

**EFEITO DO CONGELAMENTO NAS
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS,
MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS NO
PÃO DE QUEIJO**

ROSSANA PIERANGELI GODINHO SILVA

2005

ROSSANA PIERANGELI GODINHO SILVA

**EFEITO DO CONGELAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS, FÍSICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS NO PÃO
DE QUEIJO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Pós-
Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos,
para a obtenção do título de "Doutor"



Orientadora:

Profa. Dra. Joelma Pereira

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Rossana Pierangeli Godinho

**Efeito do congelamento nas características químicas, físicas,
microbiológicas e sensoriais no pão de queijo / Rossana Pierangeli Godinho
Silva. – Lavras: UFLA, 2005.**

104 p. : il.

Orientadora: Joelma Pereira.

Tese (Doutorado) –UFLA.

Bibliografia.

**1. Congelamento. 2. Pão de queijo. 3. Análise sensorial. 4. Análise
microbiológica. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

CDD-641.815

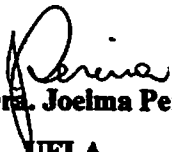
ROSSANA PIERANGELI GODINHO SILVA

**EFEITO DO CONGELAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS
QUÍMICAS, FÍSICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS NO PÃO
DE QUELJO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Pós-
Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos,
para a obtenção do título de “Doutor”

APROVADA em 18 de julho de 2005

Prof. Dr. Evódio Ribeiro Vilela	UFLA
Profa. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos	UFLA
Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli	UFLA
Prof. Dr. José Luís Contado	UNICOR


Profa. Dra. Joelma Pereira
UFLA

(Orientadora)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

A DEUS

*que sempre esteve presente,
fortalecendo e amparando.*

*À minha filha, Júlia,
Ao meu esposo, Robson,
pelo amor e compreensão,*

DEDICO

A todos os alunos e funcionários que fizeram parte do painel sensorial.

A meus pais, Waldemar e Eurica, meus irmãos Robson e Raquel, meus cunhados Cássia e Lúcio, a Cyntia, D. Rita e todos os meus familiares, pelo grande incentivo, carinho e confiança.

Aos meus grandes amores: Júlia, nascida durante a realização da tese e Robinho pelo amor incondicional, compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos.

A Deus, por tudo.

AGRADECIMENTOS

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

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos para a realização deste trabalho.

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

Ao Prof. Dr. Evódio, pela co-orientação, sugestões, ensinamentos e eterno carinho e amizade.

À Profa. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira, pela co-orientação e sugestões durante a execução do projeto.

Aos Professores. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli e Dr. Alexandre Tourino Mendonça, pelas sugestões e orientações nas análises microbiológicas.

À Profa. Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos e ao Prof. Dr. José Luís Contado, pelas sugestões e participação na banca de defesa.

Aos Professores Ms. Paulo Roberto Clemente (Laboratório de Análise Sensorial) e Dra. Fabiana Queiroz Ferrua (Laboratório de Microestrutura e Arquitetura Alimentar), pela colaboração.

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

Aos funcionários do DCA pelo convívio, amizade e por estarem sempre dispostos a ajudar.

A mestranda e amiga Fernanda Carlota Nery, pelo auxílio em todo experimento, análise estatística, disponibilidade e amizade.

Aos colegas do curso de pós-graduação Kelen, Heloísa, Washington e Éllen, pela amizade e ajuda.

A todos os alunos e funcionários que fizeram parte do painel sensorial.

A meus pais, Waldemar e Eurica, meus irmãos Robson e Raquel, meus cunhados Cássia e Lúcio, a Cyntia, D. Rita e todos os meus familiares, pelo grande incentivo, carinho e confiança.

Aos meus grandes amores: Júlia, nascida durante a realização da tese e Robinho pelo amor incondicional, compreensão, paciência e incentivo em todos os momentos.

A Deus, por tudo.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 A mandioca.....	03
2.2 Polvilho.....	04
2.3 Ingredientes do pão de queijo.....	06
2.3.1 Polvilho.....	06
2.3.2 Leite.....	07
2.3.3 Água.....	08
2.3.4 Óleos e gorduras.....	08
2.3.5 Ovo.....	09
2.3.6 Queijo.....	10
2.3.7 Sal.....	11
2.4 Pão de queijo.....	11
2.4.1 Fabricação do pão de queijo.....	12
2.5 Textura dos pães de queijo.....	16
2.6 Congelamento da massa dos pães de queijo.....	18
2.7 Características sensoriais do pão de queijo.....	20
2.8 Microbiologia do pão de queijo.....	22
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Matéria-prima.....	24
3.2 Metodologia experimental.....	24
3.2.1 Preparo das amostras de pão de queijo para análises.....	28
3.3 Análises.....	28

3.3.1 Umidade.....	28
3.3.2 pH.....	28
3.3.3 Acidez titulável.....	29
3.3.4 Cinzas.....	29
3.3.5 Extrato etéreo.....	29
3.3.6 Proteína.....	29
3.3.7 Textura.....	30
3.3.8 Análise sensorial do pão de queijo.....	30
3.3.9 Análise microbiológica.....	32
3.3.10 Análise estatística.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
4.1 Caracterização das massas e dos pães de queijo congelados de três marcas comerciais.....	36
4.1.1 Caracterização química das massas.....	36
4.1.2 Caracterização química dos pães de queijo assados.....	39
4.1.3 Análise sensorial dos pães de queijo das três marcas comerciais.....	42
4.1.3.1 Aparência e textura dos pães de queijo.....	42
4.1.3.2 Aroma e sabor dos pães de queijo.....	44
4.1.4 Análise microbiológica das massas e dos pães de queijo das três marcas comerciais.....	47
4.2 Elaboração da formulação-base.....	52
4.2.1 Análise sensorial dos pães de queijo da formulação-base comparada à das marcas comerciais.....	52
4.3 Análise microbiológica das matérias-primas do pão de queijo elaborado: polvilho azedo, polvilho doce, margarina, leite integral pasteurizado tipo B, ovos frescos e queijo minas curado.....	55
4.4 Congelamento do pão de queijo.....	60

4.4.1 Composição centesimal das massas de pão de queijo durante o congelamento.....	60
4.4.1.1 Umidade.....	60
4.4.1.2 Cinzas.....	61
4.4.1.3 Proteína.....	63
4.4.1.4 Extrato etéreo.....	64
4.4.1.5 pH.....	66
4.4.1.6 Acidez titulável.....	67
4.4.2 Composição centesimal do pão de queijo assado durante o congelamento.....	68
4.4.2.1 Umidade.....	68
4.4.2.2 Cinzas.....	68
4.4.2.3 Proteína.....	69
4.4.2.4 Extrato etéreo.....	70
4.4.2.5 pH.....	70
4.4.2.6 Acidez titulável.....	71
4.4.3 Força de compressão dos pães de queijo.....	72
4.4.4 Análise sensorial dos pães de queijo durante o congelamento.	73
4.4.4.1 Aparência e textura dos pães de queijo.....	74
4.4.4.2 Aroma e sabor dos pães de queijo.....	76
4.4.5 Análise microbiológica da massa e do pão de queijo assado durante o congelamento.....	80
5 CONCLUSÕES.....	87
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
ANEXOS.....	95

RESUMO

SILVA, Rossana Pierangeli Godinho. Efeito do congelamento nas características químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais no pão de queijo. Lavras: UFLA, 2005. 103p. (Tese – Doutorado em Ciência dos Alimentos).

