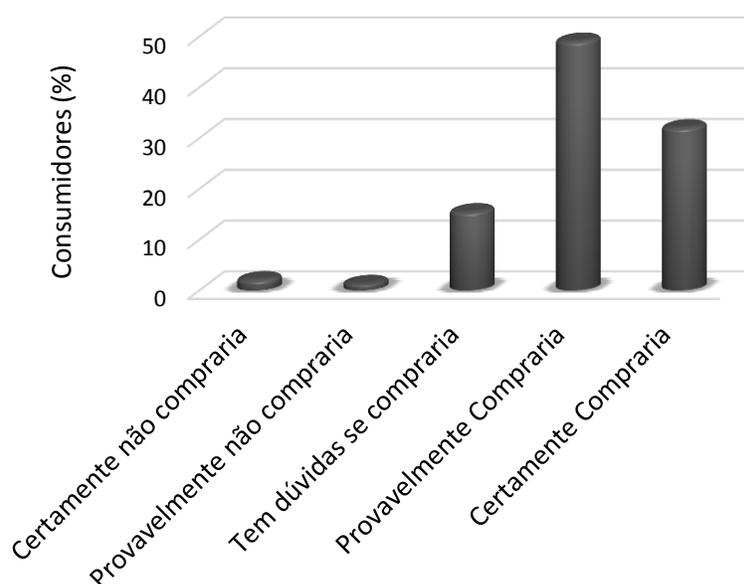


Gráfico 5 Intenção de compra da pré-mistura para pão de queijo desenvolvida no laboratório

Constatou-se que a intenção de consumir o novo produto foi maior entre as pessoas que consomem pão de queijo comprado, que conhecem as pré-

misturas comerciais, que já consomem pré-misturas comerciais e que as consideram práticas e convenientes (Tabela 6). No entanto, entre as pessoas que relataram não consumir pré-mistura para pão de queijo, dois terços (75%) demonstraram interesse em experimentar a pré-mistura para pão de queijo completa, o que pode ser devido à busca por produtos mais práticos e convenientes e à falta de tempo disponível para a elaboração de preparações.

Tabela 6 Resultado da análise de tabulação cruzada entre a intenção de compra do novo produto e o consumo de pão de queijo comprado, utilização, conhecimento e consumo de pré-misturas comerciais e se consideram o produto prático e conveniente

Variáveis	Resp.	Intenção de comprar o novo produto										p*
		CNC		PNC		TDC		PC		CC		
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Consumo de pão de queijo comprado	Não	1	2,0	4	7,8	10	19,6	23	45,1	13	25,5	0,00
	Sim	7	2,1	1	0,3	49	14,8	164	49,7	109	33,0	
Conhece pré-misturas comerciais	Não	4	5,7	2	2,9	17	24,3	37	52,9	10	14,3	0,00
	Sim	4	1,3	3	1,0	42	13,5	150	48,2	112	36,0	
Consumo de pré-misturas comerciais disponíveis no mercado	Não	4	2,9	3	2,1	28	20,0	71	50,7	34	24,3	0,00
	Sim	0	0,0	0	0,0	3	2,8	43	39,4	63	57,8	
	JCNC	0	0,0	0	0,0	11	17,7	36	58,1	15	24,2	
Considera as pré-misturas comerciais práticas e convenientes	Não	2	2,4	2	2,4	22	26,5	42	50,6	15	18,1	0,00
	Sim	2	0,9	1	0,4	20	8,8	108	47,4	97	42,5	

* significativo, a 1%, pelo teste de Qui-quadrado; Resp: respostas; CNC: certamente não compraria; PNC: provavelmente não compraria; TDC: tem dúvidas se compraria; PC: provavelmente compraria; CC: certamente compraria; JCNC: já consumiu, porém não consome mais

Entre as características demográficas avaliadas, observa-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) na intenção de consumir o novo produto para as variáveis sexo, faixa etária e renda familiar (Tabela 7), mostrando que a pré-mistura para pão de queijo completa, que necessita apenas de água para a obtenção da massa, tem apelo de mercado para pessoas de ambos os sexos, jovens ou mais velhas e com renda menor ou maior, abrangendo grande número de consumidores.

Em relação à variável escolaridade, verificou-se que há maior intenção de consumir o novo produto entre as pessoas com maior nível desse quesito (Tabela 7). A escolaridade é fator determinante para o aumento de renda do trabalhador que, por sua vez, está relacionado ao crescimento de domicílios com apenas um habitante. Cerca de 10% dos 56 milhões de domicílios brasileiros são habitados por uma única pessoa, ou seja, são mais de 5 milhões de pessoas morando sozinhas no Brasil, segundo dados do IBGE. Entre os anos de 1996 e 2006, houve um crescimento de 8% para 10,7% do número de domicílios com um único habitante. O avanço estimado no número de pessoas sós para 2016 é de 12 milhões. Pessoas que moram sozinhas têm demandas próprias e formas próprias de consumo de bens e serviços, em muitos casos, bastante diferenciadas de quem mora com a família ou, mesmo, com apenas uma outra pessoa. Há necessidade de parte dessas pessoas otimizar seu tempo, a fim de poder conciliar as atividades profissionais e pessoais com as demandas de sua moradia, a chamada administração da casa. Por isso, todos os produtos ou serviços que possam facilitar as tarefas domésticas dessas pessoas têm grande chance de aceitação (VENTURA, 2010), justificando, portanto, a maior aceitação da pré-mistura para pão de queijo completa entre as pessoas com maior nível de escolaridade.

Tabela 7 Resultado da análise de tabulação cruzada entre a intenção de compra do novo produto e as variáveis demográficas analisadas

Variáveis	Resp.	Intenção de comprar o novo produto										p*
		CNC		PNC		TDC		PC		CC		
		N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Sexo	F	5	1,7	2	0,7	42	14,3	147	50,2	97	33,1	0,157
	M	3	3,4	3	3,4	17	19,3	40	45,5	25	28,4	
Faixa etária	<20	0	0,0	0	0,0	3	15,0	8	40,0	9	45,0	0,186
	20-29	5	4,3	0	0,0	22	19,0	60	51,7	29	25,0	
	30-39	0	0,0	3	2,8	14	12,8	62	56,9	30	27,5	
	40-49	1	1,4	0	0,0	9	12,3	33	45,2	30	41,1	
	50-59	2	3,8	2	3,8	9	17,0	20	37,7	20	37,7	
	60-69	0	0,0	0	0,0	2	20,0	4	40,0	4	40	
Renda familiar**	1 a 3	3	2,2	3	2,2	20	14,4	73	52,5	40	28,8	0,926
	3 a 6	3	1,8	2	1,2	27	16,5	76	46,3	56	34,1	
	6 a 10	1	1,9	0	0,0	10	18,5	27	50,0	16	29,6	
	> 10	1	4,2	0	0,0	2	8,3	11	45,8	10	41,7	
Escolaridade	FI	0	0,0	2	16,7	3	25,0	3	25,0	4	33,3	0,000
	FC	0	0,0	0	0,0	6	20,0	11	36,7	13	43,3	
	MI	2	5,7	1	2,9	7	20,0	17	48,6	8	22,9	
	MC	1	1,1	0	0,0	13	14,9	37	42,5	36	41,4	
	SI	4	3,2	2	1,6	20	15,9	71	56,3	29	23,0	
	SC	0	0,0	0	0,0	7	10,4	34	50,7	26	38,8	
	PG	1	4,2	0	0,0	3	12,5	14	58,3	6	25,0	

*Valor-p do teste de qui-quadrado para homogeneidade; ** Valores em salários mínimos; Resp: respostas; CNC: certamente não compraria; PNC: provavelmente não compraria; TDC: tem dúvidas se compraria; PC: provavelmente compraria; CC: certamente compraria; F: feminino; M: masculino; FI: ensino fundamental incompleto; FC: ensino fundamental completo; MI: ensino médio incompleto; MC: ensino médio completo; SI: ensino superior incompleto; SC: ensino superior completo; PG: pós-graduação

O grau de concordância, por parte dos consumidores, em relação às características elencadas para o novo produto é apresentado no Gráfico 6.

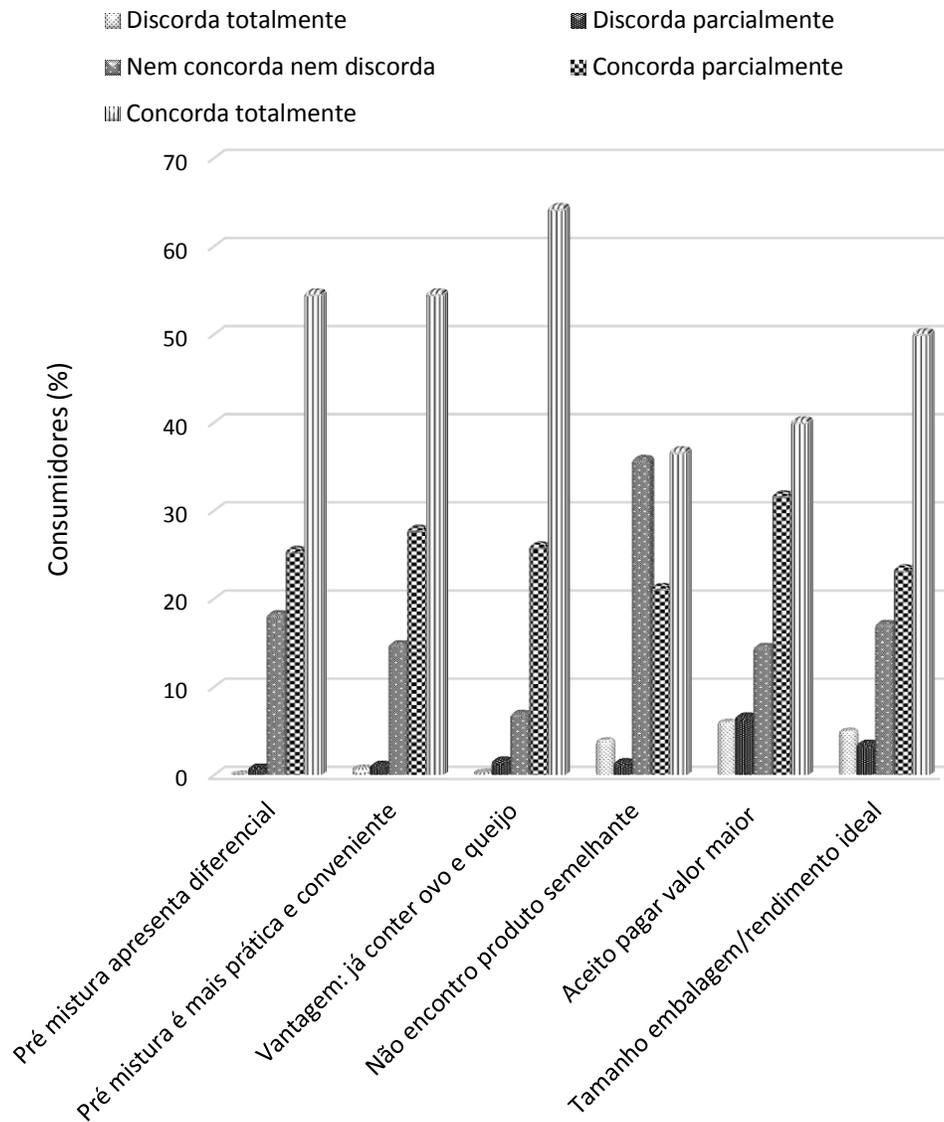


Gráfico 6 Grau de concordância, por parte dos consumidores, em relação às características do novo produto

A maior parte dos entrevistados concordou totalmente com a afirmação de que o novo produto apresenta diferencial em relação aos demais do mesmo segmento, sendo, portanto, mais prática e conveniente e apresentando a vantagem de já conter, entre seus ingredientes, ovo e queijo. Além disso, os consumidores concordariam em pagar um valor maior pela pré-mistura, uma vez que ela não necessita de acréscimo de ingredientes e também acharam o tamanho da embalagem (400 g) e o rendimento (20 pães de queijo médios) ideais. Esse resultado evidencia o forte apelo comercial do novo produto.

4 CONCLUSÕES

A pré-mistura desenvolvida em laboratório apresenta teores de extrato etéreo e proteína bruta superiores aos das pré-misturas comerciais, por já conter em sua formulação ingredientes como queijo e ovos, se diferenciando das demais.

Os pães de queijo oriundos da pré-mistura desenvolvida em laboratório apresentam boas características tecnológicas, sendo bem aceitos na análise sensorial e obtiveram maiores notas para todos os atributos avaliados, em comparação com as pré-misturas encontradas no comércio.

Quanto à pesquisa de mercado, a pré-mistura para pão de queijo apresenta excelente intenção de compra. O público alvo da pesquisa era formado por pessoas de ambos os sexos, de todas as faixas etárias e de classes de renda, com maior nível de escolaridade. A embalagem a ser comercializada deve conter 400 g do produto com rendimento de 20 pães de queijo médios. Acredita-se que a pré-mistura desenvolvida em laboratório poderá ter sucesso no mercado, mesmo entre aqueles consumidores que atualmente não consomem esse tipo de produto.

REFERÊNCIAS

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American association of cereal chemists:** method 55-50. 10th ed. Saint Paul, 2000. 1200 p.

APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de *okara*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1416-1422, set./out. 2007.

ARAÚJO, W. M. C. et al. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: SENAC, 2009. 560 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNACIONAL. **Official methods of analysis of the Association of the Official Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg, 2005. 1920 p.

BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity:** concept and measurement. 2nd ed. London: Academic, 2002. 446 p.

BRO, R.; KIERS, H. A. L. A new efficient method for determining the number of components in PARAFAC models. **Journal of Chemometrics**, Greenville, v. 17, n. 5, p. 274-286, May 2003.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. rev. Campinas: UNICAMP, 2003. 207 p.

COBRA, M. **Administração de marketing no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Cobra, 2006. 454 p.

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

GUISSONI, L. A.; CÔNSOLI, M. A. **Consumidor de alimentos em trânsito e o foodservice**. 2014. Disponível em:
<<http://www.markestrat.org/publicacoes/consumidor-de-alimentos-em-trânsito-e-o-foodservice>>. Acesso em: 6 abr. 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

KAMER, J. H. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of cruser fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, Oct./Dec. 1952.

LEAL, N. S. et al. Comparação das características físicas e químicas de pão de queijo com leite de ovelhas, de cabras e de vacas. **Synergismus Scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 1, n. 8, p. 1-3, 2013.

MACHADO, A. V.; PEREIRA, J. Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas e reológicas da massa e do pão de queijo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 421-427, mar./abr. 2010.

MALHOTRA, N. K. et al. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson, 2005. 428 p.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2nd ed. London: CRC, 1991. 354 p.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 308 p.

NAGATA, C. L. P. **Otimização de uma pré-mistura para pão de queijo**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

NANTES, J. F. D.; KANESIRO, M. A. B.; OLIVEIRA, J. E. D. Tendências de consumo de alimentos. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, v. 7, n. 35, p. 36-38, mar./abr. 1999.

NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; BASTOS, S. C. Evaluating consumer acceptance tests by three-way internal preference mapping obtained by parallel factor analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, Manhattan, v. 26, n. 2, p. 167-174, Apr. 2011.

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. Comparação entre a composição química determinada e a declarada na embalagem de diferentes marcas de pão de queijo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 3, n. 29, p. 623-628, maio/jun. 2005.

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, out./dez. 2004.

SILVA, C. E. M.; FAÇANHA, S. H. F.; SILVA, M. G. Efeito do teor de amilose, amilopectina e grau de gelatinização no crescimento do biscoito de amido de mandioca obtido por fermentação natural. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 60-62, jan./abr. 1998.

SUNADA, C. da S.; PASCOLI, M. C.; VILPOUX, O. **Pré-mistura para produção do pão sem glúten baseada em derivados da mandioca**. Rio de Janeiro: ACELBRA-RJ, 2010. Disponível em: <http://www.riosemgluten.com/premix_de_mandioca.htm>. Acesso em: 15 jul. 2010.

VENTURA, R. Mudanças no perfil do consumo do Brasil: principais tendências nos próximos 20 anos. **Macroplan: Prospectiva, Estratégia & Gestão**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-15, ago. 2010.

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

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DO EFEITO DO CONGELAMENTO NAS MASSAS E NOS PÃES DE QUEIJO ORIUNDOS DE PRÉ-MISTURA PARA PÃO DE QUEIJO E DE SUA ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO

Uma formulação de pré-mistura para pão de queijo completa, que necessita apenas de água para o preparo da massa, foi desenvolvida, contudo, o público consumidor de alimentos está cada vez mais atento à qualidade. De nada adianta o desenvolvimento de novos produtos se eles não atenderam às expectativas com relação aos aspectos sensorial, nutricional e de segurança higiênico-sanitária. Nesse sentido, verificou-se a necessidade de dar continuidade ao trabalho, avaliando o efeito de diferentes tipos de congelamento na massa e nos pães de queijo oriundos dessa formulação, uma vez que essa pré-mistura pode ser utilizada por padarias e estabelecimentos maiores, que necessitem congelar a massa já elaborada. Além disso, avaliou-se também a estabilidade da pré-mistura desenvolvida em laboratório, acondicionada em embalagens de polietileno de baixa densidade transparente e branco e de polipropileno biorientado metalizado e também dos pães de queijo dela obtidos. Os pães de queijo congelados de forma rápida, utilizando nitrogênio líquido, apresentaram cristais de gelo menores e, além disso, menor perda de peso, menor aumento do teor de acidez titulável e maior volume, quando comparados àqueles congelados de forma lenta, demonstrando que, por meio do congelamento rápido, obtêm-se produtos de melhor qualidade. Com relação à análise sensorial, pode-se afirmar que, apesar da diminuição das notas dos atributos avaliados, estas se mantiveram dentro da faixa de aceitação, indicando que o congelamento, por até 180 dias, dos pães de queijo obtidos da pré-mistura desenvolvida no laboratório, é viável. Quanto ao estudo da estabilidade, verificou-se que a pré-mistura para pão de queijo deve ser armazenada em embalagens que apresentem boas características de barreira, tanto ao vapor de água e oxigênio, quanto à passagem de radiações luminosas, sejam elas artificiais ou naturais, a fim de se evitar reações de oxidação, bem como alterações sensoriais, como, por exemplo, da cor. Do ponto de vista sensorial, os pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida no laboratório se mantiveram dentro da faixa de aceitação em todos os atributos avaliados até 120 dias de armazenamento, indicando que, para um armazenamento por tempo superior, a formulação deva ser acrescentada de aditivos, com finalidade conservante.

Palavras-chave: Congelamento rápido. Embalagens. Vida útil. Análise sensorial. Cristais de gelo.

ABSTRACT

A formulation of cheese bread pre-mixture fully in powder, that needs only water to prepare the dough, was developed by our team. Although, the food consumer is increasingly careful about quality. Only developing new products is not enough if those products do not meet expectations with respect to sensory, nutritional and sanitary hygienic safety aspects. Therefore, it was verified the necessity to continue the work evaluating the effect of different types of freeze on the dough and cheese breads that came from this formulation because it can be used by bigger bakeries that need to freeze the dough. Also, analyze the stability of the pre-mixture developed in laboratory, stored in packages of milky transparent and low density polypropylene, and metallized biaxially oriented polyethylene, as well as the cheese breads made with it. Cheese breads that were quickly frozen using liquid nitrogen exhibited smaller ice crystals. In addition, in comparison to those slowly frozen, they had lower loss of weight, lower increase of titratable acidity and greater volume. This fact indicate that products with higher quality are obtained with quick freeze. Regarding the sensory analysis, it can be affirmed that despite the reduction of the scores of the evaluated attributes, they kept within the acceptance range. As a result, the freeze up to 180 days of the cheese breads obtained from the pre-mixture developed in laboratory is viable. About the stability study, it is verified that the pre-mixture for cheese bread must be stored in packages that have good barrier characteristics against both the water and oxygen steam and the passage of light radiation (artificial or natural) in order to avoid oxidation reactions, as well as sensory changes such as color. Through sensory analysis, the cheese breads made with the pre-mixture developed in laboratory maintained within the acceptance range in all the points evaluated up to 120 days of storage. This indicate that for a longer storage, additives must be added due to reasons of conservation.

Keywords: Quick freeze. Packages. Shelf life. Sensory analysis. Ice crystals.

1 INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um produto de panificação típico do Brasil, conhecido internacionalmente. Segundo Pizzinato (2000), pode ser definido como o produto resultante do assamento de uma massa obtida, basicamente, pela mistura de polvilho, queijo, água, gordura e sal, podendo conter outros ingredientes, principalmente ovos e leite.