A qualidade do pão de queijo está diretamente ligada à matéria-prima utilizada, à preparação da massa, ao congelamento e ao assamento, e as falhas nestes processos podem resultar em um produto de baixa aceitação no mercado, tanto nacional como internacional. O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais e objetivou: determinar uma formulação-base semelhante às massas de pães de queijo comerciais, principalmente físico-química e sensorialmente; acompanhar as características físico-químicas da massa e do pão de queijo, além das características sensoriais, durante um período de 120 dias de congelamento, e acompanhar a microbiota existente nos ingredientes, na fabricação e congelamento da massa e no pão de queijo. As análises microbiológicas dos ingredientes utilizados na fabricação do pão de queijo apresentaram-se dentro do estabelecido por lei, com exceção do queijo minas curado. Durante o período de congelamento da massa modelada de pão de queijo, observou-se um menor valor de umidade na massa fresca; os teores de cinzas, extrato etéreo e pH decresceram com o congelamento; já os conteúdos de proteína e acidez titulável aumentaram durante o período. Com relação aos pães de queijo, verificou-se que os valores de umidade e cinzas não apresentaram variação durante o período; os teores de proteína e pH apresentaram variações durante todo congelamento, com menores valores ao final de 120 dias; o conteúdo lipídico apresentou decréscimo com o congelamento e a acidez titulável decresceu até próximo aos 60 dias, com posterior aumento até o final do congelamento. Na análise sensorial durante o congelamento, observou-se que os pães de queijo apresentaram, com relação à aparência: maior coloração amarela da crosta após 60 dias de congelamento; pães de queijo mais cascudos aos 120

*Comitê Orientador: Joelma Pereira – UFLA (Orientadora), Evódio Ribeiro Vilela – UFLA, Roberta Hilsdorf Piccoli – UFLA, Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira - UFLA

Higher cheese aroma values were noticed during the first forty days of freezing while oil aroma was higher near the fortieth day of storage. Higher values were noticed for cheese bread base-formula after 120 days when sweet cassava starch, oil, and egg were used. Lower values were found when sweet cassava starch was

Devido à falta de padronização de formulações e à necessidade de estudos sobre a produção e conservação do pão de queijo, o presente trabalho teve como objetivos:

- elaborar uma formulação de pão de queijo semelhante à de massas comerciais de pão de queijo sob aspecto físico-químico e sensorial;

- avaliar físico-química e sensorialmente a massa e os pães de queijo, obtidos da formulação previamente determinada, durante o período de 120 dias de congelamento;

- analisar a microbiota dos ingredientes do pão de queijo, da massa e do pão de queijo assado durante o período de congelamento.

ABSTRACT

SILVA, ROSSANA PIERANGELI GODINHO. Effect of the freezing in the chemical, physics, microbiological and sensorial characteristics of the cheese bread. Lavras: UFLA, 2005. 103 p. (Thesis - Doctorate in Food Science). *

Cheese bread quality is related to the raw material used, dough preparation, its freezing and roasting. Therefore, a fail in any of those processes might cause its acceptance to decrease either in the national or in the international market. This work was carried out at the Food Science Department of the Universidade Federal de Lavras with the objectives as follows: to determine a base-formula which is physically, chemically, and sensorially similar to those used for commercial cheese bread; to supervise the physical-chemical characteristics of both the dough and the cheese bread for a twenty-day freezing period; to supervise the existing microbiotic in the cheese bread ingredients during both production and freezing phases as well as in the cheese bread itself. The microbiologic analyses of the ingredients used to make cheese bread were performed according to legal criteria, except for the cured minas cheese during the period when the dough was freezing. Lower moisture content was noticed in fresh dough. Ash levels, ethereal extracts as well as the pH decreased. Protein contents as well as its acidity were found to increase during the period. Neither the cheese bread moisture content nor the ash showed any change during the freezing period. Both pH and protein levels changed during that period. However, lower moisture levels were noticed at the end of a 120-day-period. The lipid content decreased during that period and its acidity decreased during the first days with further increase being noticed until the end of the freezing period. Sensorial analysis performed during the freezing period showed that the cheese bread crust looked yellow coloration after 60 days and barkier after 120 days. As to the attribute flat peel, higher values were noticed between 40 and 80 days. The cheese texture became harder in time zero, more elastic between 60 and 100 days. The cheese bread aroma analysis showed higher values at the end of the period when cassava starch was used. Sweet cassava starch aroma values were found to decrease at the end of an eight-day period.

*Guidance Committe: Joelma Pereira – UFLA (adviser), Evódio Ribeiro Vilela – UFLA, Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira - UFLA

Higher cheese aroma values were noticed during the first forty days of freezing while oil aroma was higher near the fortieth day of storage. Higher values were noticed for cheese bread base-formula after 120 days when sweet cassava starch, oil, and egg were used. Lower values were found when sweet cassava starch was used. Cheese flavor values did not show any striking changes. As to the cheese bread salt content changes were noticed during the freezing period. Dough microbiological analysis results showed what follows: coliformes values at 45 C, thus matching the legal criteria; ; count of *B. cereus* with increase with the freezing; *Staphylococcus* producing of coagulate with superior values to those established by law, after twenty days; counts of misfiles aerobics bacteria, psicrotofilas aerobics, molds, and yeasts varying during during the freezing period; for both coliformes at 45°C and coagulase-producer *Staphylococcus* the cheese bread fit the pattern demanded by law. For *B cereus* in time zero the count it presented was above the pattern. However, when this microorganisms were frozen they just reached allowed indexes. The count of misfiles aerobic bacteria, psicrotofilas aerobics, and yeasts were shown to be absentees after 120. days of freezing.

1 INTRODUÇÃO

Entre os principais produtos de mandioca, podem-se destacar os polvilhos (féculas) doce e azedo. O maior uso do polvilho é como ingrediente básico na fabricação de biscoitos e de pão de queijo.

O pão de queijo é um produto genuinamente brasileiro, surgido em época indefinida nas fazendas de Minas Gerais, tendo como matéria-prima básica o polvilho. Além de ser uma fonte reconhecida de carboidratos, é um produto de panificação isento de glúten, o que o coloca como alimento alternativo para pessoas celiacas, aquelas intolerantes às proteínas do trigo.

O pão de queijo pode ser definido como o produto resultante do assamento de uma massa constituída basicamente de polvilho, queijo, água, gordura e sal, podendo conter outros ingredientes como ovos e leite. Porém, sob a denominação de pão de queijo podem ser encontrados no mercado diferentes tipos de produtos com características distintas. Essa variação no produto pode ser justificada pela inexistência de padrões de identidade e qualidade.

A grande aceitação e procura do pão de queijo, tanto no mercado interno como externo, levaram ao congelamento das massas de pão de queijo, propiciando uma ampliação de mercado. Esta evolução veio evidenciar a necessidade de se padronizar o processo de fabricação, a fim de melhorar e manter a sua qualidade.

A produção do pão de queijo a partir de matéria-prima inadequada e de falhas higiênicas sanitárias, seja na fase de preparação da massa, congelamento ou assamento, pode levar a altas contagens de microrganismos, resultando em produto de baixa qualidade para comercialização.