É encontrado no mercado de diferentes formas e com características bem distintas. Essa variação pode ser justificada pela inexistência de padrões de identidade e qualidade para o produto, bem como dados sobre sua composição e métodos de fabricação (PEREIRA et al., 2005). Pode ser comercializado tanto o produto assado quanto a massa moldada e congelada. Além disso, o mercado dispõe também de formulações de pré-mistura para pão de queijo, tanto para o público doméstico como para padarias e indústrias maiores.

As pré-misturas, em panificação, são formulações pré-preparadas, às quais é necessária apenas a adição de alguns ingredientes para a obtenção do produto final. Elas surgiram no início da década de 1990 e enfrentaram resistência inicial por parte dos padeiros. Entretanto, isso não é mais considerado um problema, já que mais da metade dos produtos vendidos nas padarias é feita com pré-mistura (AÇÕES..., 2008).

Com relação às pré-misturas para pão de queijo, produtos de várias marcas são comercializados, entretanto, as formulações não são padronizadas, sendo encontradas várias divergências em suas composições químicas, levando a oscilações nas características de sabor, aparência e textura do produto. Esse fato foi verificado por Aplevicz e Demiate (2007), por meio de análises físico-químicas em pré-misturas comerciais. Além disso, as pré-misturas encontradas no mercado necessitam da adição de vários ingredientes, o que acaba por desestimular o seu consumo, devido à falta de praticidade e de conveniência das

mesmas. Sendo assim, foi desenvolvida uma formulação de pré-mistura para pão de queijo completa, necessitando apenas de água para o preparo da massa e posterior assamento.

Contudo, o público consumidor de alimentos está cada vez mais atento à qualidade. De nada adianta o desenvolvimento de novos produtos se eles não atenderem às expectativas com relação aos aspectos sensorial, nutricional e de segurança higiênica sanitária.

Nesse sentido, vida útil é definida como período temporal no qual um alimento se mantém seguro para o consumidor, mantém as características sensoriais, físicas, químicas e funcionais desejadas e mantém as características nutricionais evidenciadas na rotulagem, sob as condições de armazenagem recomendadas (DIAS, 2010). A embalagem na qual será armazenado o produto, por sua vez, tem influência direta na sua estabilidade ao longo do tempo. De acordo com Vianna (2006), o conhecimento das propriedades e das vantagens dos materiais que se empregam na fabricação de embalagens alimentares é de fundamental importância para uma escolha correta do tipo de proteção a ser oferecida ao produto.

Por outro lado, o congelamento das massas de pão de queijo propiciou a ampliação de seu mercado consumidor, tanto interno como externo, antigamente pouco explorado. Esta evolução evidenciou a necessidade de padronização de produção, a fim de melhorar a sua qualidade (PEREIRA et al., 2004). O tipo de congelamento influencia a sua qualidade. Pães de queijo submetidos ao congelamento lento, quando assados, apresentam a casca mais dura e quebradiça, por ser um processo demorado, realizado normalmente em *freezer* doméstico, que leva à formação de grandes cristais de gelo, causando rompimento das células com a conseqüente desorganização da estrutura do produto. Quando submetidos ao congelamento rápido, depois de assados, os pães de queijo apresentam casca mais fina e uniforme, pois temperaturas de até -

190 °C promovem um resfriamento brusco, levando à formação de diminutos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto. Nesse tipo de congelamento são normalmente utilizados fluidos criogênicos e congelamento a ar (PEREIRA, 1998; PIZZINATTO, 2000).

Diante do que foi exposto, verificou-se a importância de dar continuidade ao estudo desenvolvido por Nagata (2011), avaliando o efeito de diferentes tipos de congelamento na massa e nos pães de queijo oriundos dessa formulação, uma vez que essa pré-mistura pode ser utilizada por padarias e estabelecimentos maiores, que necessitem congelar a massa já elaborada. Além disso, avaliou-se também a estabilidade da pré-mistura desenvolvida em laboratório, acondicionada em embalagens de polietileno de baixa densidade transparente e branco e de polipropileno biorientado metalizado e também dos pães de queijo dela obtidos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção da pré-mistura para pão de queijo

Visando proporcionar maior praticidade e conveniência no momento do preparo de pães de queijo, foi desenvolvida, por Nagata (2011), uma formulação de pré-mistura que necessitava apenas da adição de água para a obtenção da massa. Para a produção dessa pré-mistura foram utilizados, como ingredientes, polvilho azedo, fécula de mandioca, amido de mandioca pré-gelatinizado, queijo em pó, leite em pó, ovo integral desidratado, gordura vegetal em pó e sal refinado iodado. Todos os ingredientes foram homogeneizados em agitador/homogeneizador em “V” TE 200/10 (Tecnal, Piracicaba, Brasil), por um período de 15 minutos, a 30 rpm, chegando-se a uma pré-mistura para pão de queijo diferenciada. Por se tratar de *know-how* protocolado no Núcleo de Inovação Tecnológica da UFPA, as quantidades não foram divulgadas.

Dando continuidade ao trabalho de Nagata (2011), neste estudo foram avaliados o efeito do congelamento nas massas e nos pães de queijo obtidos dessa formulação e a estabilidade da pré-mistura e dos pães de queijo provenientes da mesma, ao longo do tempo.

2.2 Obtenção das massas e dos pães de queijo para estudo do efeito do congelamento

As massas de pão de queijo foram elaboradas com base na formulação da pré-mistura desenvolvida por Nagata (2011). Por se tratar de uma formulação completa, para a obtenção da massa foi necessária apenas a adição de água. A pré-mistura adicionada de água foi batida em batedeira planetária, modelo BPA350W (Arno, São Paulo, Brasil), na velocidade máxima, por 3 minutos.

Após a retirada da massa da batedeira, a mesma foi moldada com o auxílio de tubos de PVC de 3 cm de altura e 3 cm de diâmetro. O acabamento da moldagem foi realizado manualmente, para que as massas de pão de queijo adquirissem formato esférico.

As massas de pão de queijo moldadas foram divididas em três partes. A primeira parte foi analisada sem passar por nenhum tipo de congelamento (tempo 0); a segunda parte foi congelada de forma lenta, utilizando *freezer* convencional, a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, e a terceira parte foi congelada de forma rápida, utilizando imersão em nitrogênio líquido, a $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$. As massas de pão de queijo, oriundas de ambos os congelamentos, foram armazenadas em *freezer* convencional, a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, em embalagens de polietileno de baixa densidade transparente. O armazenamento sob congelamento ocorreu por 180 dias.

Para a obtenção dos pães de queijo, as massas anteriormente citadas foram assadas em forno elétrico, modelo E1125 (Prática Technicook, Pouso Alegre, Brasil), a $170\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 7 minutos.

Durante o período de armazenamento sob congelamento, foram realizadas análises, tanto nas massas moldadas quanto nos pães queijo delas provenientes, a cada 30 dias.

2.3 Delineamento experimental do estudo do congelamento

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×7 , em que foram analisados dois tipos de congelamento (lento e rápido) e sete tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), em três repetições.

2.4 Análises nas massas dos pães de queijo

O teor de umidade foi determinado por meio de pré-secagem em estufa a 65 °C, com posterior secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C, até a obtenção do peso constante, conforme método nº 925.09 da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005).

A adesividade (pegajosidade) da massa foi determinada utilizando-se o analisador de textura TAXT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). Foi utilizada sonda cilíndrica de alumínio, com extremidade plana e 75 mm de diâmetro. Todos os dados obtidos foram analisados utilizando *software* Exponent Lite Express (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). A temperatura de análise foi de, aproximadamente, 25 °C e os parâmetros de configuração do aparelho foram: (i) velocidade de teste = 2,0 mm/s; (ii) velocidade de pré-teste = 2,0 mm/s; (iii) velocidade de pós-teste = 10,0 mm/s; (iv) distância de retorno= 4mm; (v) força aplicada= 100g e (vi) tempo de contato com amostra= 1segundo.

Para avaliar os cristais de gelo, as amostras das massas de pão de queijo congeladas, de forma lenta e rápida, foram retiradas do *freezer* e levadas imediatamente para análise. Fragmentos das massas foram coletados e espalhados nas lâminas para microscopia. Após o espalhamento da amostra, gotas de álcool isoamílico foram utilizadas para dispersar os cristais de gelo presentes na amostra. As lâminas foram cobertas com lamínulas, introduzidas em um recipiente contendo nitrogênio líquido e, assim, encaminhadas ao *cold stage* (Physitemp TS-4 controller, Physitemp Instruments, Inc., Clifton, USA) a -17 °C (COSTA et al., 2008; REGAND; GOFF, 2006). Todos os utensílios e reagentes utilizados na preparação da amostra foram pré-resfriados a -25 °C. As imagens dos cristais de gelo foram obtidas utilizando-se uma câmera de vídeo (Cole-Palmer 49901-35, Cole-Palmer, Vernon Hilss, USA) acoplada a um

microscópio fotônico (Meiji ML 5000, Meiji Techno América, Santa Clara, USA).

2.5 Análises nos pães de queijo

O teor de umidade dos pães de queijo foi determinado da mesma forma que nas massas. A acidez titulável e o pH foram determinados de acordo com a metodologia de Cecchi (2003).

O volume foi determinado pelo deslocamento de sementes de painço de acordo com método 55-50 (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS - AACC, 2000). O volume específico foi calculado pela relação volume/massa. Os pães de queijo foram pesados em balança analítica, modelo 0079247 (Denver Instrument Company, Nova York, EUA). A densidade dos pães de queijo foi calculada pela relação massa/volume.

Para a obtenção do índice de expansão, o diâmetro e a altura das massas foram determinados por meio de um paquímetro digital (Digimess 150 mm/6, China) e seu peso mensurado em balança analítica modelo 0079247 (Denver Instrument Company, Nova York, EUA). Os mesmos dados foram considerados nos pães de queijo. O índice de expansão (IE) foi calculado da seguinte forma, conforme Pereira (2001):

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

A cor do miolo dos pães de queijo foi determinada utilizando-se espectrofotômetro modelo CM-5 (Konica Minolta, Osaka, Japão), empregando-se iluminante D65 e geometria 45/0, utilizando o sistema CIELAB. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente

amarelo-azul), tonalidade cromática (ângulo Hue) e Chroma ou saturação foram obtidos diretamente no aparelho (LAWLESS; HEYMANN, 1998).

Para determinar a força de compressão dos pães de queijo foi utilizado o analisador de textura TAXT2i (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). Foi utilizada sonda cilíndrica de alumínio, com extremidade plana e 75 mm de diâmetro. Todos os dados obtidos foram analisados utilizando-se *software* Exponent Lite Express (Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra). A temperatura de análise foi de, aproximadamente, 25 °C e os parâmetros de configuração do aparelho foram: (i) velocidade de teste = 2,0 mm/s; (ii) velocidade de pré-teste = 2,0 mm/s; (iii) velocidade de pós-teste = 10,0 mm/s e (iv) distância de compressão = 50,0% de deformação.

A análise sensorial foi realizada por meio do teste de aceitação, em cabines individuais no Laboratório de Grãos, Raízes e Tubérculos, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Sessenta consumidores, de ambos os sexos, com idades variando de 18 a 60 anos, foram convidados a realizar o teste. Os participantes eram consumidores regulares de pão de queijo. As 13 amostras de pão de queijo, provenientes dos sete tempos de armazenamento e dos dois tipos de congelamento utilizados, foram servidas em três sessões, na forma balanceada, para minimizar o efeito da ordem de apresentação e o efeito que uma amostra exerce na avaliação da próxima (WALKELING; MACFIE, 1995), seguindo o delineamento em blocos completos. Todos os provadores participaram de todas as sessões. As amostras foram servidas na temperatura em que são consumidas, em recipientes plásticos, inodoros, codificados com números aleatórios de três dígitos. Durante o teste havia água para lavar o palato. Os pães de queijo foram avaliados quanto à aceitação em relação aos atributos de aparência, sabor, textura, impressão global utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando entre os termos hedônicos “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore

1). Este trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras e aprovado.

2.6 Obtenção das pré-misturas e dos pães de queijo para estudo da estabilidade ao longo do tempo

Para o estudo da estabilidade das pré-misturas para pão de queijo, as mesmas foram preparadas conforme descrito no item 2.1. Logo após a produção, elas foram acondicionadas em três diferentes embalagens. A primeira embalagem era de polietileno de baixa densidade transparente, que será denominada PT, a segunda de polietileno de baixa densidade branco, que será denominada PB e a terceira de polipropileno biorientado metalizado (PPBO), que será denominada M. Depois de embaladas e seladas, as amostras foram armazenadas em uma mesa termograde, com temperatura e fotoperíodo controlados em $29 \pm 0,5$ °C e ausência/presença de luz por 12 horas, com umidade relativa variando entre 45% e 50%.

A temperatura foi definida levando-se em consideração as estimativas das médias trimestrais municipais de temperatura (em graus Celsius), das cinco regiões brasileiras, para o verão (dezembro a fevereiro), nos 30 anos de 1961 a 1990, disponibilizados pelo IPEADATA. Sendo assim, foi escolhida a maior temperatura média (28,77 °C) do município mais quente no verão, dentre as cinco regiões brasileiras.

A estabilidade da pré-mistura para pão de queijo foi estudada por 180 dias e as análises, tanto das pré-misturas quanto dos pães de queijo delas provenientes, ocorreram a cada 30 dias.

2.7 Delineamento experimental do estudo da estabilidade ao longo do tempo

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x7, em que foram analisados três tipos de embalagem (polietileno de baixa densidade transparente, polietileno de baixa densidade branco e PPBO metalizado) e sete tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias), em três repetições.

2.8 Análises nas pré-misturas

Foram realizadas análises de umidade, pH, acidez titulável e cor, conforme metodologias já descritas anteriormente.

A atividade de água foi determinada utilizando-se equipamento Aqualab (Decagon modelo 3 TE). As amostras, aproximadamente 5 g, foram dispostas em recipientes plásticos e as leituras foram realizadas em temperatura controlada de $25,0 \pm 0,3$ °C.

Também foi avaliado o índice de peróxido das pré-misturas para pão de queijo, das quais foi extraído o óleo. A extração foi feita em aparelho tipo Soxhlet, utilizando-se éter etílico, segundo metodologia nº 925.38 da AOAC (2000), modificado. Em cada extração, 25 g de amostra foram colocados em cartucho celulósico de 33x80 mm, em temperatura abaixo de 40 °C, para evitar a oxidação das amostras. Para a determinação do índice de peróxido, o extrato foi analisado segundo metodologia AOAC (2000).

2.9 Análises nos pães de queijo

Nos pães de queijo foram realizadas análises de umidade, pH, acidez titulável, volume específico, densidade, expansão, cor e força de compressão, conforme as metodologias já citadas anteriormente.

A análise sensorial também foi realizada por meio do teste de aceitação, seguindo o mesmo protocolo já citado, porém, com algumas modificações, como no número de provadores (40 consumidores), de amostras (19) e de sessões (quatro).

2.9 Análises estatísticas

Os resultados do estudo do efeito do congelamento nas massas e nos pães de queijo, bem como da estabilidade da pré-mistura e dos pães de queijo, foram analisados por meio da análise de variância, na qual se observou a significância dos efeitos principais e interações. Utilizaram-se, especificamente, o teste de Scott & Knott para os fatores qualitativos e análise de regressão para determinar as alterações dos tratamentos ao longo do tempo (PIMENTEL-GOMES, 1990), além da avaliação dos coeficientes de determinação ($R^2 > 70\%$) para seleção dos melhores modelos. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O congelamento é um dos melhores métodos de preservação conhecidos e é empregado para retardar alterações na qualidade dos alimentos. Por esta razão, o mercado para produtos de panificação congelados tem crescido rapidamente e vem sendo estudado e aplicado em diversos países (GUTKOSKI; SANTOS, 2004).

O emprego dos diferentes tipos de congelamento (lento e rápido) interferiu significativamente ($p < 0,05$) na umidade das massas dos pães de queijo ao longo do tempo. O comportamento da variável umidade para a massa modelada e congelada de pão de queijo, durante os 180 dias de congelamento lento (CL) e rápido (CR), encontra-se no Gráfico 1.

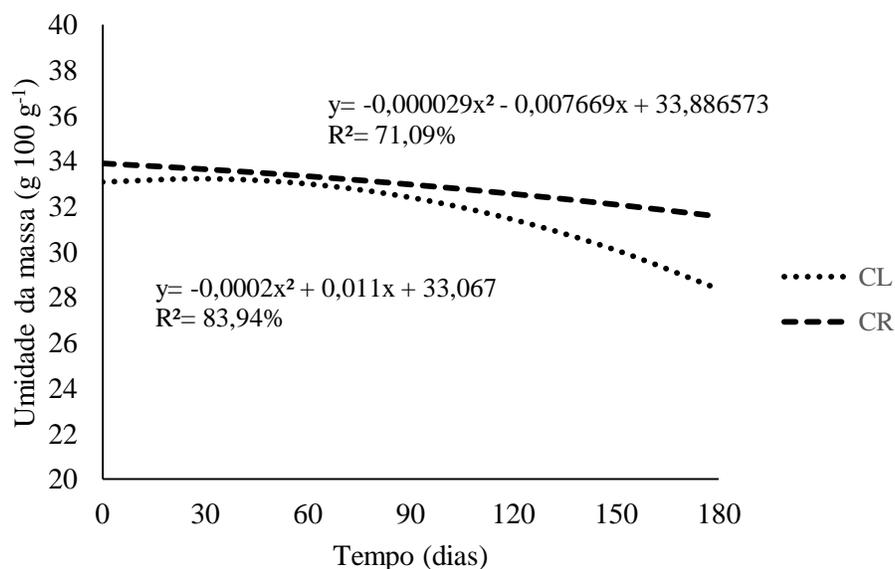


Gráfico 1 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de umidade (g 100g⁻¹) dos pães de queijo obtidos de massas congeladas de forma lenta e rápida, em função do tempo em dias

Os valores de umidade encontrados ficaram abaixo dos relatados por Silva et al. (2009), ao congelarem pães de queijo de forma lenta, tendo, para a massa do pão de queijo congelado no tempo 0 (zero), sido encontrado o valor de 39,5% e, ao final do tempo de congelamento (120 dias), o valor determinado foi de 41,5%. Esse fato pode ser justificado por se tratar de uma massa proveniente de uma formulação completa, o que diminuiu a quantidade de água disponível no produto.

No tempo 0 (zero) foi encontrado o maior valor de umidade para ambos os tratamentos. Durante o armazenamento, houve diminuição desse parâmetro, fato que corrobora os relatos de 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. Entretanto, é possível verificar que, no congelamento rápido, houve menor variação entre o valor inicial e o final do conteúdo de umidade. Além disso, os valores encontrados para as massas de pães de queijo congelados com nitrogênio líquido foram maiores que aqueles com congelados utilizando *freezer* comum, uma vez que, de acordo com Tierno (2000), a criogenia propicia menor desidratação do alimento durante o processo de congelamento. Durante o congelamento lento, ocorre a formação de gelo exclusivamente no meio extracelular, da seguinte forma: primeiramente, a concentração de solutos na fase não congelada aumenta e a pressão de vapor gradualmente diminui; como os cristais, aparentemente, não podem penetrar nas membranas celulares em temperaturas muito baixas e a pressão de vapor do meio intracelular excede a do meio extracelular, ocorre a difusão da água com desidratação das células e depósito sobre a superfície dos cristais. O congelamento por longos períodos resulta em considerável encolhimento das células e formação de grandes cristais de gelo no meio extracelular (COLLA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003). Em virtude disso, o congelamento rápido contribui para melhor qualidade do produto.

A variação de tipos de congelamento, bem como a interação entre eles e o tempo, não provocou alterações significativas ($p \geq 0,05$) na adesividade das massas. Somente o tempo apresentou efeito significativo nesse parâmetro, entretanto, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados, devido ao baixo valor do coeficiente de determinação. No Gráfico 2 apresentam-se os valores médios de encontrados para adesividade das massas ao longo do tempo.

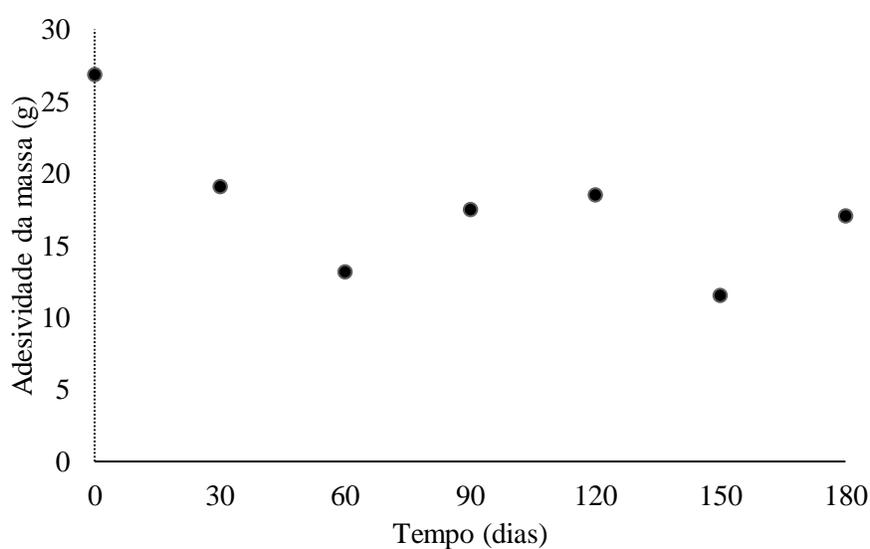


Gráfico 2 Valores médios de adesividade das massas de pão de queijo congeladas de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

A adesividade está relacionada com a capacidade de um corpo aderir a outro. No caso de massas de pão queijo, altos valores desse parâmetro de textura estão ligados em maior dificuldade de moldagem. Além disso, no produto já moldado, pode levar à agregação das esferas de massas de pão de queijo durante o congelamento. No Gráfico 2 observa-se que, nos primeiros 60 dias, houve diminuição da adesividade das massas; posteriormente, ocorreu aumento até os

120 dias, apresentando novamente redução desse parâmetro a partir dos 150 dias de congelamento.

As micrografias óticas das massas de pão de queijo congeladas sob congelamento lento e rápido são apresentadas nas Figuras 1 e 2.

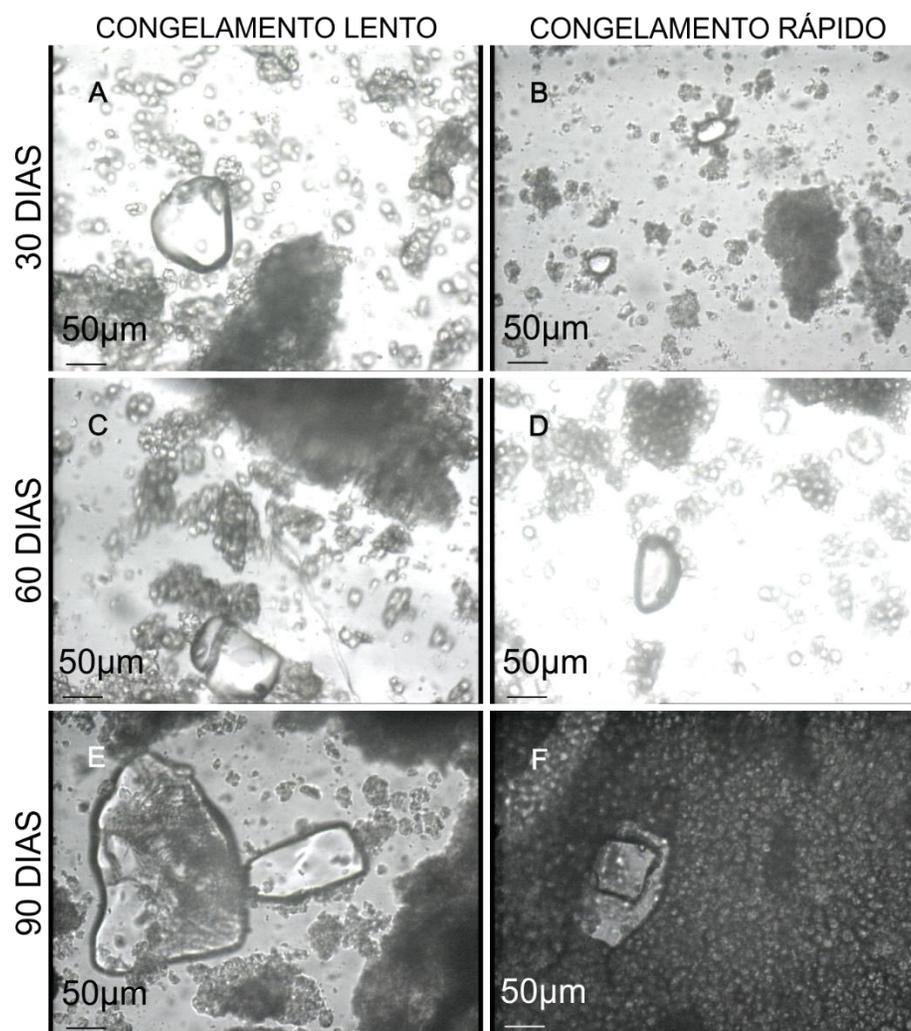


Figura 1 Micrografias óticas das massas de pão de queijo provenientes da pré-mistura, congeladas sob congelamento lento e rápido, com 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado

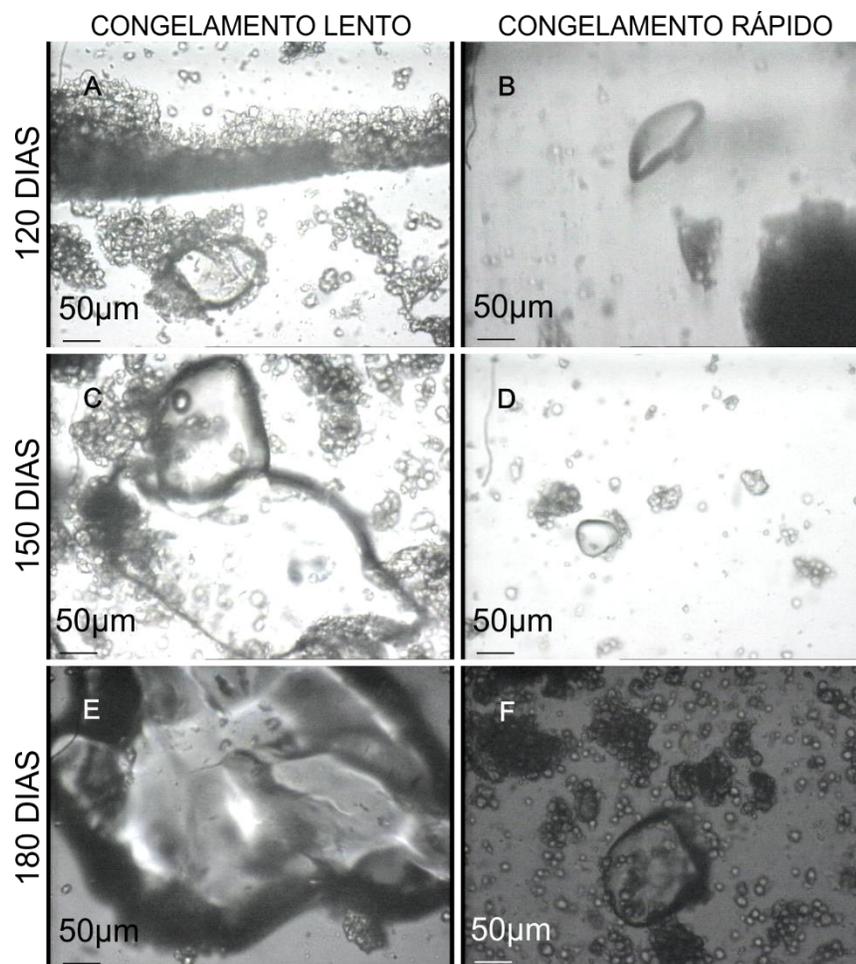


Figura 2 Micrografias óticas das massas de pão de queijo provenientes da pré-mistura, congeladas sob congelamento lento e rápido, com 120, 150 e 180 dias de armazenamento congelado

É possível visualizar, nas micrografias apresentadas (Figuras 1 e 2), os cristais de gelo formados nas massas congeladas de forma lenta e rápida. Aos 30 dias, as massas congeladas utilizando *freezer* comum apresentaram cristais de gelo com tamanho em torno de 117 μm e as massas congeladas com nitrogênio líquido, 50 μm , ao passo que, aos 180 dias, essas mesmas massas já apresentavam cristais de gelo com tamanhos de 475 μm e 150 μm ,

respectivamente. De acordo com Fennema, Powrie e Marth (1973), a cristalização é a formação de uma fase sólida organizada em uma solução. O processo de cristalização envolve a nucleação e o crescimento de cristais. O crescimento de cristais é simplesmente o alargamento dos núcleos formados na fase de nucleação, promovido pela adição de moléculas de água ao núcleo de cristalização. Portanto, nucleação e cristalização ocorrem simultaneamente (COLLA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003).

As massas de pão de queijo congeladas utilizando *freezer* comum apresentaram cristais maiores quando comparados aos cristais formados nas massas congeladas empregando o nitrogênio líquido. Tal fato corrobora os relatos de Pardi et al. (1995), que afirmam que no congelamento lento há a formação de cristais de gelo maiores do que no congelamento rápido, ocasionando, dessa forma, a ruptura das membranas celulares devido a esses cristais formados no espaço intercelular. Para Martin et al. (1982), por meio do congelamento rápido obtêm-se produtos finais congelados de melhor qualidade, devido à formação de pequenos cristais de gelo entre as estruturas das células, nos espaços intercelulares e intracelulares.

Além das análises nas massas congeladas, também foram realizadas análises nos pães de queijo delas oriundos.

O tipo de congelamento interferiu no conteúdo de umidade dos pães de queijo provenientes das massas congeladas. Os pães de queijo congelados de forma rápida apresentaram maior valor ($26,80 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) que aqueles congelados de forma lenta ($26,06 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$). Isso pode ser explicado pelo fato de o congelamento rápido propiciar menores perdas de peso do produto ao proceder seu descongelamento, devido à maior retenção de água, sendo essa uma das vantagens do emprego da criogenia (TIERNO, 2000).

Silva et al. (2009), ao avaliarem pães de queijo de massa congelada, encontraram valor médio de 26,73%, estando próximo aos encontrados neste

estudo. A interação entre os tratamentos e o tempo não foi significativa ($p > 0,05$). No Gráfico 3 apresentam-se os valores médios desse parâmetro ao longo do tempo e, apesar do seu efeito significativo, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados encontrados.

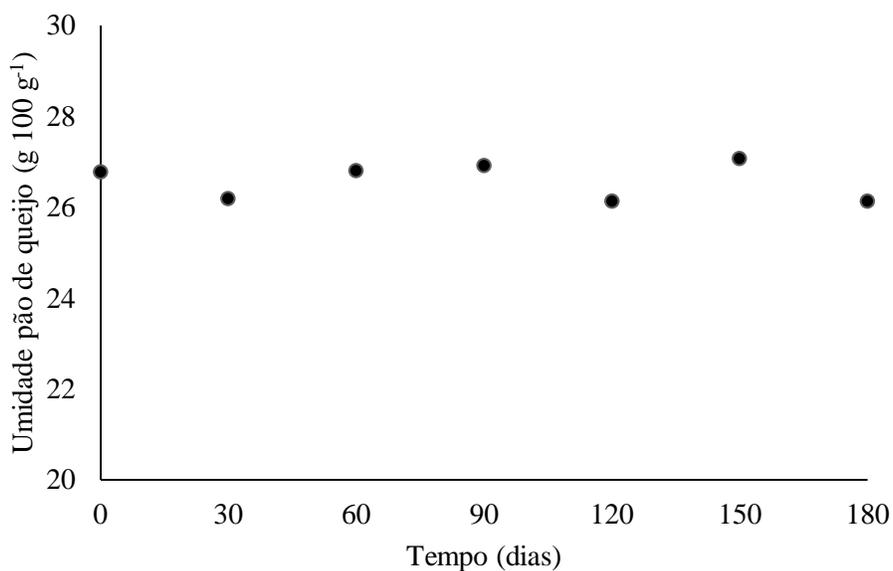


Gráfico 3 Valores médios de umidade dos pães de queijo provenientes das massas congeladas de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

A umidade dos pães de queijo provenientes das massas congeladas apresentou pouca variação ao longo dos 180 dias. Os valores encontrados ficaram na faixa de $26,13 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ a $27,07 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$.

A interação entre os tratamentos empregados e o tempo provocou efeito significativo no pH dos pães de queijo obtidos a partir das massas congeladas de forma lenta e rápida. Entretanto, os modelos matemáticos propostos não se adequaram aos dados. No Gráfico 4 observam-se os valores médios encontrados de pH para os pães de queijo, ao longo dos 180 dias de armazenamento.

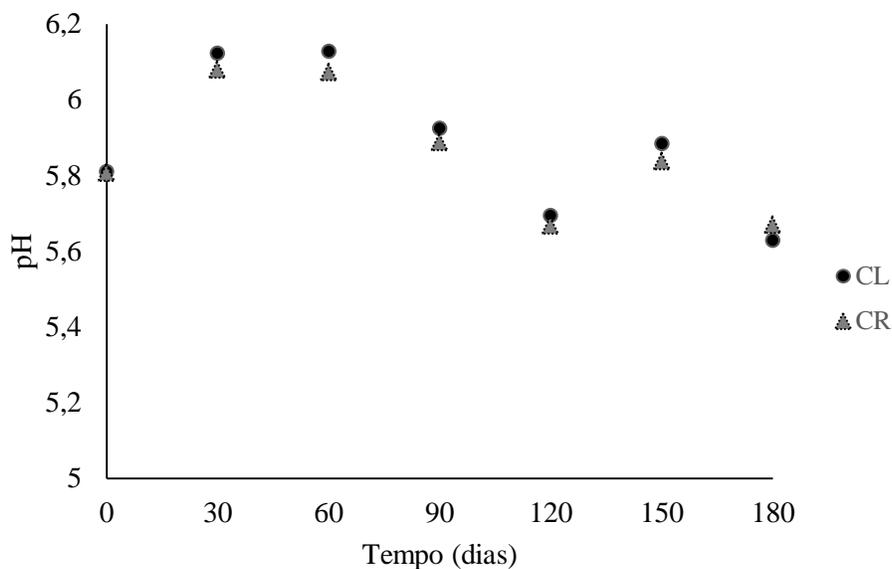


Gráfico 4 Valores médios de pH dos pães de queijo provenientes das massas congeladas de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Quando se inicia o congelamento, parte da água livre do alimento cristaliza-se, ocasionando a concentração da solução restante e a diminuição de seu ponto de congelamento. Com o contínuo decréscimo da temperatura, aumenta a formação de cristais de gelo e, conseqüentemente, a concentração de solutos na solução restante ocasiona a diminuição do ponto de congelamento, sendo a quantidade de gelo e água durante o congelamento, portanto, dependente da temperatura (BECKER; FRICKE, 1999). Em função desse aumento de concentração de solutos nas soluções celulares dos alimentos, ocorrem alterações no pH e outras características das soluções remanescentes (NEVES, 1991).

É possível verificar que o comportamento do pH ao longo do tempo foi semelhante nos congelamentos lento e rápido. Os valores de pH variaram entre 5,6 a 6,12, valores próximos aos encontrados por Silva et al. (2009), em que o

pH dos pães de queijo variou de 5,72 a 5,1, do tempo zero aos 120 dias de congelamento respectivamente.

O emprego dos diferentes tipos de congelamento interferiu significativamente ($p < 0,05$) na acidez titulável dos pães de queijo provenientes das massas congeladas ao longo do tempo. O comportamento dessa variável nos pães de queijo obtidos da massa modelada, durante os 180 dias de congelamento lento (CL) e rápido (CR), encontra-se no Gráfico 5.

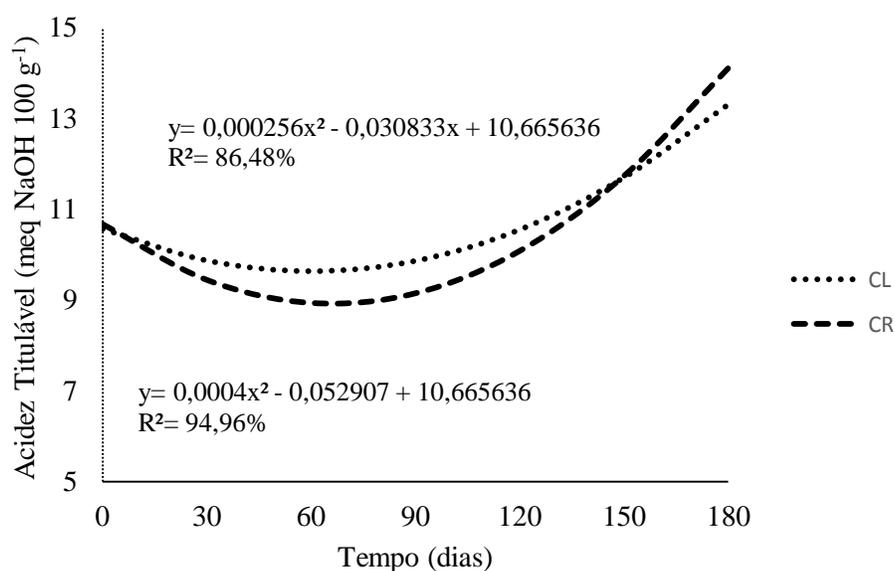


Gráfico 5 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de acidez titulável (meq NaOH100g⁻¹) dos pães de queijo obtidos de massas congeladas de forma lenta e rápida, em função do tempo em dias

Os valores da acidez titulável de ambos os tratamentos seguiram a mesma tendência, leve queda pouco antes dos 90 dias de congelamento, com posterior aumento até o final do experimento. O mesmo comportamento ocorreu no trabalho de Silva et al. (2009). Além disso, os autores encontraram valores semelhantes para acidez titulável de pães de queijo ao longo do armazenamento

congelado, tendo, para o tempo 0, os pães de queijo apresentado 8,0 meq NaOH100g⁻¹ e, aos 120 dias, 9,5 meq NaOH100g⁻¹.

O congelamento rápido propiciou pães de queijo com menores valores de acidez titulável, quando comparados aos submetidos ao congelamento lento, nos primeiros 150 dias de armazenamento. De acordo com Pereira (1998), os constituintes do pão de queijo, como, por exemplo, os lipídeos, podem ser afetados pelo congelamento e alterados em função de reações de oxidação ou rancificação, com conseqüente liberação de ácidos graxos livres, o que justifica os valores encontrados neste trabalho. Os pães de queijo submetidos ao congelamento com emprego de nitrogênio líquido foram mais resistentes às reações químicas citadas que aqueles submetidos ao congelamento utilizando *freezer* comum, justificando, portanto, os menores valores de acidez titulável.

As características físicas dos pães de queijo são de grande importância, do ponto de vista tecnológico e também sensorial, dentre elas, o volume e o volume específico ocupam lugar de destaque.

Até 120 dias de armazenamento, tantos os pães de queijo submetidos ao congelamento lento quanto ao rápido tiveram seus volumes diminuídos. Nesse período houve também a diminuição da umidade, o que pode ter interferido na formação do vapor de água, um dos fatores responsáveis pelo crescimento, ou seja, aumento do volume dos pães de queijo. A partir desse período, os valores dos volumes voltaram a crescer, como pode ser visualizado no Gráfico 6. Os pães de queijos provenientes de massas congeladas com nitrogênio líquido apresentaram maiores valores para essa variável, principalmente após os 120 dias de armazenamento congelado, o que corrobora a afirmação de Pereira (1998) de que a criogenia gera produtos de maior qualidade tecnológica e características sensoriais.

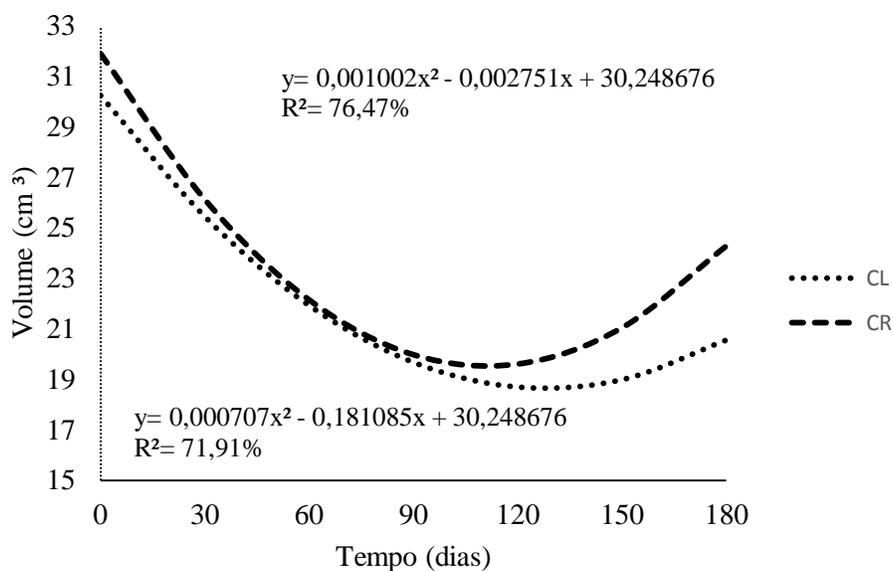


Gráfico 6 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de volume (cm³) dos pães de queijo obtidos de massas congeladas de forma lenta e rápida, em função do tempo

O volume específico é uma característica objetiva, obtida pela pesagem dos pães de queijo em balança analítica, a determinação do volume pelo deslocamento de sementes de painço e a obtenção do volume específico de cada pão de queijo por meio da relação entre seu volume e seu peso.