Devido à falta de padronização de formulações e à necessidade de estudos sobre a produção e conservação do pão de queijo, o presente trabalho teve como objetivos:

- elaborar uma formulação de pão de queijo semelhante à de massas comerciais de pão de queijo sob aspecto físico-químico e sensorial;

- avaliar físico-química e sensorialmente a massa e os pães de queijo, obtidos da formulação previamente determinada, durante o período de 120 dias de congelamento;

- analisar a microbiota dos ingredientes do pão de queijo, da massa e do pão de queijo assado durante o período de congelamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A mandioca

A mandioca é a principal fonte alimentar de grande parte da população mundial, particularmente em países da América do Sul, África e Ásia, onde é fonte de calorias e carboidratos.

O Brasil é o segundo produtor mundial de mandioca, juntamente com a Tailândia, sendo a Nigéria o primeiro. A produção nacional de mandioca em 2004 foi de 23.781.480 toneladas, sendo essas raízes cultivadas em todos os estados brasileiros, sendo o nono produto agrícola do país e o sexto em valor de produção (EMBRAPA, 2004).

A cultura da mandioca é geralmente desenvolvida em pequenas propriedades agrícolas, com escassa ou nenhuma tecnologia. Na maior parte da Ásia, as raízes são consumidas depois de fervidas, fritas ou panificadas. No entanto, produtos de mandioca fermentados são populares na África, América Latina, Indonésia e Filipinas (Lancaster et al., 1982).

No Brasil, o consumo caseiro da mandioca se dá sob as formas de raízes cozidas e fritas, farinha fermentada e não fermentada e ainda sob a forma de polvilho, doce ou azedo (Rivera, 1997).

De toda a produção nacional de mandioca, somente uma pequena parte é destinada à produção de polvilho (cerca de 6%). As principais fecculárias do Brasil encontram-se nas regiões Sudeste e Sul e no estado do Mato Grosso do Sul (Rivera, 1997).

O polvilho azedo não é um produto amplamente comercializado em âmbito internacional. Trata-se de um produto tipicamente brasileiro, de grande consumo nos estados de Minas Gerais, Paraná e São Paulo. Apesar de ser um produto com grande potencial para exportação, a falta de uniformidade é

considerada grande problema, sendo o polvilho azedo produzido por fermentação natural, sem condições de controle, até mesmo controle higiênico, interferindo na qualidade (Arias, 2000).

2.2 Polvilho

No Brasil, segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos do Ministério da Saúde (CNNPA/MS) (Brasil, 2004), o amido é o produto amiláceo extraído de partes aéreas comestíveis de vegetais (ex. sementes) e a fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes, rizomas).

O polvilho (fécula de mandioca) é classificado em doce e azedo, tendo por base o teor de acidez. Para o produto fermentado, a acidez deve ser, no máximo, de 5mL de NaOH 1N.100g⁻¹ e para o não fermentado de 1mL de NaOH 1N.100g⁻¹ (ABIA, 2000).

Do ponto de vista físico-químico, o polvilho doce é o amido de mandioca que não foi submetido a um processo fermentativo tão severo quanto ao do polvilho azedo.

O processo de produção de polvilho doce, independentemente da técnica empregada, consiste na lavagem e descascamento das raízes, desintegração para liberação dos grânulos de amido, purificação para separação das fibras e do material solúvel e decantação. Na etapa final, o polvilho é seco ao sol por um ou dois dias, no máximo (Ciacco & Cruz, 1982; Vilela & Ferreira, 1987).

O polvilho azedo pode ser considerado como o polvilho doce modificado, seja pela ação de enzimas microbianas, ácidos orgânicos produzidos por microrganismos ou pela ação combinada de ambos (Rivera, 1997).

O processo básico para a obtenção do polvilho azedo segue os mesmos passos para a produção do polvilho doce até a purificação. Após a purificação da fécula, a mesma é submetida à fermentação natural em cochos de madeira ou

tanques de alvenaria, sob uma camada de 10 a 20cm de água. Os tanques de fermentação ficam em galpões cobertos para proteção contra as intempéries e contaminação por materiais estranhos (Nakamura, 1975) ou expostos às condições ambientais (Cereda, 1973).

O processo é considerado finalizado baseado em características externas subjetivas da massa em fermentação, com o aparecimento de espuma na superfície, bolhas de gás, acidificação do material e odor característico. A medição de acidez e pH são testes quantitativos, que não têm mostrado valor como único critério para determinar o término da fermentação. Prova disso é encontrada na ampla variação de teores de acidez titulável e pH de amostras de polvilho azedo comercial de diversas procedências. O tempo de fermentação é muito variável, entre 20 e 60 dias, dependendo da região produtora, da temperatura ambiente ou das condições particulares da indústria e de outros critérios adotados pelo produtor (Cereda & Lima, 1981).

Após o final da fermentação, retira-se a camada superficial de água, limpando-se a superfície dos tanques. A massa fermentada, com umidade em torno de 40% a 50% de consistência friável e aspecto de queijo, é retirada dos tanques e submetida à secagem.

O processo de moagem e homogeneização do polvilho nem sempre é realizado. Esta etapa promove uma uniformização na granulometria, originando um produto de melhor aparência (Pereira, 2001).

O acondicionamento do polvilho depende do tipo de comercialização que se pretende adotar, uma vez que o produto pode ser distribuído no comércio varejista ou atacadista (Cereda, 1987).

A qualidade do polvilho azedo está diretamente relacionada com sua capacidade de expansão. Biscoitos produzidos com polvilho azedo apresentam maior capacidade de expansão e melhor textura (Rivera, 1997).

2.3 Ingredientes do pão de queijo

Existe uma infinidade de formulações para pão de queijo, algumas incluindo, além do polvilho azedo ou doce, leite, água, óleo, ovo, queijo e sal, fécula de mandioca, purê de batata, gordura vegetal hidrogenada ou margarina. Cada um destes ingredientes possui uma função específica e a interação de todos eles visa à obtenção de um produto leve, poroso, com bom volume e de sabor agradável e que, acima de tudo, seja bem aceito pelo consumidor (Pereira, 2001).

2.3.1 Polvilho

A principal função do amido em produtos de panificação é gelatinizar, absorver água e expandir e, desse modo, estabelecer a estrutura do produto (Ghiasi et al., 1982). Quando gelatinizado, o amido de mandioca forma pasta muito viscosa e instável (Vilela & Ferreira, 1987), apresentando textura coesiva, pequena estabilidade ao congelamento e descongelamento e sabor suave (Ciacco & Cruz, 1982).

Pereira (2001) verificou que o polvilho doce apresenta uma viscosidade máxima mais elevada quando comparado ao polvilho azedo, indicando que seus grânulos, que não sofreram fermentação drástica, possuem maior capacidade de absorver água.

Segundo Pereira (1998), o polvilho azedo proporciona aos biscoitos de polvilho escaldados, sabor agradável, crosta fina e crocante, maior volume e maior absorção de água, o que acarreta um maior rendimento destes biscoitos.

O pão de queijo produzido com polvilho azedo apresenta maior volume, textura mais porosa com maior número de células de ar, miolo mais esponjoso, mais leve e elástico, casca lisa e uniforme quando comparado ao pão de queijo produzido com polvilho doce (Pereira, 1998).

Segundo o mesmo autor, o polvilho (azedo, doce ou ainda a mistura destes dois tipos) a ser utilizado na produção de pães de queijo deve ter umidade adequada (13% a 14%), apresentar-se em forma de pó fino e homogêneo de forma que, ao ser comprimido entre os dedos, produza uma ligeira crepitação e deve ser isento de odor estranho ou de ranço.

2.3.2 Leite

O leite tem sido utilizado na fabricação do pão de queijo, substituindo parcial ou totalmente a água (Pereira et al., 1997). Nas receitas tradicionais, o leite é adicionado à mistura de escaldamento do polvilho, alterando a consistência da massa e aumentando o valor nutritivo do pão de queijo (Pereira et al., 1996). O leite ajuda o queijo na estruturação e texturização da massa (Zelaya, 2000).

Nos produtos de panificação, a gordura presente no leite confere melhor aparência ao produto final, o açúcar fornece certo poder adoçante, as proteínas contribuem para a maciez e umidade, enquanto os sais minerais melhoram o valor nutricional do alimento (Cocup & Sanderson, 1987).

Pereira (2001) verificou que formulações sem leite apresentavam menores valores de cinzas, sendo o leite fornecedor de minerais à massa.

De acordo com Pereira (1998), o leite a ser utilizado na fabricação do pão de queijo deve ser isento de sabores e odores estranhos, de sedimentos e material em suspensão e, de preferência, deve ser pasteurizado. Quando usado para umedecer o polvilho, antes do escaldamento, deve ser previamente pasteurizado ou fervido.

2.3.3 Água

A água é indispensável para a formação da massa, sendo absorvida em parte pelo amido durante o escaldamento, constituindo o meio dispersante para os outros ingredientes, além de favorecer o crescimento do pão de queijo durante o assamento (Pereira, 1998).

Em pães de queijo, a quantidade total de líquido da formulação (água e/ou leite) afeta a consistência e a elasticidade da massa, que deve ser suficientemente macia para ser moldada e suficientemente rígida para a manutenção da forma até que esteja congelada, devendo apresentar certo grau de elasticidade para se expandir sem romper durante o assamento (Pereira, 1998).

A adição de quantidades crescentes de água à massa torna-a mais macia e pegajosa, enquanto que sua escassez torna-a dura e sem aderência (Bloskma, 1964, citado por Boures, 1989).

2.3.4 Óleos e gorduras

As principais propriedades funcionais da gordura são: agente amaciante da massa, agente formador do creme tendo a capacidade de aprisionar células de ar, agente folheador, uma vez que funciona como agente intermediário e separador das camadas da massa já formadas e agente emulsificante, determinando a quantidade de líquidos que pode ser incorporado à massa (Bennion & Bamford, 1973).

De acordo com Canavesi et al. (1997), no pão de queijo, a gordura atua como lubrificante molecular, ajudando a massa a ter maior extensibilidade, contribuindo para maior elasticidade e melhor textura do miolo. Além disso, melhora o aspecto da crosta, sendo que a adição de gordura vegetal hidrogenada produz massa menos oleosa e o produto obtido apresenta maior elasticidade e melhor aspecto quando comparado à adição de óleo de soja.

A adição progressiva de óleos e gorduras, até cerca de 25% a 30% em relação ao peso do polvilho, tem a capacidade de aumentar o volume dos pães de queijo, tornando-os mais macios e com estrutura celular mais uniforme. Adições maiores, porém, fazem com que o produto apresente aspecto mais gorduroso, com exsudação de gordura, além de acentuado sabor de óleo (Pereira, 1998).

Quanto à utilização de margarina, deve-se empregar uma proporção maior do produto do que se utilizaria normalmente para óleos e gorduras, devido à presença de água na composição da mesma, tomando-se, ainda, o cuidado de mantê-la sob refrigeração (Pereira, 1998).

2.3.5 Ovo

Os ovos apresentam diversas funções na panificação, podendo atuar com emulsificante, pela ação da lecitina da gema; como amaciante, pela ação dos lipídios da gema; como aeradores, pela capacidade espumante da clara e como ligante, pela utilização de clara e gema (Pereira, 1998).

Na formulação do pão de queijo, os ovos proporcionam maior volume, cor amarela natural, maior maciez, textura mais leve e aerada, além do fornecimento de proteínas, vitaminas (A, D e E) e minerais (Leme, 2000 e Zelaya, 2000).

Pereira (2001) observou que formulações que não continham ovo apresentaram menor valor protéico em relação às formulações completa e formulações sem leite, indicando a importância do ovo no enriquecimento do valor nutritivo do produto.

Muitos fabricantes de pão de queijo ainda utilizam ovos frescos, mas a tendência nas indústrias é utilizá-lo na forma pasteurizada resfriada, congelada ou desidratada, pois a qualidade do pão de queijo é influenciada pela qualidade do ovo e não pela forma como ele é adicionado à formulação. Esta tendência de

substituição do ovo “in natura” ocorre para melhorar os aspectos práticos, econômicos e de segurança microbiológica da produção (Leme, 2000).

Além de contribuir para melhor sabor, odor, cor, textura e valor nutritivo, o ovo melhora o aspecto da crosta e contribui para maior expansão no assamento (Canavesi et al., 1997).

2.3.6 Queijo

Um dos problemas enfrentados na fabricação de pão de queijo diz respeito ao tipo de queijo empregado. Por não apresentar um padrão de identidade característico, essa matéria-prima apresenta uma grande variabilidade em suas características sensoriais (Pereira, 1998).

Na fabricação de pão de queijo podem ser utilizados diversos tipos de queijo. Os mais comumente utilizados são os tipos: mussarela, parmesão, minas curado e minas padrão (Jesus, 1997).

Na formulação do pão de queijo, o queijo contribui para o aroma e sabor típicos do produto, além de influenciar na textura do miolo e aparência final (Pereira et al., 1997). O queijo minas curado, de sabor relativamente forte e consistência bastante dura, podendo ser ralado, é o preferido pelos pequenos produtores de Minas Gerais, seguido pelo parmesão, o qual é considerado um queijo mais forte, com contribuição marcante para o sabor do produto (Oliveira, 1986 e Pereira et al., 1996).

A proporção e o tipo de queijo empregado influenciam o sabor, a aparência (cor e volume) e a textura do miolo do pão de queijo. De forma geral, uma adição superior a 35% em relação ao polvilho origina pães com miolos muito “pesados” e inferiores a 5%, pães com características similares às de biscoito de polvilho. Pães de queijo com muito queijo propiciam casca com muitas “pintas”, chamadas pontos de queijo (Pereira, 1998).

Pereira (2001) verificou que formulações sem queijo apresentavam menor valor protéico, demonstrando a importância do queijo para o enriquecimento das massas e do pão de queijo.

2.3.7 Sal

O sal contribui para o sabor, sendo utilizado o cloreto de sódio comum iodado na fabricação do pão de queijo, na proporção de 1% a 2,5% em relação ao peso do polvilho (Jesus, 1997 e Pereira, 1998).

O sal também aumenta a temperatura da mistura e influencia o processo de escaldamento (Pereira, 1998).