Nesse parâmetro, os tipos de congelamentos empregados não produziram efeitos significativos. O tempo interferiu de forma negativa no volume específico até 120 dias de armazenamento, como pode ser observado no Gráfico 7, devido, provavelmente, à influência da redução de umidade no período. Em seguida, houve pequeno aumento até os 180 dias analisados, mesma tendência observada na variável resposta volume, que não leva em consideração o peso do produto.

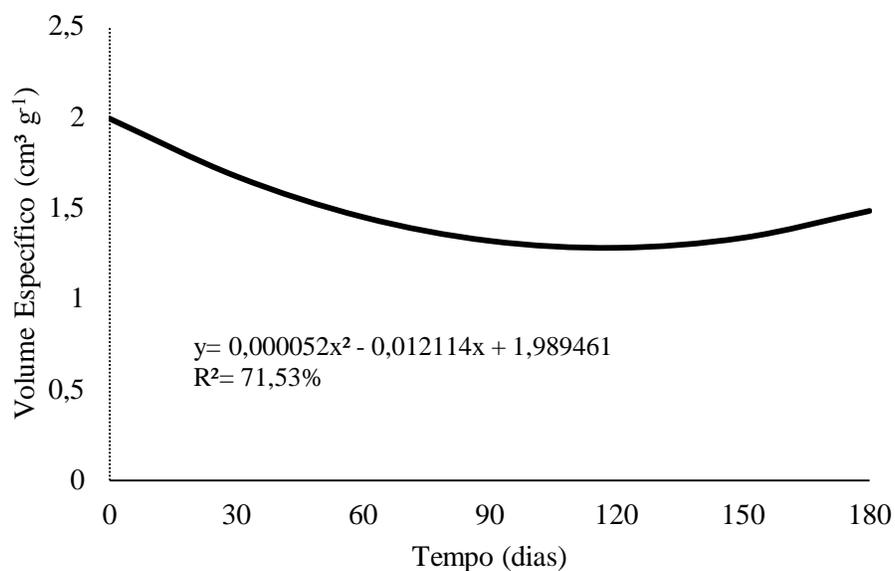


Gráfico 7 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de volume específico ($\text{cm}^3 \text{g}^{-1}$) dos pães de queijo obtidos de massas congeladas de forma lenta e rápida, em função do tempo

A densidade dos pães de queijo não sofreu interferência significativa dos tratamentos empregados, bem como da interação entre eles e o tempo. No Gráfico 8 estão apresentadas médias encontradas para esse parâmetro somente em função do tempo de armazenamento congelado, visto que, apesar do efeito significativo, nenhum modelo matemático proposto adequou-se aos dados. Além disso, essa fonte de variação obteve baixo coeficiente de determinação ($R^2 < 70\%$).

De acordo com Pereira (2001), é desejável que os valores de densidade dos pães de queijo sejam baixos. Os valores, neste estudo, variaram de 0,50 para o tempo 0 (zero) a 0,66, para os 180 dias, sendo maiores ou semelhantes aos encontrados por Pereira (2001), que foram de 0,33, para pães de queijo de massa

congelada produzidos com uma formulação sem queijo a 0,63, para pães de queijo de massa congelada sem ovo.

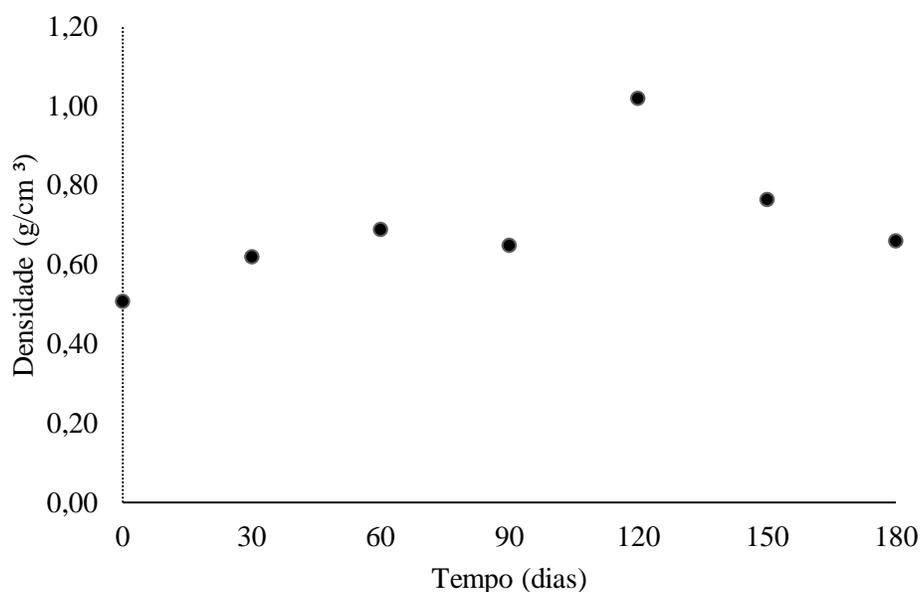


Gráfico 8 Valores médios de densidade dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

O poder de expansão é altamente dependente da gelatinização do amido, sendo favorecida pelo aumento do teor de água presente na formulação (SILVA; FAÇANHA; SILVA, 1998).

A interação entre os congelamentos lento e rápido e o tempo afetou significativamente o índice de expansão dos pães de queijo avaliados. Entretanto, o modelo matemático proposto somente ajustou-se aos dados do congelamento em *freezer* comum e, por isso, no Gráfico 9 é apresentada somente a curva de regressão do congelamento lento; do congelamento rápido são mostrados os valores médios encontrados.

O índice de expansão dos pães de queijo diminuiu à medida que evoluiu o tempo de congelamento. Os valores variaram de 1,2, no tempo 0 (zero) a 1,1, aos 180 dias de congelamento.

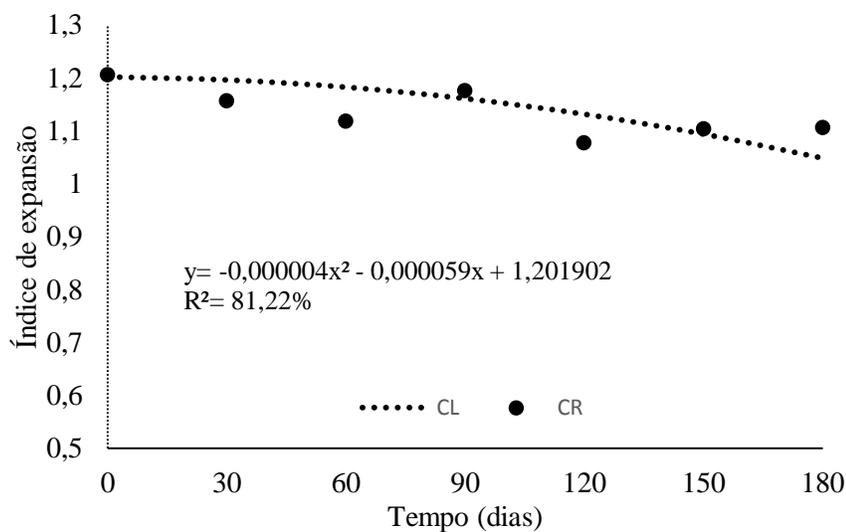


Gráfico 9 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de índice de expansão dos pães de queijo obtidos de massas congeladas de forma lenta, em função do tempo e valores médios de índice de expansão encontrados para os pães de queijo congelados de forma rápida, ao longo de 180 dias

Quanto à firmeza dos pães de queijo, a interação entre os tratamentos e o tempo não produziu efeitos significativos. O tempo de congelamento/armazenamento, isoladamente, elevou os valores de firmeza, tornando os pães de queijo mais duros, pois, quanto menores os valores apresentados, mais macios eles podem ser considerados. Os valores variaram de 27,7 N, no tempo 0 (zero) a 49,0 N, aos 180 dias, valores acima dos encontrados por Silva et al. (2009), que foram em torno de 16 N, no tempo 0 e 28 N, aos 60 dias de congelamento.

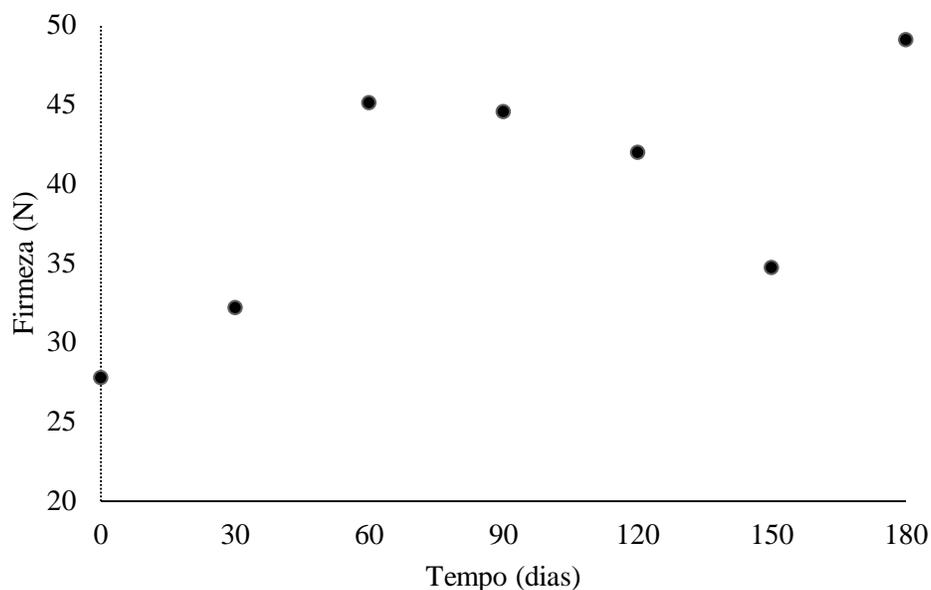


Gráfico 11 Valores médios de firmeza (N) para os pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Um dos fatores que afetaram os resultados das análises físicas, como volume, volume específico, densidade, índice de expansão e firmeza, foi a diminuição do teor de umidade, estando todos, dessa forma, interligados.

A interação entre os tratamentos empregados e o tempo interferiu de forma significativa na luminosidade (L^*) e no croma (C^*) da parte inferior dos pães de queijo obtidos de massa congelada, entretanto, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados (Gráficos 11 e 12). Além disso, houve pequena variação dos valores apresentados. 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. Os pães de queijo provenientes do congelamento rápido apresentaram os maiores valores nesse parâmetro.

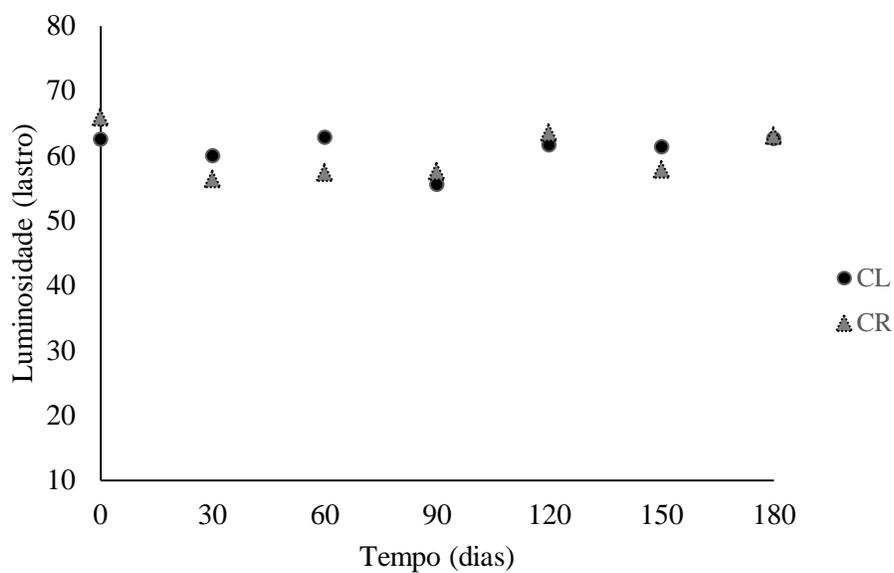


Gráfico 11 Valores médios de luminosidade do lastro (parte inferior) dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

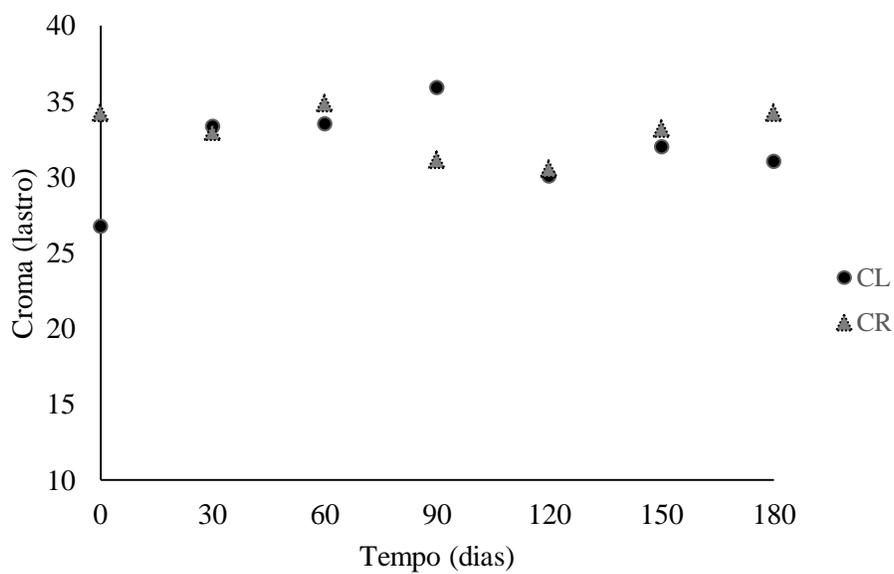


Gráfico 12 Valores médios do croma do lastro (parte inferior) dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Com relação à tonalidade cromática (h^*) da parte inferior dos pães de queijo, somente o tempo de armazenamento apresentou efeito significativo, porém, os modelos matemáticos propostos não se ajustaram bem aos dados ($R^2 < 70\%$). No Gráfico 13 é possível verificar que houve tendência de aumento dos valores, passando de 64,2, no início do experimento para 69,6, ao final do armazenamento, demonstrando que o produto teve sua cor amarela acentuada.

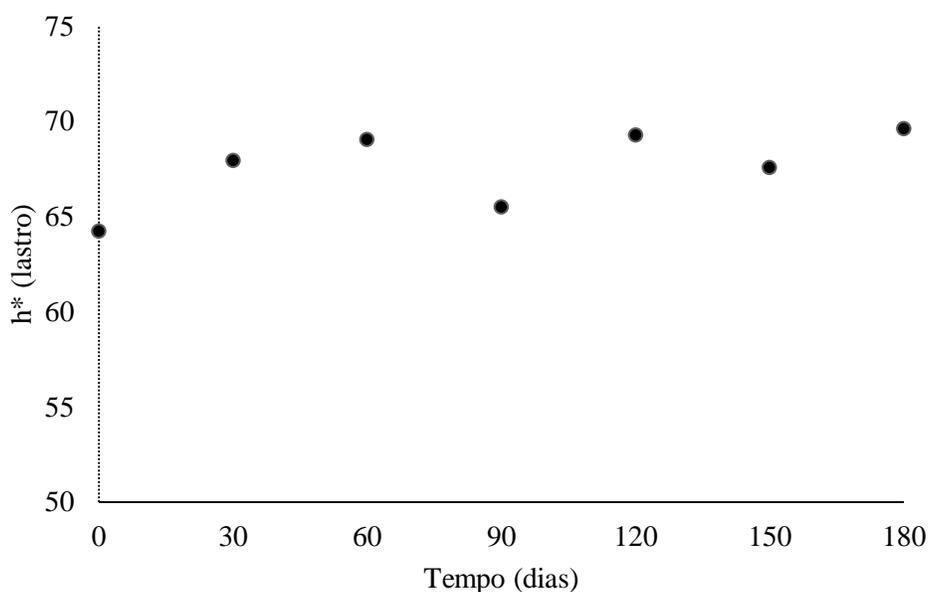


Gráfico 13 Valores médios da tonalidade cromática do lastro (parte inferior) dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Com relação à crosta, os parâmetros de cor avaliados, luminosidade, croma e tonalidade cromática, só foram afetados significativamente pelo tempo de congelamento, porém, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados (Gráficos 14, 15 e 16).

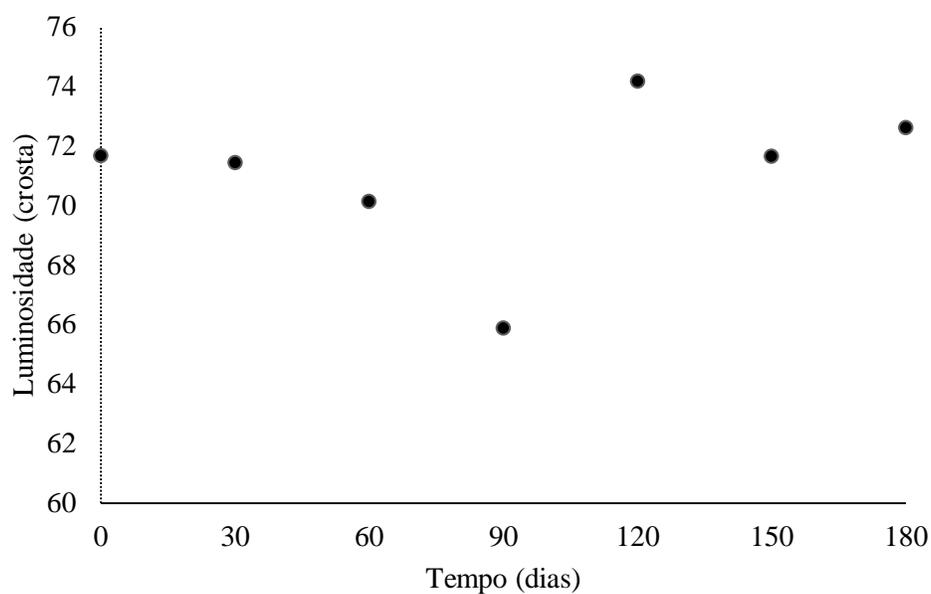


Gráfico 14 Valores médios luminosidade da crosta dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Os valores de h^* tenderam a diminuir nos primeiros três meses de armazenamento congelado. Isso demonstra que, nesse período, a cor amarela da crosta foi suavizada em ambos os tratamentos, entretanto, nos meses posteriores, os valores voltaram a aumentar, alcançando níveis maiores que no início do experimento.

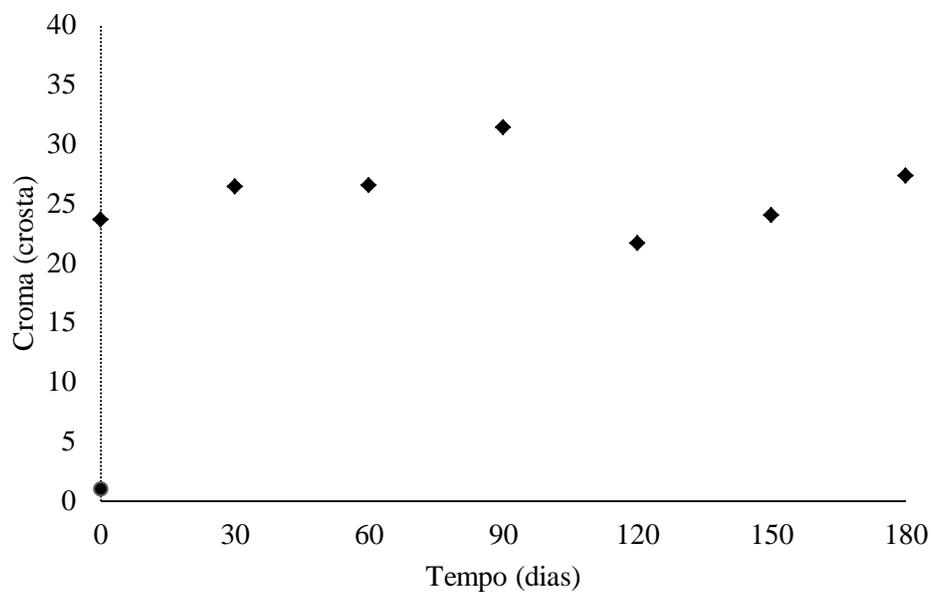


Gráfico 15 Valores médios do croma da crosta dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

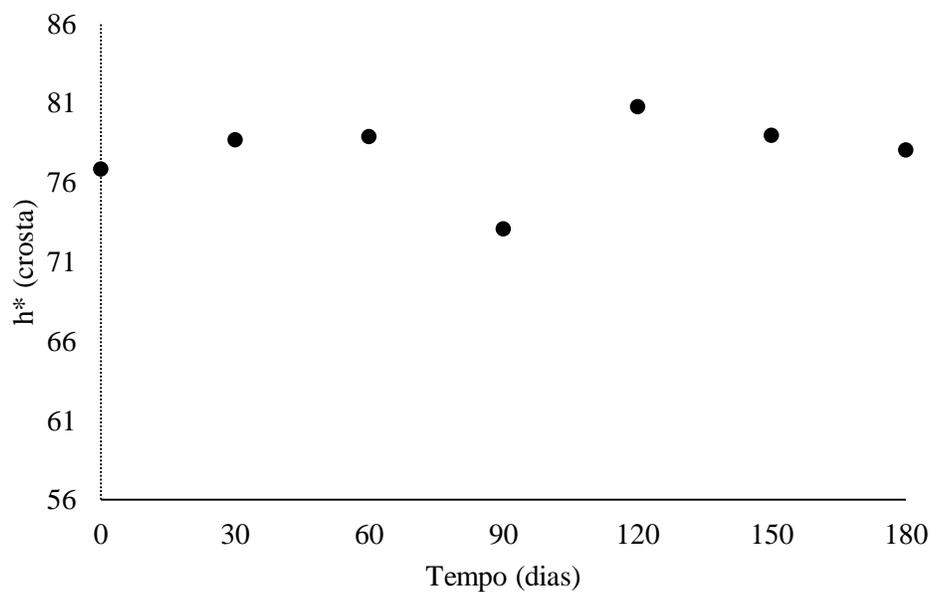


Gráfico 16 Valores médios da tonalidade cromática (h^*) da crosta dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Também foram analisados os parâmetros de cor dos miolos dos pães de queijo oriundos dos congelamentos lento e rápido, armazenados por seis meses. A luminosidade e o croma foram afetados significativamente pela interação entre os tratamentos e o tempo, porém, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados ($R^2 < 70\%$).

Os pães de queijo de ambos os tratamentos tiveram seus miolos escurecidos, como é possível verificar no Gráfico 17. Os valores de L^* foram diminuindo à medida que passou o tempo de armazenamento. De acordo com Andrade (2012), tal fato pode ser explicado pela possível retrogradação do amido e a menor expansão das massas dos pães de queijo, uma vez que isso significa maior concentração de massa. Esse resultado sugere que a diminuição do teor de umidade ao longo do congelamento também influenciou a cor do produto.

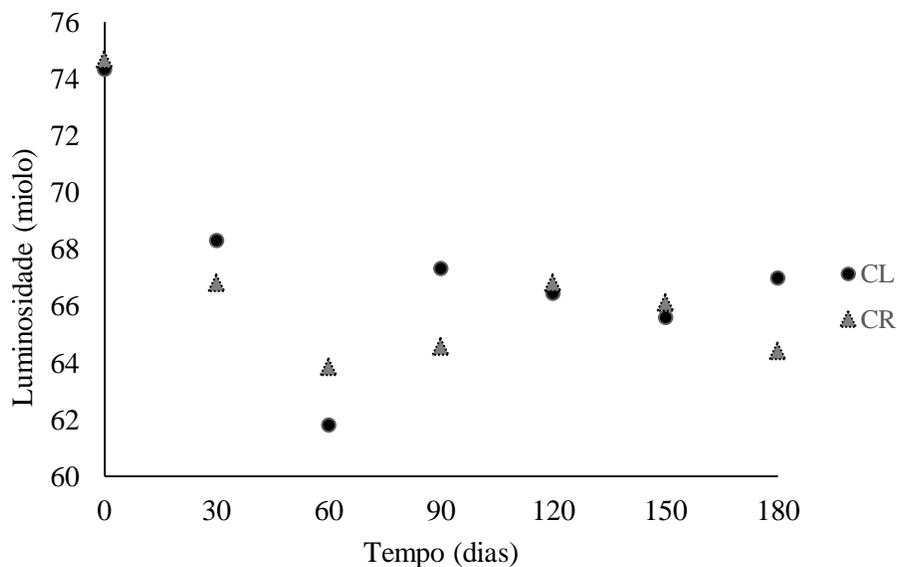


Gráfico 17 Valores médios da luminosidade (L^*) do miolo dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Os valores do croma tiveram aumento nos primeiros 60 dias, retornando a valores semelhantes ao do início do experimento, no final do armazenamento.

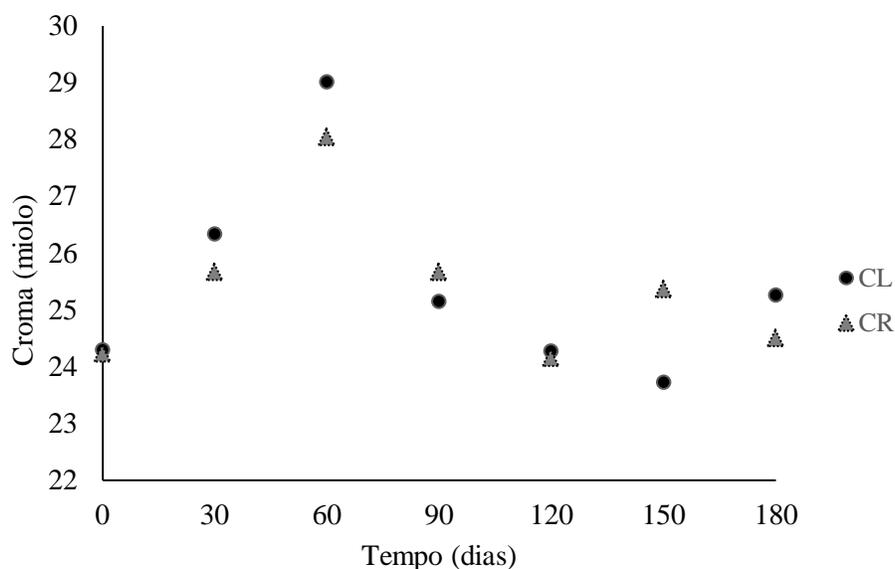


Gráfico 18 Valores médios do croma (C*) do miolo dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

No que se refere à tonalidade cromática (h^*) dos miolos, somente os tratamentos a afetaram significativamente ($p < 0,05$). Os pães de queijo provenientes do congelamento lento apresentaram maior valor médio, 80,08 contra 78,6 dos congelados de forma rápida. Apesar da diferença significativa, em termos práticos, os produtos se mostraram com sua cor característica, estando próximos do amarelo puro.

Apesar de ter havido variações nos parâmetros de cor e, em alguns casos, diferenças estatísticas significativas, essas alterações não foram percebidas pelos consumidores, por se tratarem de variações mínimas.

Para avaliar a qualidade sensorial dos pães de queijo provenientes dos congelamentos lento e rápido, foi realizado teste de aceitação com consumidores. A interação entre os tratamentos e o tempo não produziu efeitos significativos ($p > 0,05$) nos atributos avaliados, com exceção do sabor. O tempo, isoladamente, interferiu nas notas de aparência atribuídas as amostras de pães de queijo (Gráfico 19), contudo, nenhum modelo matemático proposto adequou-se aos dados. Ao final dos 180 dias houve uma pequena diminuição do valor, se comparado ao início do estudo (de 7,08 para 6,62), entretanto, mantendo-se na faixa de aceitação que varia da nota 6 (gostei ligeiramente) a 9 (gostei extremamente).

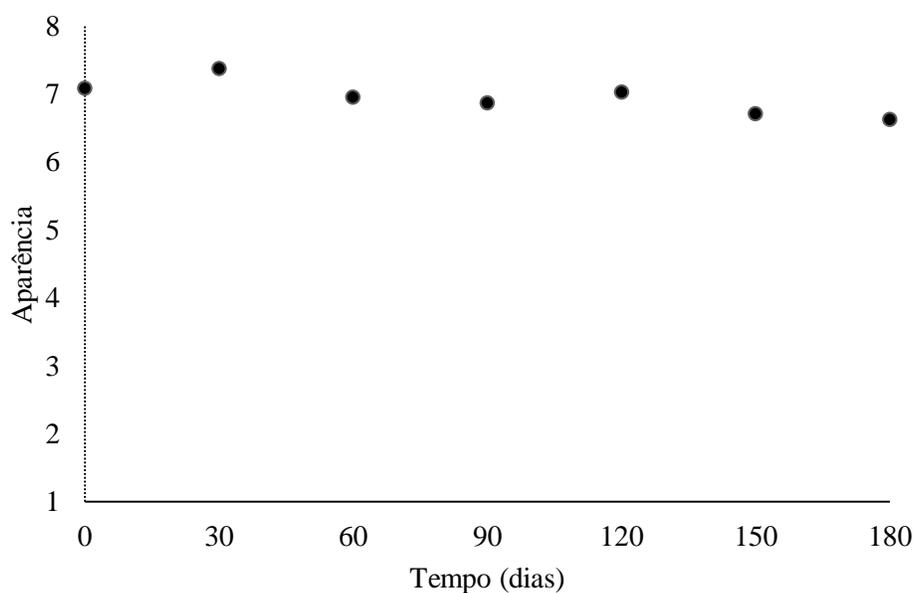


Gráfico 19 Valores médios das notas de aparência pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Com relação ao sabor, apesar da interação significativa, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados ($R^2 < 70\%$). As notas, assim como no

atributo aparência, diminuíram ao longo do tempo de congelamento e também em função do tipo de congelamento utilizado (de 7,05 para 6,41, no congelamento lento e 6,03, no congelamento rápido).

Com o congelamento, a taxa com que as reações químicas acontecem nos alimentos diminui; mesmo assim, ocorrem alterações decorrentes das mesmas. Modificações estruturais nos diferentes componentes dos alimentos ocasionam mudanças sensoriais que diminuem a qualidade do produto final após o congelamento (COLLA; PRENTICE-HERNÁNDEZ, 2003). De maneira geral, apesar do abaixamento das notas, elas se mantiveram na faixa de aceitação tanto nos pães de queijo congelados com nitrogênio líquido quanto em *freezer* comum.

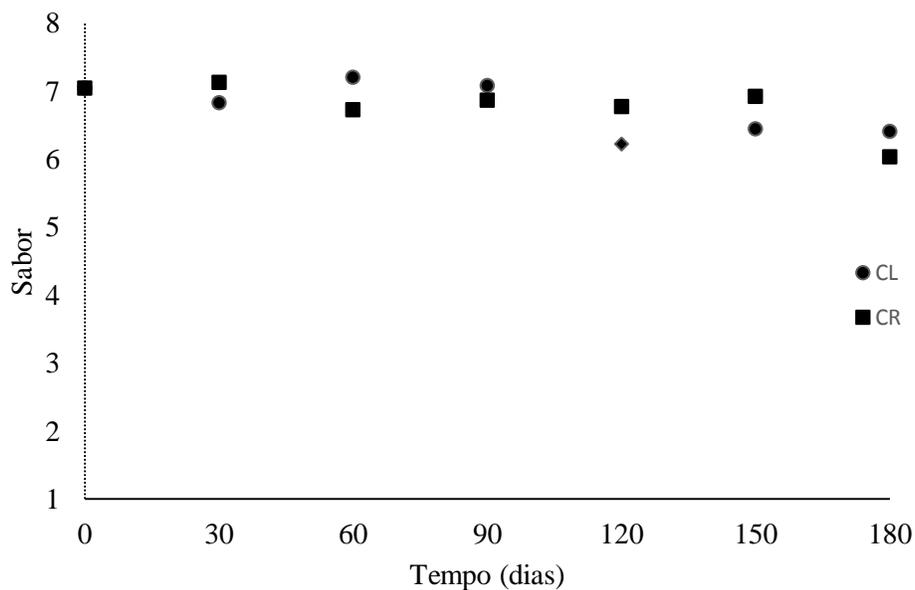


Gráfico 20 Valores médios das notas de sabor dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

O atributo textura, avaliado sensorialmente, também foi afetado significativamente ($p < 0,05$) somente pelo tempo, indicando que o tipo de congelamento não interferiu nesse quesito. As notas, mais uma vez, caíram à medida que se passaram os dias de armazenamento congelado, mantendo-se, ao final do experimento, com nota superior a 6, dentro da faixa de aceitação.

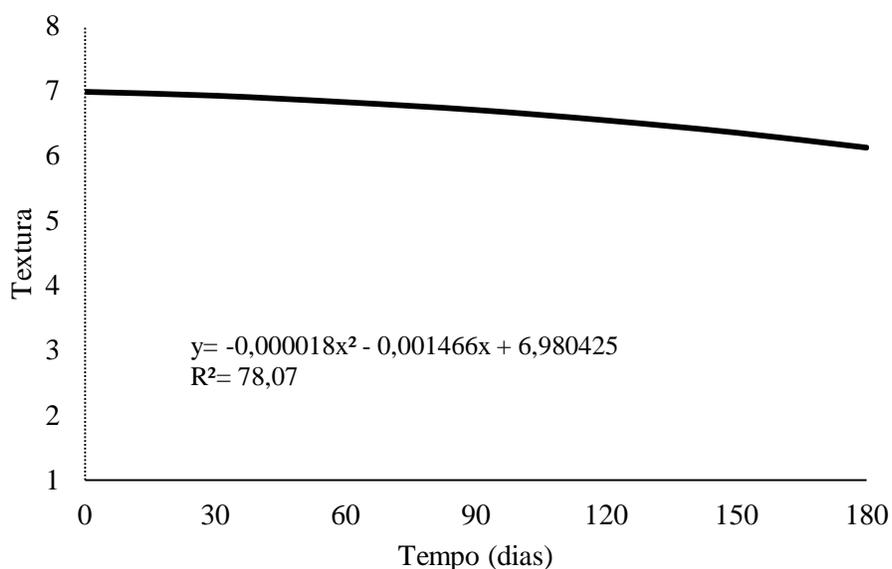


Gráfico 21 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias das notas de textura dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

Por fim, com relação à impressão global dos pães de queijo avaliados, somente o tempo afetou esse atributo de maneira significativa ($p < 0,05$) (Gráfico 22). O tipo de congelamento empregado não produziu efeitos significativos nas amostras ($p \geq 0,05$). As notas seguiram a mesma tendência que nas outras características avaliadas sensorialmente; caíram, contudo, mantendo-se acima da nota 6.

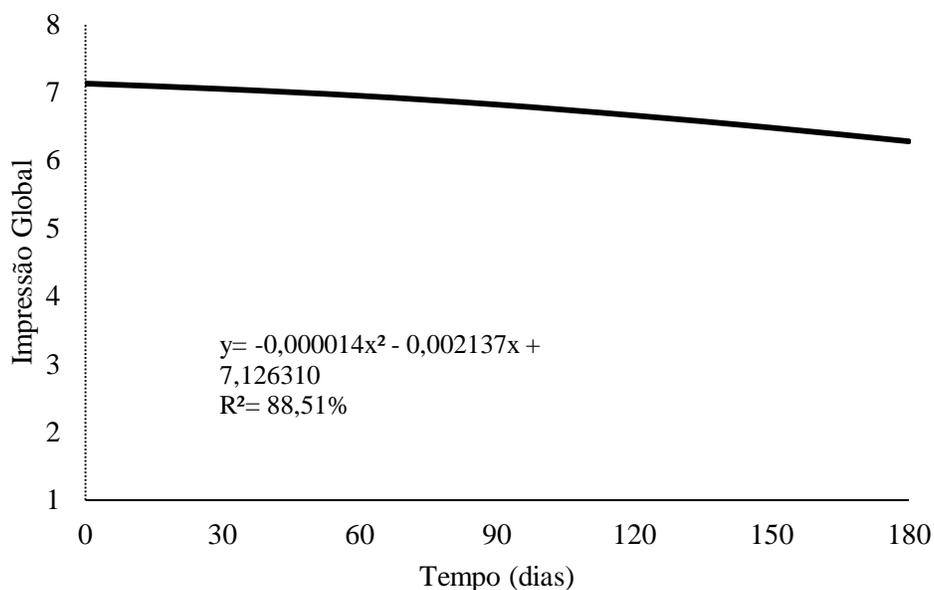


Gráfico 22 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias das notas de textura dos pães de queijo congelados de forma lenta e rápida, ao longo de 180 dias

De maneira geral, os pães de queijo obtidos a partir de massa congelada de forma rápida apresentaram melhores características quanto ao volume, ao tamanho dos cristais de gelo e à perda de peso.

Ao se tratar do outro objetivo do presente estudo, ou seja, da avaliação da estabilidade da pré-mistura acondicionada em três diferentes embalagens ao longo de 180 dias, a interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento não afetou significativamente ($p \geq 0,05$) a umidade do produto. Somente o tempo e o tratamento, separadamente, produziram efeitos nesse parâmetro. Os modelos matemáticos propostos não se adequaram aos dados ($R^2 < 70\%$).

Houve pequena diminuição do conteúdo de umidade da pré-mistura ao longo dos seis meses de armazenamento, variando de $8,6 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, no tempo 0 a $8,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, aos 180 dias (Gráfico 23).

As pré-misturas acondicionadas nas embalagens de polietileno de baixa densidade branco (PB) e PPBO metalizado (M) apresentaram os maiores valores médios de umidade pelo teste de Scott Knott, a 95% de confiança, $8,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $8,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente, contra $8,2 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ da pré-mistura acondicionada na embalagem de polietileno de baixa densidade transparente (PT). Nos últimos anos, houve grande avanço no processo de metalização do PPBO, para a obtenção de filmes com características otimizadas de barreira. De maneira geral, os laminados contendo PPBO metalizado apresentam melhores características de barreira ao vapor d'água (RÖSCH; WÜNSCH, 2000).

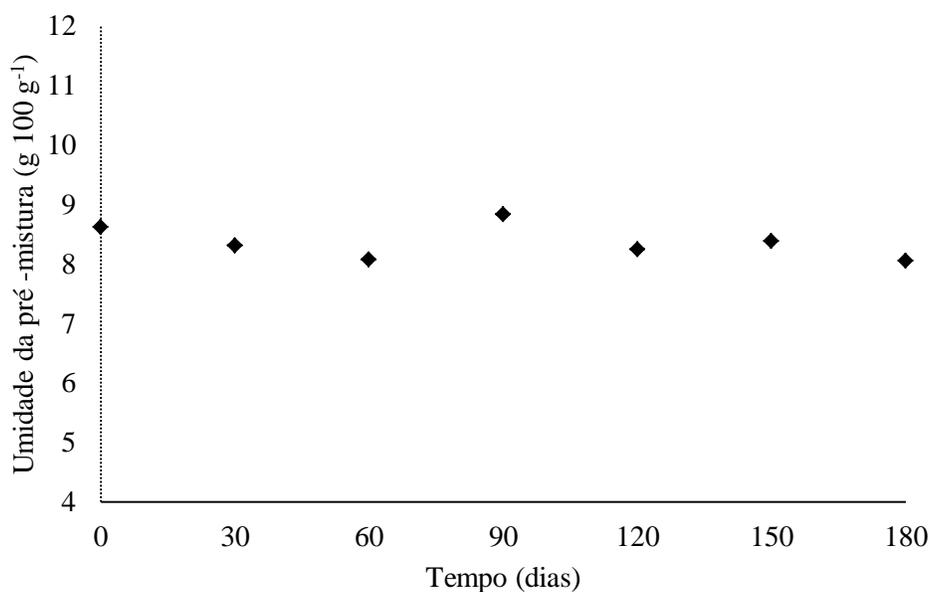


Gráfico 23 Valores médios de umidade da pré-mistura para pão de queijo acondicionados em diferentes embalagens e armazenadas, ao longo de 180 dias

A interação entre as embalagens empregadas e o tempo de armazenamento afetaram significativamente ($p < 0,05$) o pH da pré-mistura de

pão de queijo. Entretanto, com relação aos dados da embalagem, nenhum modelo matemático proposto se adequou (Gráfico 24).