2.4 Pão de queijo

O pão de queijo é um produto típico da culinária mineira, sendo amplamente comercializado e consumido em todo país (Clareto, 2000). É um produto de panificação que apresenta como benefícios ser uma grande fonte de energia, devido ao seu alto teor de carboidratos, apresentar grande aceitabilidade e ser um produto possível de ser utilizado por pessoas portadoras de doença celíaca, pois não possui glúten (Clerici, 1997).

Sob a denominação de “pão de queijo”, podem ser encontrados no mercado diferentes tipos de produtos com características distintas. Apesar de não haver uma tecnologia padronizada, o método de fabricação adotado pela grande maioria dos produtores de pão de queijo utiliza como ingredientes básicos polvilho azedo, queijo, óleo e ovos, seguindo um princípio básico de escaldamento do polvilho com água, óleo ou leite, sal, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento. O produto pode ser comercializado cru e congelado, em formatos que variam para cada fabricante, diferindo na qualidade, aparência e valor comercial. O congelamento da massa de pão de queijo é uma

prática usual, pois, uma vez assado, o pão de queijo envelhece rapidamente devido à retrogradação do amido (Jesus, 1997).

Com os avanços na indústria de panificação para a fabricação de pão de queijo, iniciou-se o emprego de leite, ovos e queijo em pó e também de novas formulações contendo, até mesmo, purê de batata, farinha de milho, recheios e aromas artificiais (Pereira, 2001).

Na produção de pão de queijo, em muitas das vezes, o polvilho azedo é preferido, pois confere ao produto as características de maior volume, textura mais porosa com maior número de células de ar, miolo esponjoso, mais leve e elástico e casca lisa e uniforme (Pereira, 1998).

A tecnologia de fabricação de pão de queijo com polvilho doce não apresenta diferenças em relação à utilização de polvilho azedo, mas, ainda assim, observou-se um volume ligeiramente menor, um miolo menos esponjoso, com textura menos porosa e com menor número de células de ar. Entretanto, o pão de queijo feito com polvilho doce tem sua padronização facilitada por apresentar características físico-químicas mais estáveis (Pereira, 1998).

2.4.1 Fabricação do pão de queijo

Não existe um processo padronizado para a produção do pão de queijo. Entretanto, as etapas do processo envolvem escaldamento do polvilho, mistura, modelagem, congelamento, embalagem, estocagem e assamento (Pereira et al., 1997).

A Figura 1 apresenta um fluxograma que mostra as etapas básicas da fabricação do pão de queijo.

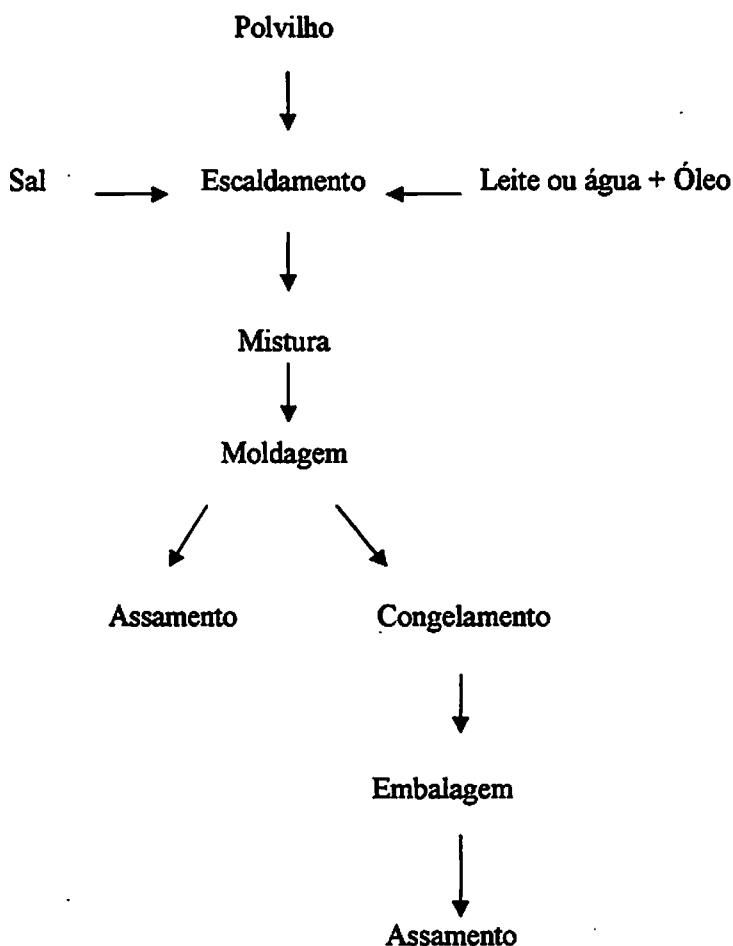


FIGURA 1 Fluxograma da fabricação do pão de queijo

A seguir, são apresentadas algumas etapas desta fabricação.

a) Escaldamento do polvilho

O escaldamento consiste em adicionar ao polvilho água ou leite quente, que podem ou não ser acompanhados por óleo e também por sal. Alguns

produtores indicam que a mistura de água, leite, óleo e sal propicia pães de queijo com melhor textura, sabor e aparência final. O objetivo do escaldamento é tornar a massa mais fácil de ser trabalhada, resultando em pães de queijo mais macios, que assam num período de tempo menor e que são de mais fácil digestão (Pereira, 2001).

b) Mistura

A mistura se inicia após o resfriamento do polvilho escaldado, adicionando-se o sal, se este já não foi adicionado no escaldamento, os ovos e o queijo. Se o óleo não fez parte da mistura de escaldamento, ele deve ser colocado por último, a fim de evitar que impermeabilize, a massa dificultando a sua hidratação. A ordem de adição destes ingredientes também é variável. Nestes processos, ocorre incorporação de certa quantidade de ar, o que irá participar da expansão do volume e melhorar a textura do produto assado (Pereira, 2001).

Na mistura, a textura da massa se desenvolve e o ideal é que a mesma não seja nem seca (dura) e nem “pegajosa”. O tempo de mistura deve ser o mínimo suficiente apenas para que a massa atinja a consistência desejada (Pereira, 1998; Pereira, 2001; Pizzinato, 2000; Romaniello Neto, 2000).

c) Moldagem

Logo após a mistura, o produto é moldado manualmente ou por meio de equipamentos apropriados, em formatos de bolas ou pequenos cilindros, que variam de peso, dependendo do tipo de pão de queijo a ser produzido: tradicional, coquetel ou lanche. A moldagem é ainda um ponto crítico para o pequeno produtor, pois, sem o equipamento apropriado, ocorre grande manuseio do produto, o que pode acarretar contaminações microbiológicas (Jesus, 1997).

d) Congelamento

Após a moldagem, os pães de queijo são congelados. Na produção artesanal é empregado o congelamento em câmara de ar parado (freezer) e, na produção industrial, o sistema rápido com nitrogênio líquido, gelo seco (dióxido de carbono) ou correntes de ar frio (Clareto, 2000).

e) Embalagem

Depois de congelada, a massa moldada é embalada, considerando o peso líquido a ser colocado em cada pacote. São adequadas as embalagens de plástico (tipo polietileno), que evitam o ressecamento excessivo do produto e possibilitam que o consumidor veja o que está comprando (Pizzinato, 2000).

f) Armazenamento

Para a manutenção da qualidade do produto congelado no armazenamento, recomenda-se manter a temperatura de estocagem a -18°C no mínimo, sem flutuações da temperatura no local (Pizzinato, 2000).

g) Assamento

O assamento ou forneamento da massa crua é a última e uma das mais importantes etapas para assegurar a qualidade do pão de queijo. Durante o assamento, o pão de queijo cresce pela expansão de ar e pela evaporação de água (Pereira, 1998).