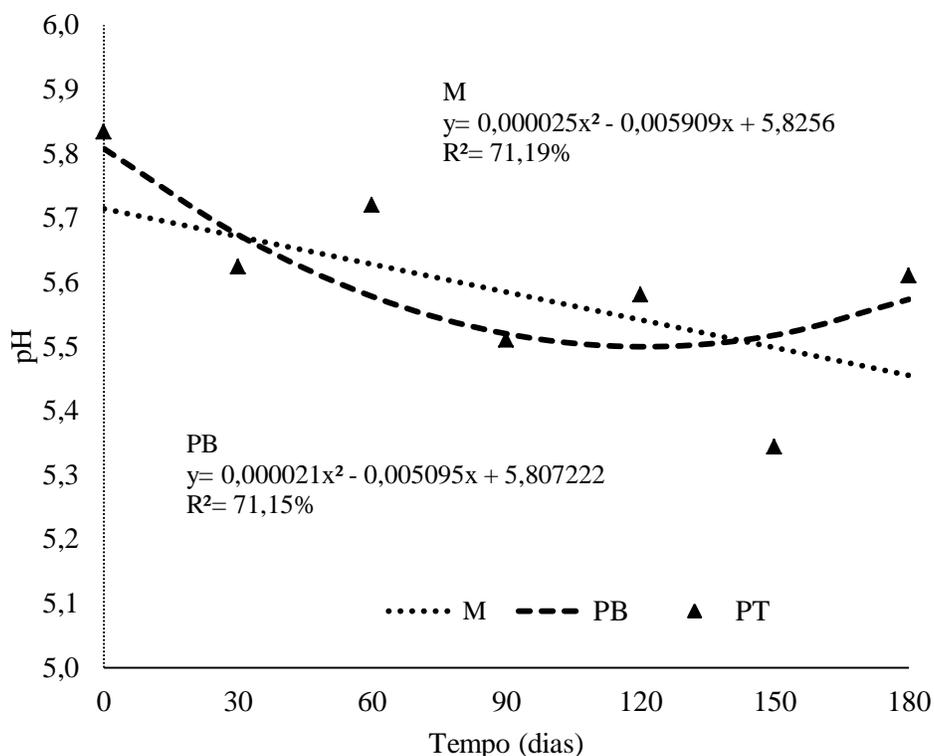


Gráfico 24 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias pH da pré-mistura para pão de queijo acondicionada em embalagens PB e em função do tempo e valores médios de pH encontrados para pré-mistura para pão de queijo acondicionada em embalagem PT armazenada por 180 dias

Verifica-se (Gráfico 24) que o pH das pré-misturas analisadas, de forma geral, tendeu a diminuir ao longo do tempo de armazenamento, em comparação com os valores encontrados no tempo 0. Os valores encontrados para esse parâmetro ficaram pouco abaixo dos encontrados por Aplevicz e Demiate (2007), em pré-misturas comerciais para pão de queijo, na faixa de 5,72 a 7,30.

Quanto à acidez titulável, o tempo a afetou de maneira significativa ($p < 0,05$), como pode ser visualizado no Gráfico 25.

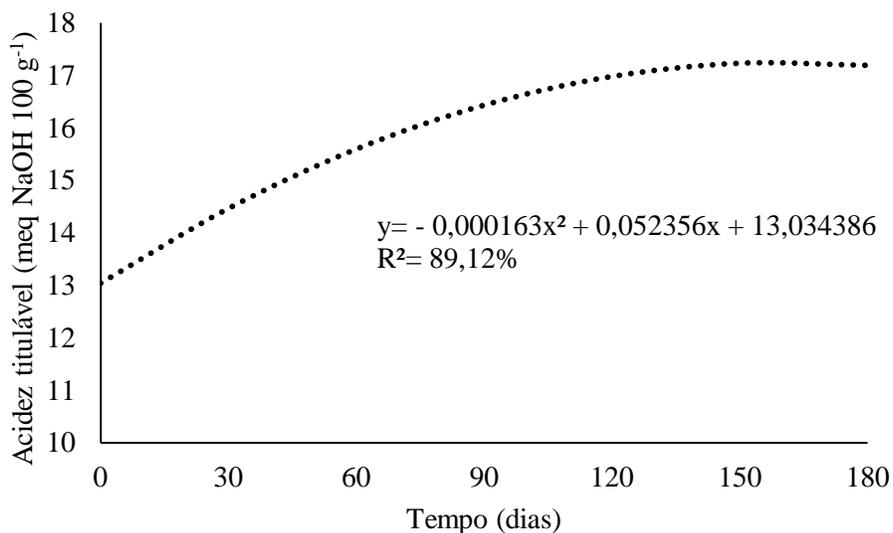


Gráfico 25 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias acidez titulável da pré-mistura para pão de queijo acondicionada em diferentes embalagens, em função do tempo

A acidez titulável das pré-misturas acondicionadas nas três embalagens em estudo aumentou ao longo do tempo de armazenamento, provavelmente em função de reações de oxidação e rancificação com liberação de ácidos graxos livres. Os valores variaram de 13,0 meq NaOH 100 g⁻¹, no tempo 0 a 17,2 meq NaOH 100 g⁻¹, aos 180 dias.

A atividade de água (a_w) é a medida da quantidade de moléculas de água livres ou ativas, geralmente obtidas em relação à pressão de vapor da água pura. Esta medida é de fundamental importância, visto que, por meio dela, podem ser previstas as reações químicas e enzimáticas, e o desenvolvimento de microrganismos. A partir do conhecimento da a_w pode-se também propor sistemas adequados de embalagem para um produto (TEIXEIRA NETO;

DENIZO; QUAST, 1976). Neste estudo, a interação entre os tratamentos e o tempo afetou significativamente a atividade de água das pré-misturas, entretanto, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados (Gráfico 26).

Em contato direto com o ar atmosférico, a umidade relativa do ambiente determina a umidade relativa de equilíbrio do produto (atividade de água de equilíbrio). Assim, quando expostos a ambientes com alta umidade relativa, os produtos tendem a absorver umidade, com conseqüente aumento da atividade de água; um produto desidratado com $a_w < 0,60$, por exemplo, pode ter sua estabilidade comprometida se estocado inadequadamente (CORSO, 2007). As pré-misturas para pão de queijo acondicionadas nas embalagens PT, PB e M mantiveram seus níveis de a_w na faixa 0,4, o que demonstra que, nesse quesito, elas foram eficazes em não permitir um grande aumento no valor desse parâmetro, contribuindo para a boa qualidade do produto, bem como garantindo boas condições de armazenamento.

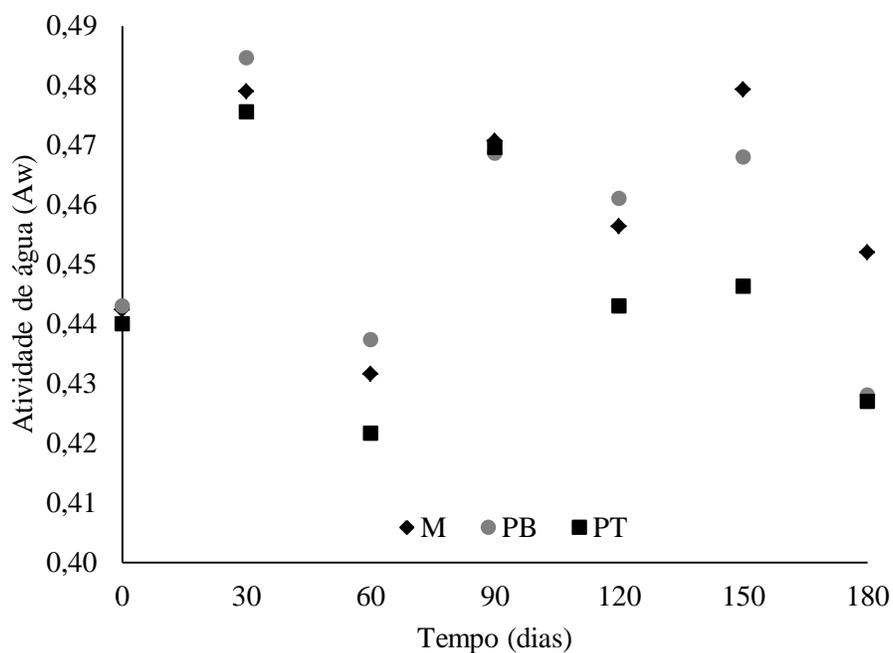


Gráfico 26 Valores médios de atividade de água das pré-misturas para pão de queijo acondicionadas em diferentes embalagens (PT, PB e M) armazenadas ao longo de 180 dias

Dentre alguns métodos para avaliar os níveis de oxidação de óleos e gorduras tem-se o índice de peróxido que é a quantidade de peróxidos (expressa em miliequivalentes de oxigênio ativo por quilograma da amostra) que ocasiona a oxidação do iodeto de potássio, com a solução problema dissolvida em ácido acético e clorofórmio. Este índice fornece o grau de oxidação em que a gordura ou o óleo se encontram.

As reações de oxidação resultam em formação de compostos voláteis indesejáveis, perdas nutricionais e alterações de cor, entre outras consequências. Os principais fatores que afetam a taxa de oxidação de lipídios são o grau de insaturação do substrato, a luz, os metais, a temperatura e a concentração de O_2 (CORSO, 2007).

A interação entre os tratamentos e o tempo interferiu significativamente ($p < 0,05$) no índice de peróxido das pré-misturas para pão de queijo (Gráfico 27). Como era de se esperar, os valores aumentaram ao longo do tempo de armazenamento. A amostra acondicionada na embalagem PT foi a que apresentou maior aumento, devido à sua alta transmissão de luz. Em contrapartida, a amostra acondicionada na embalagem denominada M, composta por polipropileno biorientado (PPBO) metalizado, foi a que apresentou menor aumento nos níveis do índice de peróxido. O resultado corrobora a afirmação de Jorge (2013) de que a utilização de filmes metalizados nas embalagens de alimentos relaciona-se àqueles produtos que requerem proteção contra o ganho de umidade, a oxidação e, principalmente, à presença de luz ultravioleta, a qual atua na catálise de reações de oxidação de lipídios.

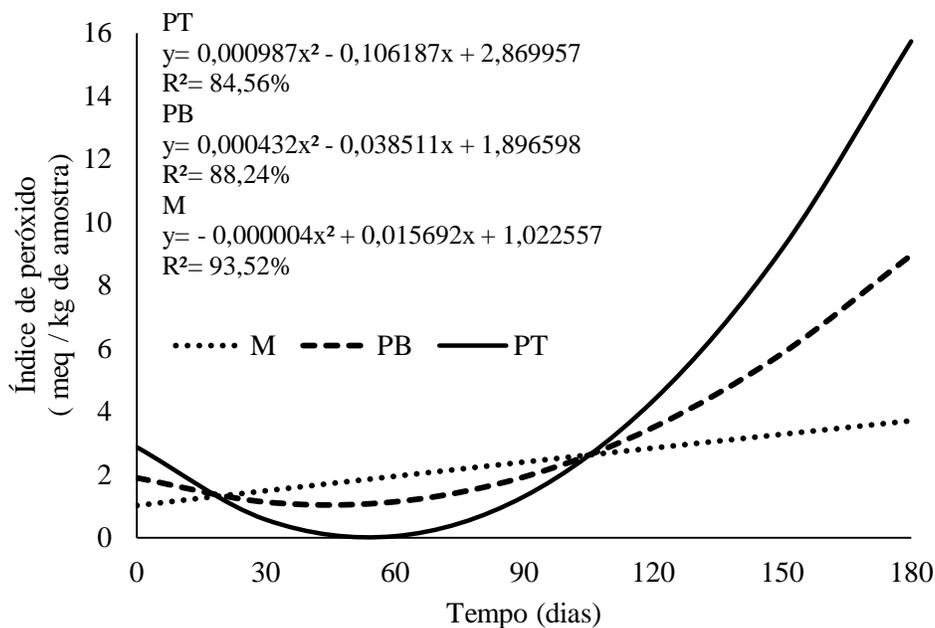


Gráfico 27 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do índice de peróxido das pré-misturas para pão de queijo acondicionadas em três diferentes embalagens (PT, PB e M), em função do tempo

A cor determina a vida útil de muitos alimentos, já que afeta grandemente a aceitação do produto pelo consumidor, podendo ser conferida por pigmentos naturais ou artificiais. Os pigmentos naturais (clorofilas, antocianinas, carotenoides, mioglobina e hemoglobina, entre outros) são muito suscetíveis à oxidação e outras alterações que resultam em mudanças de coloração (CORSO, 2007).

Os parâmetros de cor avaliados nas pré-misturas foram a luminosidade (L^*), o croma (C^*) e a tonalidade cromática (h^*). A interação entre a utilização de diferentes embalagens e o tempo afetou significativamente ($p < 0,05$) a coloração do produto. No caso da luminosidade, o modelo matemático proposto somente se adequou aos dados da amostra PT (Gráfico 28).

Todas as amostras tiveram seus valores médios de luminosidade diminuídos ao longo do tempo, resultando no escurecimento da pré-mistura para pão de queijo. Os pigmentos presentes no produto são provenientes dos pigmentos de seus ingredientes, como ovo e queijo, em sua maioria, carotenoides. De acordo com Corso (2007), os carotenoides são altamente suscetíveis à oxidação, devendo também ser protegidos do contato com luz e O₂.

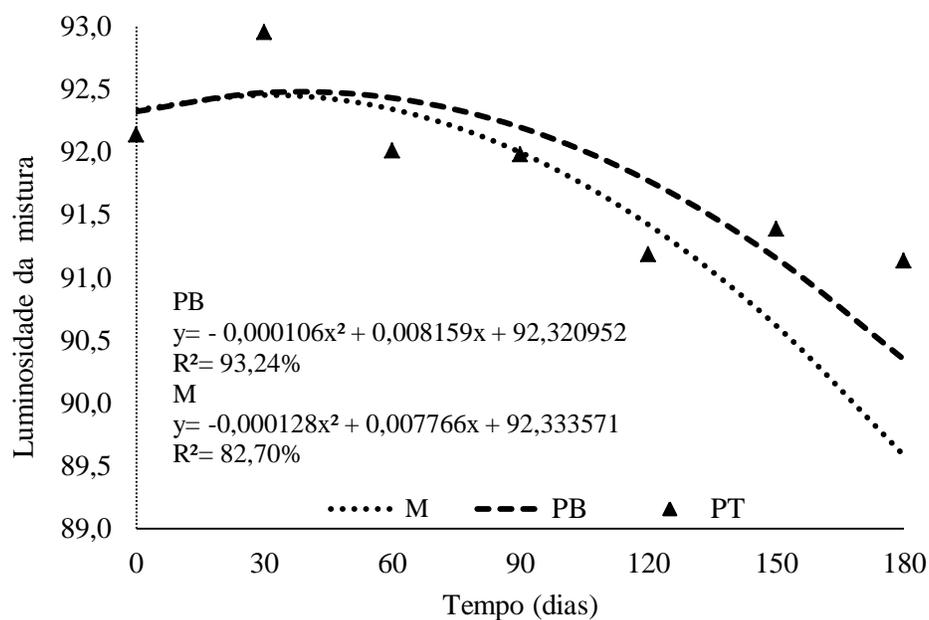


Gráfico 28 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de luminosidade da pré-mistura para pão de queijo acondicionada em três diferentes embalagens (PT, PB e M), em função do tempo

O croma (C*) denota a saturação ou a intensidade da cor. Os valores de croma 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). Os valores do croma das pré-misturas acondicionadas

nas três embalagens testadas aumentaram ao longo do tempo de armazenamento, provavelmente também em virtude da oxidação dos pigmentos presentes nas amostras (Gráfico 29).

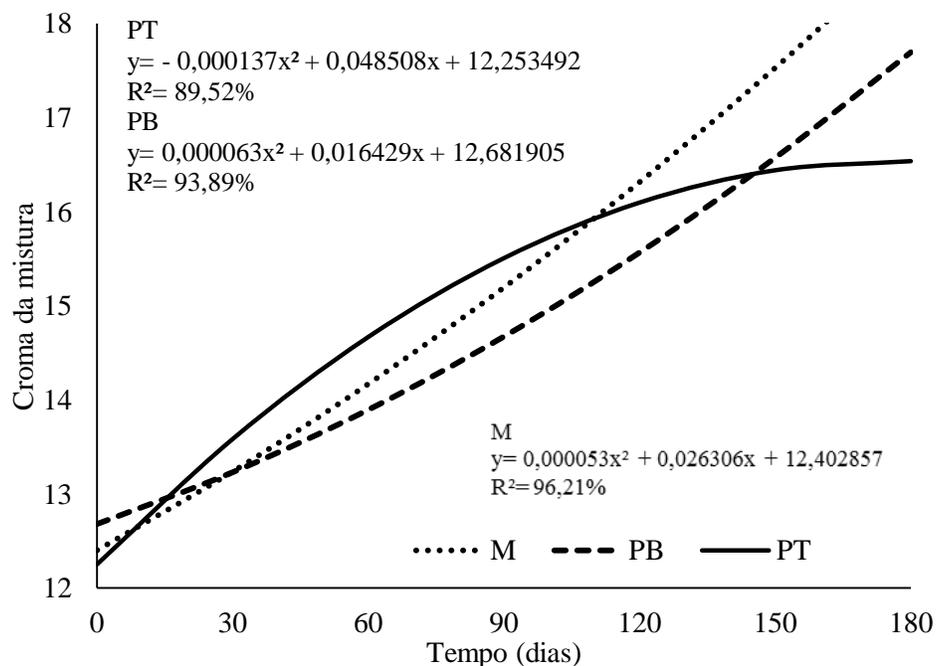


Gráfico 29 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do cromatismo da pré-mistura para pão de queijo acondicionado em três diferentes embalagens (PT, PB e M), em função do tempo

Quanto aos valores da tonalidade cromática (h^*), as amostras acondicionadas nas três embalagens tiveram seus valores diminuídos, variando, em média, de 83, no tempo 0, para 81, aos 180 dias. Mesmo com a variação ocorrida ao longo do tempo de armazenamento, a pré-mistura manteve a coloração próxima do amarelo (Gráfico 30).

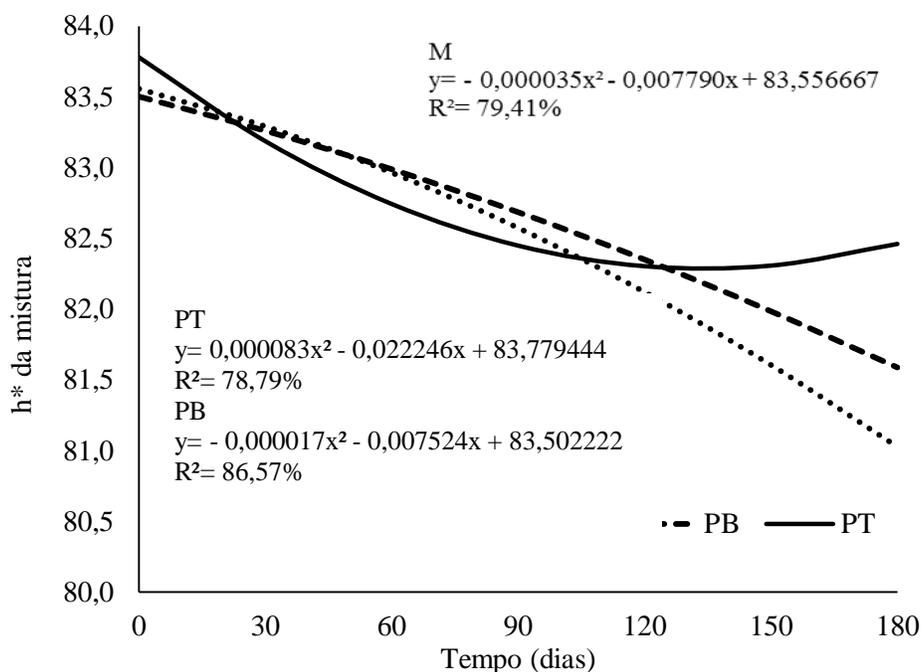


Gráfico 30 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias da tonalidade cromática (h^*) da pré-mistura para pão de queijo acondicionada em três diferentes (PT, PB e M) embalagens, em função do tempo

Também foram avaliados os pães de queijo provenientes da pré-misturas acondicionadas nas três embalagens em estudo.

Em relação à umidade do pão de queijo, a interação entre os tratamentos e o tempo não foi capaz de produzir efeitos significativos ($p \geq 0,05$). Somente o tempo, isoladamente, afetou esse parâmetro, entretanto, os modelos matemáticos propostos não se ajustaram aos dados, devido ao baixo valor do coeficiente de determinação encontrado (Gráfico 31). Isso demonstra que os diferentes materiais que compunham as embalagens não afetaram o conteúdo de umidade do pão de queijo. Além disso, os valores apresentados no tempo 0 ($26,53 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) foram muito próximos daqueles encontrados aos 180 dias ($27,68 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$),

indicando que, no quesito umidade, os três tipos de embalagens utilizadas atuaram de forma semelhante, sendo eficientes para a manutenção da qualidade do produto.