O assamento do pão de queijo deve ser realizado em condições padronizadas, com temperaturas entre 150°C e 180°C , ou seja, em forno médio por um período de 30 a 40 minutos (Pizzinato, 2000).

Para os produtos de panificação em geral, as maiores mudanças químicas devido aos efeitos do calor dentro do forno incluem: a formação e expansão dos gases; desnaturação das proteínas dos ovos, do leite e do queijo e gelatinização

do amido; desidratação parcial do produto pela evaporação da água; desenvolvimento de sabores; formação da crosta pela desidratação superficial e reações de escurecimento com mudança de cor devido à Reação de Maillard entre as proteínas do leite, queijo e ovos com açúcares redutores, além de alterações drásticas nas propriedades do amido pela formação de novas substâncias como açúcares caramelizados, pirodextrinas e vários compostos que conferem ao produto assado propriedades sensoriais agradáveis (Smith, 1966 e Turham & Ozilgen, 1991, citados por Pereira, 1998).

As maiores mudanças físicas compreendem a evaporação da água, a expansão do volume e o desenvolvimento de estrutura porosa. No cozimento, as paredes das células da massa sofrem modificações que impedem uma posterior expansão, formando, simultaneamente, uma crosta na parte exterior do pão de queijo que impede o incremento posterior de volume (Pereira, 1998).

Esta etapa, quando não é bem controlada, pode comprometer a qualidade final do pão de queijo. Quando a temperatura de assamento é mantida constante, são obtidos pães de queijo de boa qualidade, com crosta uniforme, de miolo macio e características sensoriais homogêneas (Clareto, 2000; Jesus, 1997; Pereira, 1998).

2.5 Textura dos pães de queijo

A reologia é a ciência que estuda o fluxo e a deformação dos corpos quando estes são submetidos à ação de uma força externa (Costell et al., 1997). As forças atuantes podem ser de compressão, tensão ou cisalhamento (Lannes, 2000).

A resistência à tensão e compressão, como o “stress” de tensão, compressão e cisalhamento máximo, que um material ou alimento pode suportar

antes de se romper, é calculada a partir da carga máxima aplicada durante um teste de tensão, compressão ou cisalhamento (Campos, 1989).

A avaliação de propriedades reológicas de alimentos sólidos pode ser dividida em três grupos: testes fundamentais, empíricos e imitativos. Testes fundamentais medem as propriedades reológicas fundamentais, como viscosidade, elasticidade, etc. Testes empíricos são os que medem parâmetros, geralmente não muito bem definidos, porém, segundo a prática, estão intimamente relacionados com a textura. A maioria dos equipamentos até hoje conhecidos e utilizados está compreendida no grupo de testes empíricos. Os testes imitativos são os que simulam as ações que ocorrem quando o alimento é consumido (Campos, 1989).

As características de viscosidade e consistência de um produto podem determinar sua aceitação ou não por parte do consumidor, não são importantes apenas no produto final, mas também, durante o processamento, até mesmo determinando parâmetros de processo (Campos, 1989).

A textura pode ser considerada como uma manifestação das propriedades reológicas de um alimento e constitui um atributo importante de qualidade. Tem influência nos hábitos alimentares, na preferência do consumidor, afeta o processamento e manuseio dos alimentos (Campos, 1989). As técnicas de análise de textura são empregadas tanto na monitoração do desenvolvimento de produtos quanto na identificação de problemas de processamento (Santos, 2001).

Os analisadores de textura controlados por computador têm condições de calibrar uma variedade de parâmetros texturais, fornecendo dados objetivos e uniformes que permitem a comparação precisa dos resultados (Santos, 2001). Os instrumentos são projetados para realizarem um grande número de medições, apenas trocando dispositivos. Atuam nos alimentos com diferentes tipos de forças: compressão, cisalhamento, extrusão, corte e outros. O gráfico força versus distância, fornecido pela medida de textura, representa as características

texturais da amostra sob teste e pode ser chamada de perfil de textura (Lannes, 2000).

Pereira (2001), estudando o papel dos ingredientes na formulação e o congelamento das massas de pão de queijo, observou que a falta de ovo na formulação originou pães muito duros, com uma exigência de força para sua compressão maior do que cinco quilos. Pães de queijo feitos com água exigiram menor força do que pães feitos com leite e aqueles feitos sem queijo. Quanto ao tipo de massas, verificou-se que massas congeladas propiciaram pães de queijo com maiores picos de compressão.

Machado (2003) verificou que massas de pães de queijo que não sofreram o escaldamento com leite ou água apresentaram menores valores de resistência à compressão, sendo muito moles e pegajosas, difíceis de serem manuseadas e que os pães de queijo provenientes destas massas, ao contrário, obtiveram valor mais elevado para força de compressão.

As características de textura são aspectos de inegável importância na aceitação dos alimentos (Campos, 1989). Os testes físicos da massa são usados para avaliar o potencial de panificação, ou seja, a força e o desempenho sob condições mecanizadas. Tal avaliação tem assumido considerável importância como resultado do advento dos misturadores de velocidade e processos contínuos objetivando monitorar e controlar parâmetros e prever o comportamento da massa numa produção convencional (Oliver & Allen, 1992).

2.6 Congelamento da massa dos pães de queijo

A utilização de métodos de congelamento permitiu o desenvolvimento da indústria de pão de queijo, com o aumento da escala de produção, fazendo com que um produto tradicionalmente mineiro pudesse ser vendido tanto em território nacional como internacional (Jesus, 1997).

O tempo de congelamento das massas é função do tipo de aparelho utilizado para o congelamento, da temperatura inicial, da temperatura desejada no centro da massa, da temperatura de congelamento utilizada, do peso e, principalmente, da espessura do produto.

O congelamento de um alimento pode ser feito, basicamente, por dois processos: lento e rápido. O congelamento lento é um processo demorado que, dependendo do tipo de alimento, promove alterações nas suas qualidades organolépticas devido à formação de grandes cristais de gelo, causando o rompimento das células, com conseqüente desorganização da estrutura do produto, provocando perdas de nutrientes e prejudicando a textura (Pizzinatto, 2000).

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. O resfriamento abaixo do ponto inicial de congelamento forma alguns núcleos de gelo e a velocidade de resfriamento lenta propicia a formação de poucos núcleos de gelo que podem crescer posteriormente, formando cristais maiores (Mellado, 1992).

No congelamento rápido, ocorre um abaixamento brusco da temperatura e, geralmente, o processo se completa em alguns minutos. Neste tipo de congelamento, praticamente não ocorrem alterações na qualidade do alimento, pois é formado um número muito grande de pequenos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto (Potter, 1995). São utilizados fluidos criogênicos (nitrogênio líquido, dióxido de carbono) ou correntes de ar frio, com utilização de amônia ou gás refrigerante (Clareto, 2000).

Com relação aos pães de queijo, Clareto (2000), usando congelamento rápido com nitrogênio líquido ou com gelo seco, obteve pães de queijo com crosta lisa, macia e miolo com células bem formadas. Os pães de queijo

congelados lentamente apresentam crosta heterogênea e mais grossa, com grande número de rachaduras e miolo mais seco, confirmando os resultados encontrados por Jesus (1997) e Potter (1995).

Pereira (2001) observou que pães de queijo de massa não-congelada apresentaram uma aparência externa melhor do que os pães de queijo de massa congelada.

Nos pães de queijo, o congelamento mal conduzido pode afetar os lipídios como consequência de reações químicas de oxidação ou rancificação e reações enzimáticas como a oxidação hidrolítica. Pode ocorrer também a recristalização das moléculas de amido, fenômeno conhecido como retrogradação e sinérese, que se caracteriza pela exsudação de água durante o descongelamento. Estas modificações são influenciadas por grandes variações de temperatura de armazenamento e contribuem para a redução da vida de prateleira dos pães de queijo (Pereira, 1998).

2.7 Características sensoriais do pão de queijo

Na análise sensorial de pão de queijo, devem ser considerados vários atributos. Entre os principais, estão os aspectos relacionados com o sabor e a aparência, externa e interna, como a textura e a cor da casca e do miolo, presença de pequenas porções de queijo de coloração mais escura (pontos de queijo), uniformidade da casca, aroma e sabor de queijo, entre outros (Pereira, 2001).

Machado et al. (1997), avaliando os efeitos dos ingredientes nas propriedades sensoriais do pão de queijo, encontraram que a substituição da água por leite aumentou a intensidade da cor, pontos de queijo, uniformidade, aroma e sabor de queijo. A adição de ovos aumentou a intensidade dos atributos pontos de queijo, ranhuras, esfarelamento e espessura da crosta. A adição de

queijo aumentou a cor, os pontos de queijo, o aroma e o sabor de óleo. A substituição de óleo vegetal por margarina não alterou cor, ranhuras, esfarelamento, espessura da crosta, aroma de queijo, aroma de óleo, aroma de margarina, sabor de queijo, sabor de óleo, sabor característico, dureza, esfarelamento e granulicidade. A adição apenas de polvilho doce, sem o polvilho azedo, reduziu a quebra e aumentou a uniformidade do pão de queijo, não ocorrendo diferença significativa nos demais atributos. A formulação composta por polvilho doce e polvilho azedo, queijo, margarina, óleo, leite e sal apresentou maior intensidade de pontos de queijo, uniformidade, aroma e sabor de queijo, aroma de margarina e sabor característico.

Jesus (1997) verificou que o tipo de polvilho influenciou no volume e na textura do miolo sem, contudo, haver uma indicação do polvilho mais adequado. Uma proporção de queijo de 20% a 30% em relação ao polvilho conferiu boas características quanto a aparência, cor, sabor e crocância da casca. O queijo minas curado tipo canastra se destacou em relação ao mussarela, parmesão e minas padrão, quanto à textura e sabor do pão de queijo. A melhor aceitação dos pães de queijo foi conseguida com a utilização de 20% de óleo, em relação ao polvilho.

Pereira (2001) observou que o uso de polvilho doce ou azedo, o leite, o ovo, o queijo e a massa fresca ou congelada influenciaram as características externas, internas e o sabor dos pães de queijo.

Jesus (1997) verificou que o consumidor prefere um produto que apresente aroma intenso de pão de queijo, sabor moderado de queijo, casca mais fina, de coloração intermediária e com textura do miolo esponjosa.

Quanto à influência do processamento na avaliação sensorial do pão de queijo, Jesus (1997) encontrou que o esaldamento realizado com leite + óleo resultou em melhor textura e aparência final.

2.8 Microbiologia do pão de queijo

Sob o aspecto microbiológico, o pão de queijo está susceptível a diferentes fontes de contaminação, podendo-se destacar, entre os patógenos, *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp, e mesmo *Listeria monocytogenes*, conforme proveniência mais provável do polvilho e dos ingredientes de origem animal, como queijo, leite e ovo.

A presença de *Staphylococcus aureus* é uma indicação de perigo potencial à saúde pública devido à enterotoxina estafilocócica. A condição ótima para produção da toxina encontra-se na faixa de 40°C a 45°C. Os principais sintomas são: náusea, vômitos, câibras abdominais, diarreia e sudorese. São agentes comuns da intoxicação estafilocócica leite, creme, tortas recheadas com creme, saladas de batata, atum, presunto, etc. (Franco & Landgraf, 1996).

O *Bacillus cereus* é um microrganismo capaz de utilizar carboidratos, como glicose, frutose, sacarose e de hidrolisar amido. Este microrganismo desenvolve-se bem entre 10°C e 48°C e pode causar duas formas de gastroenterite: a síndrome diarreica e a síndrome emética. A síndrome diarreica apresenta como principais sintomas diarreia intensa e dores abdominais e os alimentos envolvidos descritos na literatura são vegetais crus e cozidos, produtos cárneos, massas e produtos à base de amido. A síndrome emética causa vômitos, náuseas e mal-estar geral e está exclusivamente associada a alimentos farináceos contendo cereais, principalmente arroz (Franco & Landgraf, 1996).

Somada a estes fatores, a presença de bactérias indicadoras de higiene e sanidade é relevante em todo o processamento, uma vez que o produto, principalmente ao ser homogeneizado, entra em contato com superfícies de equipamentos e utensílios e, até mesmo, com os próprios manipuladores. Dentre estas bactérias, podem ser citados os coliformes totais, coliformes a 45°C (fecais), aeróbias mesófilas, estafilococos produtores ou não de coagulase e clostrídios sulfito redutores (Machado, 2001).

Para o desenvolvimento de doença sintomática, é necessário um grande inóculo ($10^6 - 8$ UFC/g de bactérias) e a mesma ocorre quando o organismo tem oportunidade de se multiplicar, como em alimentos refrigerados conservados inadequadamente (Doyle, 1989).

Não existem dados na literatura que indiquem processos de intoxicação alimentar pelo consumo de pão de queijo, mas, levando-se em conta sua formulação básica (queijo, leite e ovos), pode-se supor uma contaminação cruzada do produto em questão. Além disso, para a produção de pão de queijo é necessária excessiva manipulação, aumentando assim o risco de contaminação (Machado, 2001).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos Laboratórios de Grãos e Cereais, de Microbiologia de Alimentos, de Análise Sensorial e de Microestrutura e Arquitetura Alimentar do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, Minas Gerais.

3.1 Matéria-prima

Foram utilizados pães de queijo de três marcas comerciais para fim de comparação.

Quanto aos ingredientes da massa de pão de queijo, foram utilizados polvilho doce e azedo, leite integral pasteurizado tipo B, ovos frescos, margarina, sal e queijo tipo catiara, provenientes do comércio local, adotando-se o critério de uso da mesma marca comercial e ou mesma procedência.