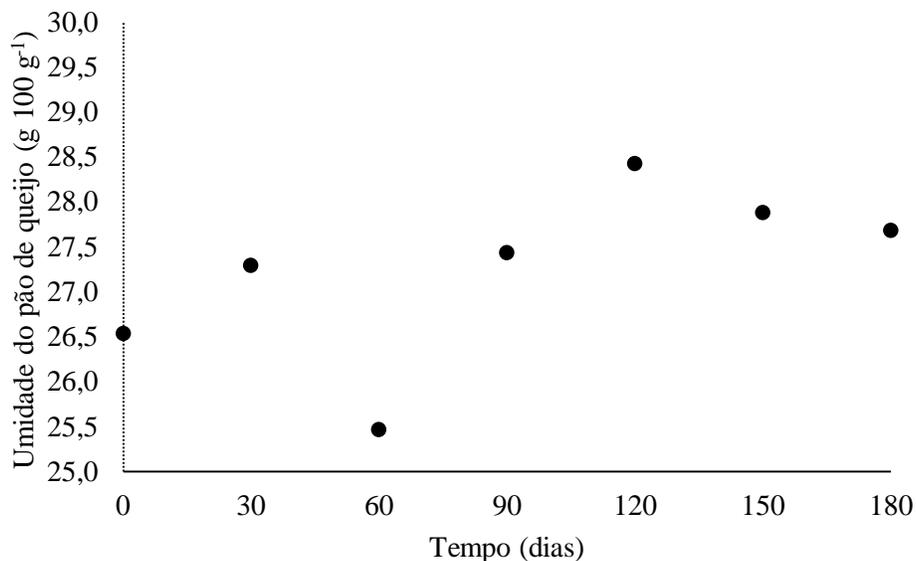


Gráfico 31 Valores médios de umidade dos pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas ao longo de 180 dias

Somente os tratamentos e o tempo, isoladamente, afetaram o pH dos pães de queijo. Nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados ($R^2 < 70\%$) (Gráfico 32). Nos primeiros 30 dias houve aumento do pH, seguido de diminuição até os 180 dias de armazenamento, retornando, dessa forma, ao valor inicial. Os pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada na embalagem PT apresentaram o menor valor médio (5,5), pelo teste de Scott Knott, a 95% de confiança, seguidos das amostras provenientes da embalagem PB e M (5,62 e 6,64, respectivamente).

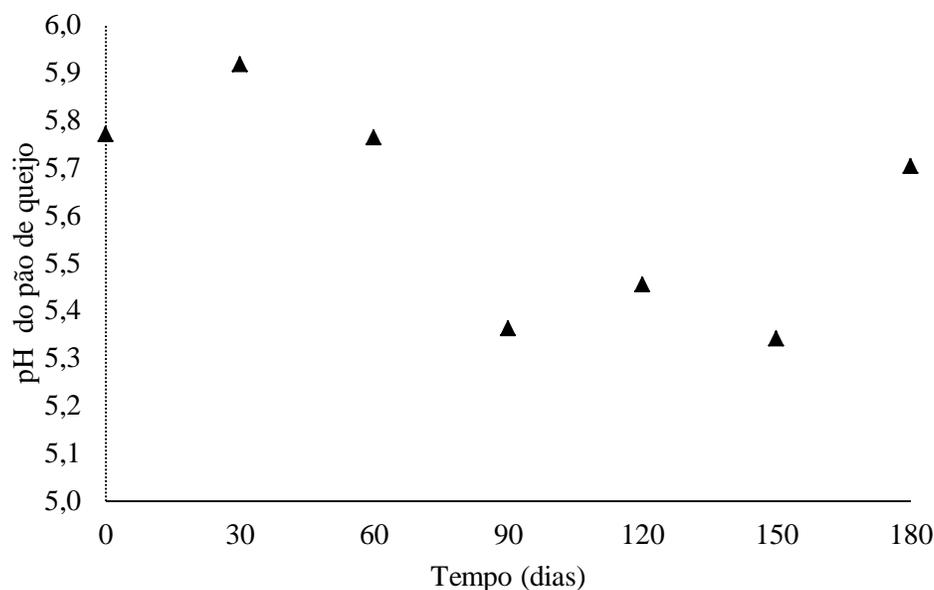


Gráfico 32 Valores médios de pH dos pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas ao longo de 180 dias

A interação entre as embalagens utilizadas e o tempo produziu efeitos significativos no teor de acidez titulável dos pães de queijo estudados (Gráfico 33). De maneira geral, houve aumento no valor desse parâmetro, provavelmente devido a reações químicas, como de oxidação ou de rancificação.

Os pães de queijo provenientes da pré-mistura armazenada na embalagem PT foi a que apresentou maior valor de acidez titulável, aos 180 dias. Isso pode ser explicado pelo fato de se tratar de material transparente, o que favorece a reação de oxidação, pela maior passagem de luz para o produto, uma vez que as radiações luminosas, sejam naturais ou artificiais, catalisam reações fotoquímicas em alimentos, principalmente reações de oxidação. A fase de indução (ou iniciação) da oxidação de lipídios é acelerada quando o alimento é exposto (direta ou indiretamente) à luz (CORSO, 2007). Assim, as embalagens PB e M apresentaram melhores resultados.

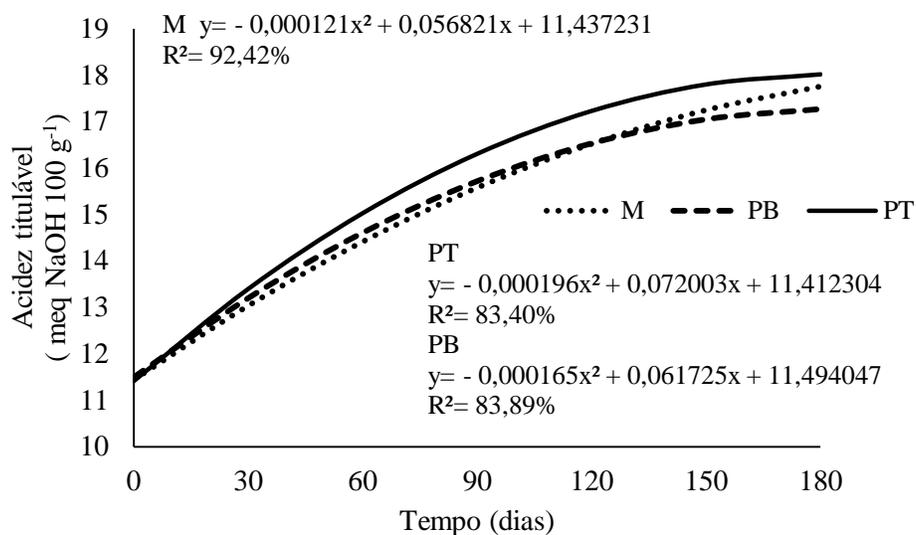


Gráfico 33 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de acidez titulável dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em três diferentes embalagens, em função do tempo

Com relação ao volume específico dos pães de queijo, importante parâmetro para avaliação da qualidade do produto, a interação entre os tratamentos e o tempo foi significativa, porém, o modelo matemático proposto somente ajustou-se aos dados referentes aos pães de queijo da embalagem PB (Gráfico 34). Houve diminuição dos valores ao longo do tempo, indicando queda da qualidade, uma vez que maiores valores de volume específico estão relacionados à melhor aceitação de produtos panificados. Os pães de queijo da embalagem PB foram os que apresentaram o maior valor ao final do armazenamento ($1,21 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$), indicando que essa embalagem favoreceu a manutenção da qualidade do produto.

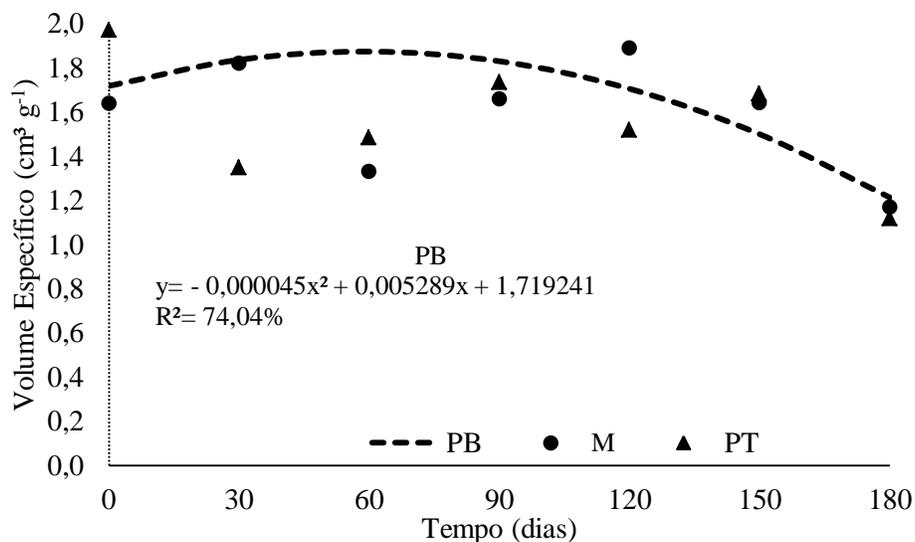


Gráfico 34 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de volume específico dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada na embalagem PB, em função do tempo e valores médios de volume específico encontrados para os pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas nas embalagens PT e M, armazenada por 180 dias

A interação entre os tratamentos e o tempo afetou a densidade de forma significativa (Gráfico 35), só que, nesse caso, o comportamento dos dados foi inverso ao do volume específico, uma vez que é o resultado da divisão entre o peso e o volume dos pães de queijo. Do ponto de vista tecnológico, pães de queijo com menores valores desse parâmetro são considerados de melhor qualidade, sendo aqueles provenientes da pré-mistura armazenada na embalagem M os que apresentaram essas características.

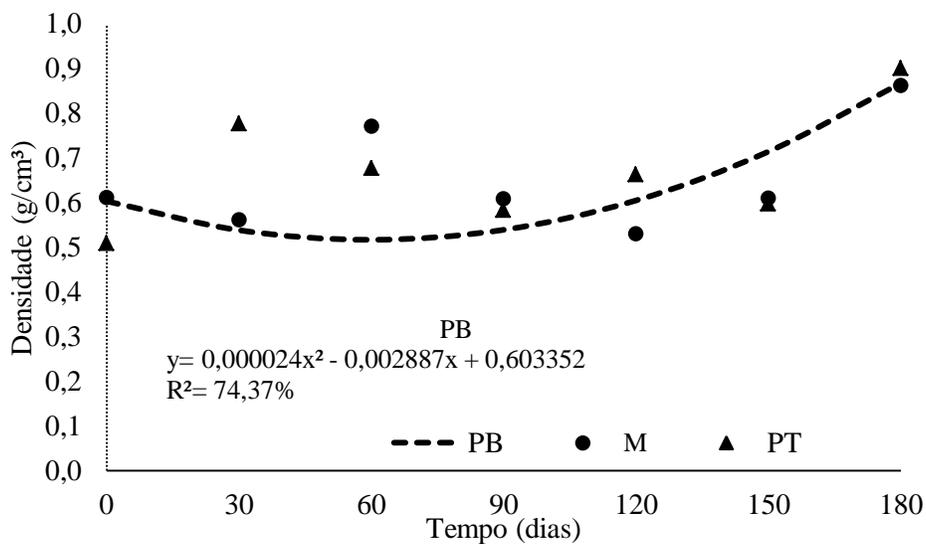


Gráfico 35 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de densidade dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada na embalagem PB, em função do tempo e valores médios de densidade encontrados para os pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas nas embalagens PT e M, armazenada por 180 dias

Somente o tempo afetou de maneira significativa o índice de expansão dos pães de queijo, porém, nenhum modelo matemático proposto ajustou-se aos dados ($R^2 < 70\%$) (Gráfico 36). Os valores desse parâmetro de qualidade variaram ao longo do tempo, aumentando e diminuindo, porém, apesar de haver diferenças estatísticas significativas, elas foram mínimas, tendo os pães de queijo apresentado bons índices de expansão.

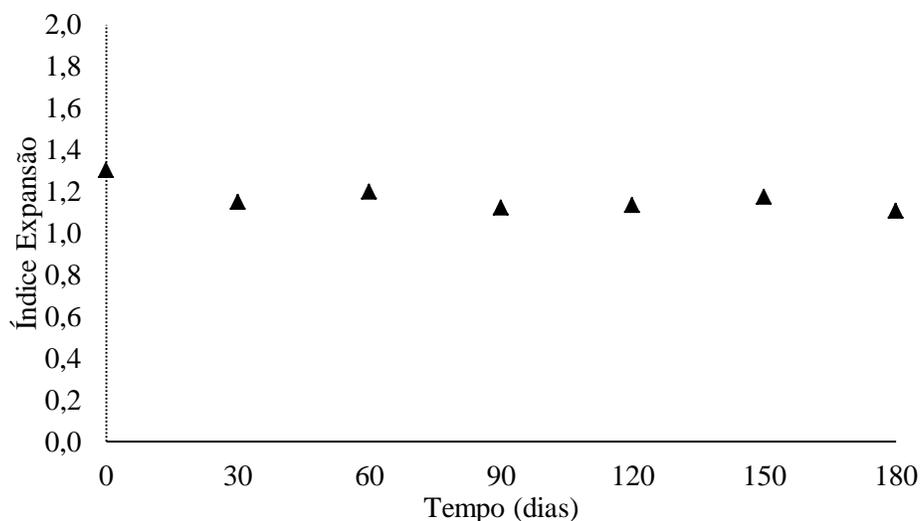


Gráfico 36 Valores médios de índice de expansão dos pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas, ao longo de 180 dias

A textura pode ser considerada uma manifestação das propriedades reológicas de um alimento e constitui um atributo importante de qualidade, com influência nos hábitos alimentares e na preferência do consumidor, afetando o processamento e o manuseio dos alimentos (CAMPOS, 1989). Com relação à firmeza dos pães de queijo, que indica o quão macia ou dura está a amostra, somente o tempo interferiu de maneira significativa (Gráfico 37), indicando que os diferentes tipos de embalagens empregados atuaram de forma semelhante nesse quesito, não afetando a textura do produto. Os valores de firmeza aumentaram ao longo dos 180 dias de armazenamento, variando de 29,6 N, no tempo 0 a 42,8 N, ao final de seis meses.

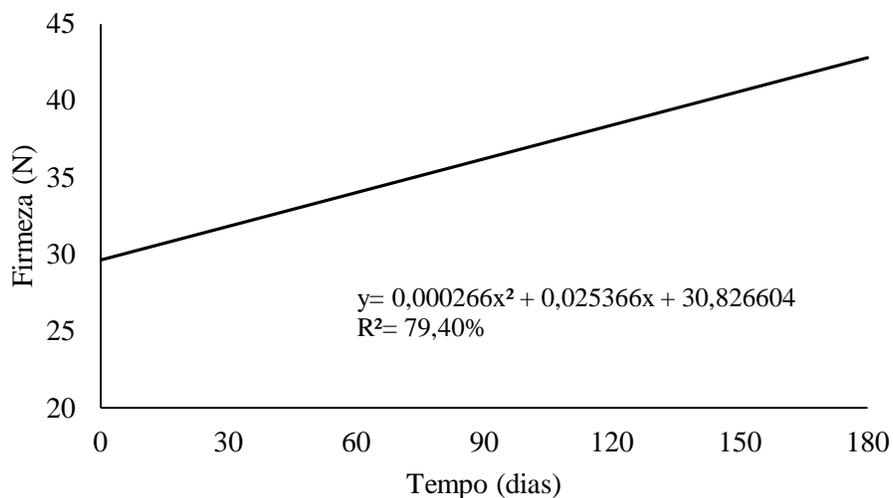


Gráfico 37 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de firmeza dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em diferentes embalagens, em função do tempo

A cor do miolo dos pães de queijo também foi avaliada. A interação entre os tratamentos e o tempo afetou significativamente ($p < 0,05$) a luminosidade (L^*), o croma (C^*) e a tonalidade cromática (h^*) dos pães de queijo analisados. Assim como ocorreu na pré-mistura, os miolos também escureceram ao longo do tempo de armazenamento, como pode ser visualizado no Gráfico 38. Os valores de L^* diminuíram, indicando oxidação dos pigmentos presentes no produto e consequente alteração da cor. Com relação ao croma (Gráfico 39), o comportamento também foi semelhante ao que ocorreu na pré-mistura; houve aumento dos valores ao longo do armazenamento, indicando que a cor do miolo foi se tornando mais forte à medida que se passava o tempo, em virtude, mais uma vez, da oxidação dos pigmentos, principalmente de carotenoides. Por fim, em se tratando da tonalidade cromática (Gráfico 40), os

valores diminuíram, entretanto, sem alterar a cor predominante, próxima ao amarelo puro.

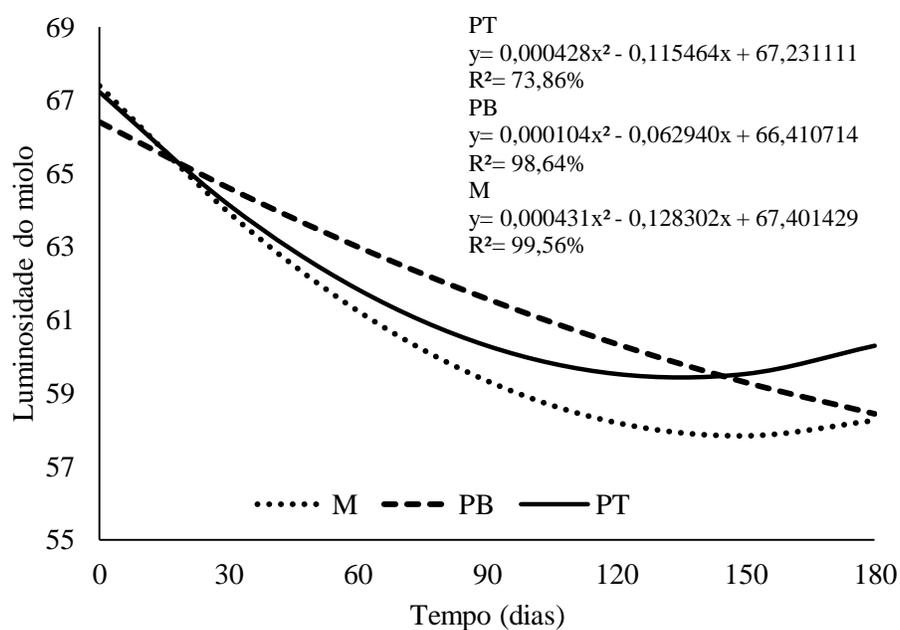


Gráfico 38 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias de luminosidade dos miolos dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em três diferentes embalagens, em função do tempo.

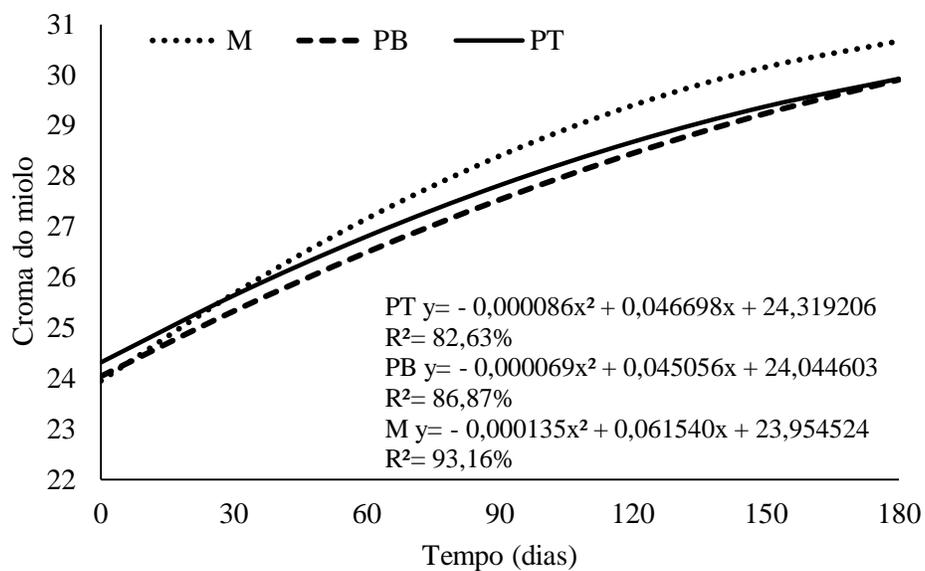


Gráfico 39 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias do croma dos miolos dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em três diferentes embalagens, em função do tempo

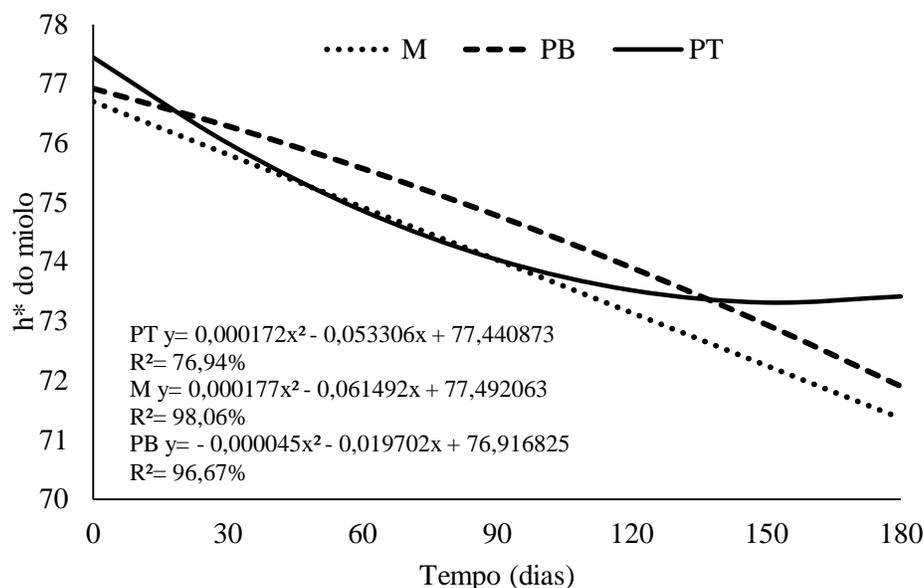


Gráfico 40 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias da tonalidade cromática dos miolos dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em três diferentes embalagens, em função do tempo

Compreender como os consumidores percebem os produtos alimentares é fundamental para indústria de alimentos. Esta informação é essencial para o desenvolvimento e a comercialização de novos produtos, para a reformulação das já existentes, a otimização de processos de fabricação e, além disso, para o estabelecimento das especificações de controle de programas de qualidade (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Assim, a análise sensorial torna-se imprescindível neste estudo para avaliar as alterações que ocorreram ao longo do tempo de armazenamento e que podem ser percebidas pelos órgãos do sentido.

Além das alterações intrínsecas ao alimento que podem levar a alterações sensoriais, o alimento pode absorver compostos de odor e sabor provenientes do ambiente, se a embalagem não conferir boa barreira a tais compostos ou, até mesmo, do próprio material de embalagem. Quanto à

absorção de sabores e odores do ambiente, os alimentos ricos em lipídios são os mais suscetíveis. Os produtos desidratados em pó também absorvem facilmente odores do ambiente, o que se explica por sua grande área de superfície exposta; além disso, o aumento da concentração resultante da secagem aumenta seu teor de lipídios que, além de absorverem facilmente odores do ambiente, podem produzir compostos de aroma como resultado da oxidação (CORSO, 2007).

Com relação aos pães de queijo avaliados, somente o tempo, isoladamente, afetou de maneira significativa ($p < 0,05$) os atributos sensoriais avaliados nos pães de queijo, que foram a aparência, o sabor, a textura e a impressão global.

Em relação à função protetora, a embalagem controla a vida útil dos alimentos. Contudo, as embalagens utilizadas neste estudo, independentemente do material e das características de barreira, não interferiram nos resultados da análise sensorial, uma vez que os provadores não encontraram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas nesses invólucros.

Com relação à aparência, nenhum modelo matemático proposto adequou-se aos dados ($R^2 < 70\%$) (Gráfico 41). Houve pequeno aumento nas notas, nos primeiros 30 dias de armazenamento. Em seguida, queda até o final do experimento, entretanto, as notas permaneceram dentro da faixa de aceitação durante todo o período em estudo, ou seja, acima de 6.

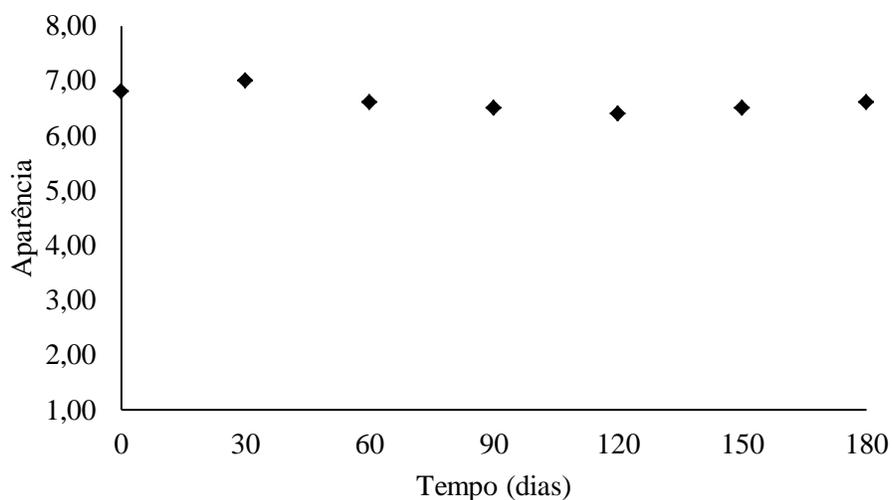


Gráfico 41 Valores médios das notas de aparência dos pães de queijo provenientes das pré-misturas acondicionadas em diferentes embalagens e armazenadas ao longo de 180 dias

O sabor é um atributo complexo, definido como experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e táteis percebidas durante a degustação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 1993). Com relação a esse parâmetro, as notas caíram à medida que passou o tempo de armazenamento, mantendo-se na faixa de aceitação (notas entre 6 e 9) até os 150 dias (Gráfico 42).

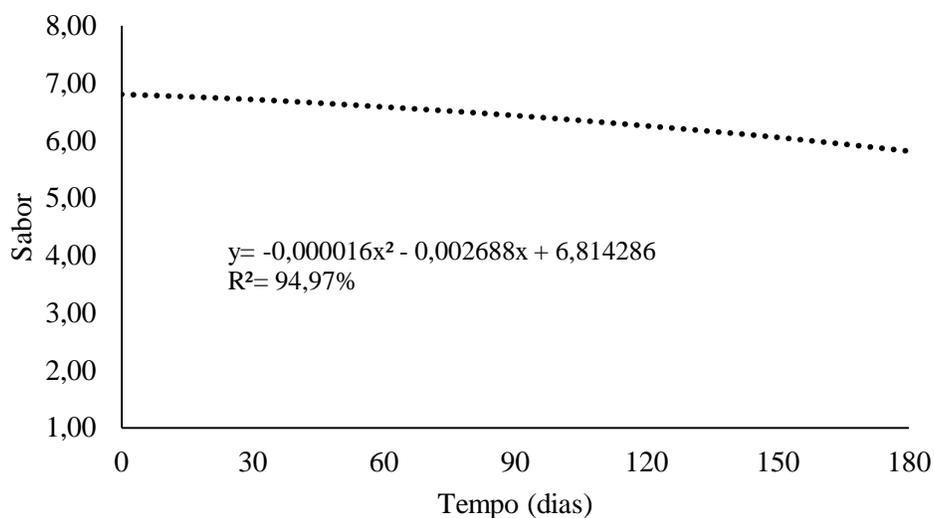


Gráfico 42 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias das notas de sabor dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em diferentes embalagens, em função do tempo

A textura é, primariamente, a resposta dos sentidos táteis para estímulos físicos que resultam do contato entre uma parte do corpo e o alimento (BOURNE, 2002). Quanto ao atributo textura, também houve diminuição das notas em relação a esses atributos, mantendo-se na faixa de aceitação (notas entre 6 e 9), por parte dos provadores, até os 120 dias de armazenamento.

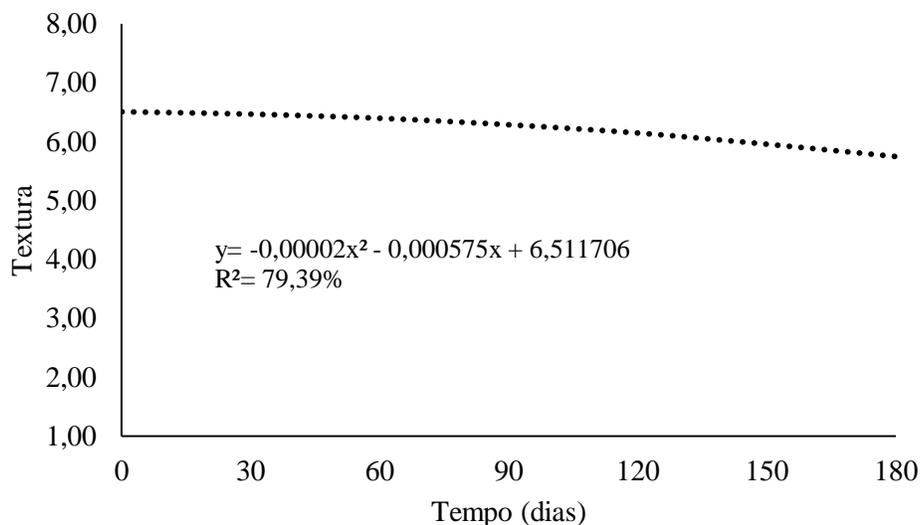


Gráfico 43 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias das notas de textura dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionada em diferentes embalagens, em função do tempo

No que se refere à impressão global, as notas também caíram ao longo do experimento, mantendo-se dentro da faixa de aceitação até os 120 dias de armazenamento.

Considerando todos os atributos avaliados sensorialmente, os pães de queijo elaborados a partir da pré-mistura desenvolvida em laboratório mantiveram-se dentro da faixa de aceitação até os 120 dias de armazenamento da mesma. Isso demonstra que, para armazenamento superior, devem-se acrescentar aditivos à formulação, com finalidade conservante, uma vez que, nessa pré-mistura para pão de queijo, não foi empregado qualquer tipo de substância com esse objetivo.

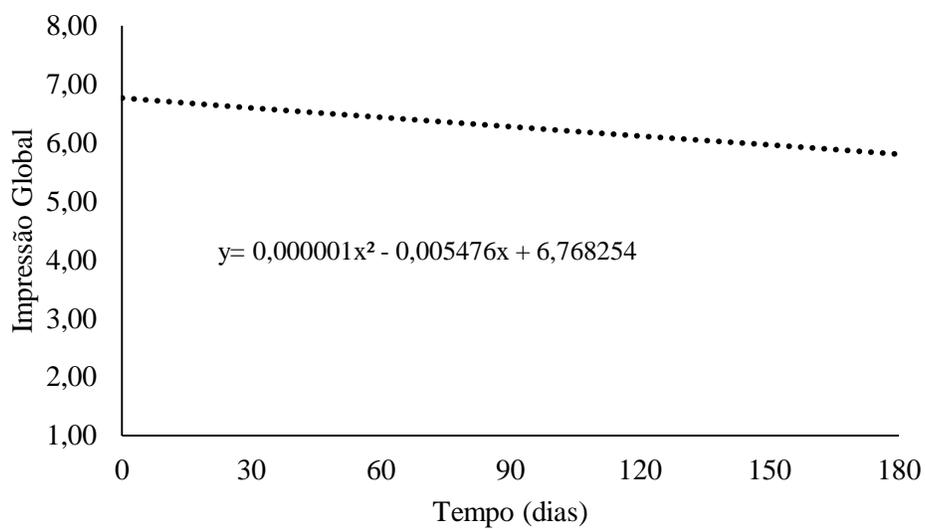


Gráfico 44 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação das médias das notas de impressão global dos pães de queijo provenientes da pré-mistura acondicionadas em diferentes embalagens, em função do tempo.

CONCLUSÕES

Os pães de queijo congelados de forma rápida, utilizando nitrogênio líquido, apresentaram cristais de gelo menores. Além disso, menor perda de peso, menor aumento do teor de acidez titulável e maior volume, quando comparados àqueles congelados de forma lenta, demonstrando que, por meio do congelamento rápido, obtêm-se produtos de melhor qualidade, sendo esse tipo de congelamento o indicado.

Com relação à análise sensorial dos pães de queijo, pode-se afirmar que, apesar da diminuição das notas dos atributos avaliados, estas se mantiveram dentro da faixa de aceitação, indicando que o congelamento, por até 180 dias, dos pães de queijo obtidos da pré-mistura desenvolvida no laboratório, é viável.

Quanto ao estudo da estabilidade, verifica-se que a pré-mistura para pão de queijo deve ser armazenada em embalagens que apresentem boas características de barreira, tanto ao vapor de água e ao oxigênio, quanto à passagem de radiações luminosas, sejam elas artificiais ou naturais, a fim de se evitar reações de oxidação, bem como alterações sensoriais, como, por exemplo, a cor.

Do ponto de vista sensorial, os pães de queijo provenientes da pré-mistura desenvolvida em laboratório se mantiveram dentro da faixa de aceitação em todos os atributos avaliados até 120 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- AÇÕES da indústria. **Giro News**, São Paulo, n. 140, p. 16, abr. 2008.
Disponível em: <<http://www.gironews.com/revistas/G140.p16.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2011.
- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American association of cereal chemists**: method 55-50. 10th ed. Saint Paul, 2000. 1200 p.
- ANDRADE, L. P. **Amidos modificados e estabilizantes na qualidade do pão de queijo de massa congelada durante o armazenamento**. 2012. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Análises físico-químicas de pré-misturas de pães de queijo e produção de pães de queijo com adição de *okara*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1416-1422, set./out. 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas**: terminologia. Rio de Janeiro, 1993. 8 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNACIONAL. **Official methods of analysis of the Association of the Official Analytical Chemists**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. v. 1, 1170 p.
- BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Freezing times of regularly shaped food items. **International Communications in Heat Mass Transfer**, New York, v. 26, n. 5, p. 617-626, 1999.
- BOURNE, M. C. **Food texture and viscosity**: concept and measurement. 2nd ed. London: Academic, 2002. 446 p.
- CAMPOS, S. D. S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1989. 83 p.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. rev. Campinas: UNICAMP, 2003. 207 p.
- COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Congelamento e descongelamento: sua influência sobre os alimentos. **Vetor**. Rio Grande, v. 13, p. 53-66, jan./dez. 2003.

CORSO, M. P. **Embalagens**. Medianeira: UTFPR, 2007. 79 p.

COSTA, F. F. et al. Effect of calcium chloride addition on ice cream structure e quality. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 6, p. 2165-2174, June 2008.

DIAS, J. **Determinação da vida de prateleira nos alimentos**. Disponível em: <http://www.hipersuper.pt/2007/01/19/Determina_o_da_Vida_de_Prateleir/>. Acesso em: 30 ago. 2010.

FENNEMA, O.; POWRIE, W.; MARTH, E. **Low-temperature preservation of foods and living matter**. New York: Plenum, 1973. 737 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar sistema de análises de variância para dados balanceados**: programa de análises estatísticas e planejamentos de experimentos. Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010. Software.

GUTKOSKI, L. C.; SANTOS, E. dos. Estudo de formulação na produção de pão francês congelado não fermentado. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 347-352, jul./set. 2004.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica; UNESP, 2013. 194 p.

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

MARTIN, R. E. et al. **Chemistry and biochemistry of marine food products**. Westport: AV, 1982. 475 p.

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

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. New York: CRC, 1999. 281 p.

NAGATA, C. L. P. **Otimização de uma pré-mistura para pão de queijo**. 2011. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

NEVES, F. L. C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. São Paulo: Instituto Brasileiro do Frio; ABRAVA-SINDRATAR, 1991. 186 p.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: CEGRAF-UFG; Niterói: EDUFF, 1995. 1110 p.

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

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. Comparação entre a composição química determinada e a declarada na embalagem de diferentes marcas de pão de queijo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 3, n. 29, p. 623-628, maio/jun. 2005.

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, out./dez. 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468 p.

PIZZINATTO, A. Processo de fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. (Ed.). **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Governo do Estado de São Paulo, 2000. p. 87-101.

REGAND, A.; GOFF, H. D. Ice recrystallization inhibition in ice cream as affected by ice structuring proteins from winter wheat grass. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 1, p. 49-57, Jan. 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, n. 2, p. 305-313, Mar. 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.

RÖSCH, J.; WÜNSCH, J. R. Tendências em materiais com propriedades de barreira. **Plástico Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 25, p. 70-81, 2000.

SILVA, C. E. M.; FAÇANHA, S. H. F.; SILVA, M. G. Efeito do teor de amilose, amilopectina e grau de gelatinização no crescimento do biscoito de amido de mandioca obtido por fermentação natural. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 60-62, jan./abr. 1998.

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

TEIXEIRA NETO, R. O.; DENIZO, N.; QUAST, D. G. Atividade de água em alguns alimentos de teor intermediário de umidade II. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 7, p. 191-207, 1976.

TIERNO, A. C. Congelamento. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. (Ed.). **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Governo do Estado de São Paulo, 2000. p. 103-109.

VIANNA, R. I. et al. Embalagens flexíveis monocamada para acondicionamento de produtos liofilizados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA, 2006. 1 CD-ROM.

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

APÊNDICES

Questionário utilizado na pesquisa de mercado



A Universidade Federal de Lavras (UFLA), através do Departamento de Ciência dos Alimentos, está desenvolvendo um estudo do mercado consumidor de pão de queijo. Você estaria disposto a responder a algumas respostas curtas sobre este assunto? Por favor, sinta-se livre para expressar suas opiniões, pois não há respostas corretas ou incorretas. As informações prestadas serão utilizadas somente para fins estatísticos.

1. Você consome pão de queijo?
 Sim
 Não

2. Qual a origem do pão de queijo que você consome e qual a frequência de consumo de cada tipo? Pode-se marcar mais de uma opção.

ORIGEM	FREQUÊNCIA						
	Diariamente	3x/ semana	2x/ semana	1x/ semana	2x/ mês	1x/ mês	< 1x/ mês
<input type="checkbox"/> Comprado em padarias/lanchonetes							
<input type="checkbox"/> Feito em casa							

3. O pão de queijo que é preparado em sua casa é obtido de que forma?
Pode-se marcar mais de uma opção.

FORMA DE PREPARO	FREQUÊNCIA						
	Diaria-mente	3x/ semana	2x/ semana	1x/ semana	2x/ mês	1x/ mês	< 1x/ mês
() Massa caseira							
() Massa moldada e congelada							
() Pré-mistura							

Existem pré-misturas para pão de queijo no mercado, de diversas marcas. Com relação a essas pré-misturas, responda:

4. Você conhece as pré-misturas para pão de queijo comerciais?
 Sim
 Não
5. Você consome as pré-misturas para pão de queijo disponíveis no mercado?
 Sim
 Não
 Já consumi, porém, não consumo mais
6. Quais marcas você conhece ou consome?

MARCAS	CONHEÇO	CONSUMO
Vilma		
Yoki		
Itaiquara		
Fleischmann		
Amafil		
Dona Benta		
Santa Amália		
Outra: _____		

7. Qual a forma de preparo das pré-misturas para pão de queijo que você conhece/consome?
- () Necessário acrescentar apenas água
 - () Necessário acrescentar água e ovos
 - () Necessário acrescentar água, ovos e queijo
8. Você as considera práticas e convenientes?
- () Sim
 - () Não

Questão somente para quem respondeu “Não” e “Já consumi, porém, não consumo mais” na questão 5.

9. Qual o motivo de não consumir ou ter deixado de consumir pré-misturas para pão de queijo?
- () Preço elevado
 - () Má qualidade sensorial do pão de queijo obtido a partir da pré-mistura
 - () Não é prática e conveniente
 - () Não preparo pão de queijo em casa
 - () Não conheço as pré-misturas disponíveis
 - () Não encontro com facilidade no mercado

Com relação às perguntas de 10 e 11, responda considerando o produto descrito a seguir.

Produto: Pré-mistura para pão de queijo que já contém todos os ingredientes, inclusive ovos e queijo, sendo necessário apenas acrescentar água para a obtenção da massa, para posterior moldagem e assamento. Embalagem de 400 g. Tempo de preparo da massa: 3 minutos. Rendimento médio: 20 pães de queijo médios.

10. Intenção de compra:
- () Certamente compraria
 - () Provavelmente compraria
 - () Tenho dúvidas se compraria
 - () Provavelmente não compraria
 - () Certamente não compraria

11. Qual a sua opinião em relação às questões abaixo?

Afirmativas	Concordo totalmente	Concordo parcialmente	Nem concordo nem discordo	Discordo parcialmente	Discordo totalmente
Essa pré-mistura, já contendo ovos e queijo, apresenta diferencial em relação às pré-misturas comerciais.					
Essa pré-mistura é mais prática e conveniente que as existentes do mercado.					
Uma das vantagens dessa pré-mistura é já conter queijo e ovos em sua formulação, não necessitando adicionar mais ingredientes.					
Não encontro nenhuma pré-mistura semelhante a essa no mercado.					
Aceito pagar um valor um pouco maior que as pré-misturas comerciais, por se tratar de uma pré-mistura onde é necessária apenas a adição de água.					
Considero o tamanho da embalagem e o rendimento do produto ideais.					

12. Sexo:
- Feminino
 - Masculino
13. Faixa etária:
- Menos de 20
 - 20-29
 - 30-39
 - 40-49
 - 50-59
 - 60-69
 - Acima de 70
14. Grau de instrução:
- Ensino fundamental incompleto
 - Ensino fundamental completo
 - Ensino médio incompleto
 - Ensino médio completo
 - Superior incompleto
 - Superior completo
 - Pós-graduação
15. Renda familiar mensal:
- 1 a 3 salários mínimos
 - > 3 a 6 salários mínimos
 - > 6 a 10 salários mínimos
 - > 10 salários mínimos
 - Outra: _____