3.2 Metodologia experimental

A Figura 2 mostra um fluxograma de condução do experimento:

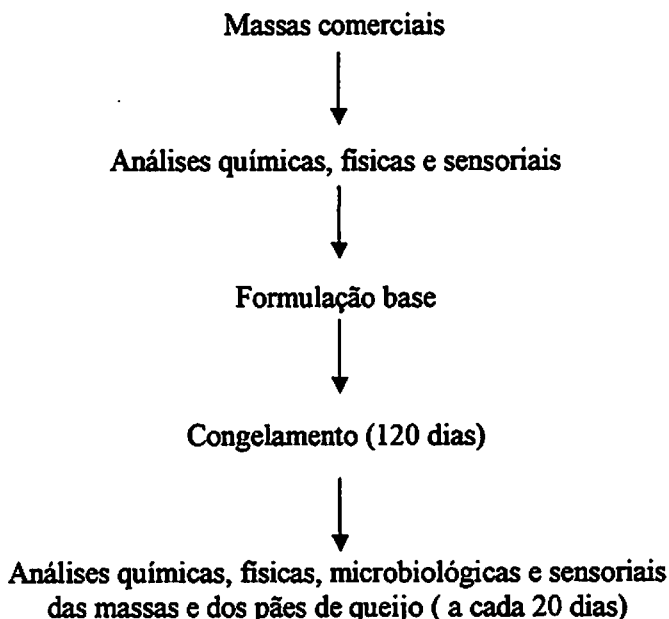


FIGURA 2 Fluxograma de condução do experimento

A seguir têm-se as etapas seguidas, a saber:

1ª etapa: Caracterização de massas comerciais de pão de queijo

A primeira etapa consistiu na caracterização, por meio de análises químicas, sensoriais e microbiológicas de massas de pão de queijo congelado de três marcas comerciais, A B e C, que apresentavam, em suas formulações: polvilho azedo, queijo, leite, ovos, óleo, margarina, sal e fécula de mandioca.

Por meio dos resultados obtidos, foram evidenciadas características utilizadas como base para elaboração de uma formulação que se aproximasse da formulação de pães de queijo congelados vendidos no mercado.

2ª etapa: Elaboração da formulação base e obtenção dos pães de queijo

Na segunda etapa foram feitos vários testes para a obtenção de uma massa com formulação (formulação base) próxima às formulações comerciais baseada nas formulações descritas nas embalagens, análises químicas e, principalmente, na análise sensorial dos pães de queijo, cujos ingredientes estão relacionados na Tabela 1.

Para comparação dos pães de queijo assados, foi utilizada principalmente a análise sensorial, avaliados pelo método de análise descritiva quantitativa (ADQ), com os provadores previamente treinados (descrito no item 3.3.8).

A massa do pão de queijo foi obtida no farinógrafo Brabender, modelo n.º 810101, com misturador com capacidade para 300g, com pás misturadoras reguladas para velocidade de rotação de 31,5rpm.

TABELA 1 Quantidade dos ingredientes utilizados na formulação-base (FB) de pão de queijo

Ingredientes da formulação-base	Quantidades	Porcentagem em relação ao polvilho
Polvilho doce	200g	-
Polvilho azedo	50g	-
Leite	130g	52%
Margarina	50g	20%
Sal	8g	3,2%
Ovo	1 unidade (~ 58g)	23,2%
Queijo	150g	60%

O desenvolvimento da massa no farinógrafo foi realizado da seguinte forma:

- 200g de polvilho doce foram colocados no misturador, juntamente com 50g de polvilho azedo;

- após iniciada a mistura, foi feito o escaldamento do polvilho com uma mistura contendo leite (65mL) + sal (8g) + margarina (50g);

- após cinco minutos, adicionou-se o ovo, cuja clara e gema foram previamente misturadas, imediatamente antes de sua adição;

- passado 1,5 minuto, foi adicionada à outra metade do leite (65mL), estando este em temperatura ambiente;

- após um minuto e meio, o aparelho foi desligado e adicionado o queijo, sendo religado até não haver mais variação da consistência da massa, tempo que durou aproximadamente três minutos. Após este período, o aparelho foi desligado e a massa retirada.

A massa obtida foi moldada com auxílio de um tubo de molde cilíndrico, com três centímetros de diâmetro e três centímetros de altura. O acabamento da moldagem foi feito manualmente para que os pães de queijo adquirissem formato redondo, de acordo com metodologia descrita por Pereira (2001).

3ª etapa: Qualidade microbiológica dos ingredientes do pão de queijo

Na terceira etapa, foi realizada previamente a análise microbiológica dos ingredientes a serem utilizados na formulação passíveis de contaminação, a saber: polvilho azedo, polvilho doce, margarina, ovo, leite e queijo.

4ª etapa: Congelamento dos pães de queijo

As massas foram obtidas conforme descrito na 2ª etapa, moldadas e os pães de queijo congelados em freezer a -18°C , por 120 dias, sendo o tempo

aproximado de armazenamento verificado no mercado. Na massa fresca e a cada 20 dias, foram realizadas análises microbiológicas, reológicas, de composição centesimal, pH e acidez, tanto na massa de pão de queijo quanto no produto assado, o qual também foi submetido à análise sensorial com provadores já treinados.

As massas foram assadas em forno elétrico a 180°C. O tempo de assamento foi variável, estando entre 25 e 30 minutos.

3.2.1 Preparo das amostras para análises

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

3.3 Análises

3.3.1 Umidade

A umidade foi determinada por meio de secagem em estufa até peso constante, com circulação de ar, conforme método da Association of Official Analytical Chemistry (AOAC) (1990).

3.3.2 pH

A metodologia descrita por Plata Oviedo (1998) foi utilizada para determinação do pH. Foram pesados dez gramas de amostra em um béquer e misturados com um bastão de vidro em 100 mL de água destilada. A mistura foi agitada por dez minutos em um agitador magnético e, após a agitação, o

aparelho foi desligado e o pH determinado imediatamente. O pH da massa não-congelada e o da farinha do pão de queijo foram determinados logo após o processamento.

3.3.3 Acidez titulável

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

$$\text{Acidez titulável} = \{(\text{NaOH } 0,1\text{N} \times \text{vol. (L)} \times 1000) \times \text{fator de correção} \times 100\} \cdot \text{g}^{-1}(\text{b.s.})$$

3.3.4 Cinzas

Para determinação das cinzas, seguiu-se o método da AOAC (1990), com carbonização das amostras em chama direta e posterior calcinação em mufla a 550°C por 4 a 6 horas.

3.3.5 Extrato etéreo

O extrato etéreo foi determinado pelo método descrito pela AOAC (1990), sendo extração direta da amostra com éter etílico em extrator contínuo tipo Soxhlet.

3.3.6 Proteína

Para a determinação da proteína, foi utilizado o extrato obtido da amostra triturada em solução de citrato de sódio, conforme metodologia descrita em Silva et al. (1997). O método utilizado para a determinação do nitrogênio

total foi o de micro-Kjeldahl, conforme AOAC (1990). A proteína bruta foi calculada utilizando-se o fator 6,25.

3.3.7 Textura

Para a verificação da textura, foi utilizado o analisador de textura Stable Micro Systems, modelo TA.XT2, do Laboratório de Microestrutura e Arquitetura de Alimentos, do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA. Em um béquer de vidro, foram colocados 150mL de massa, os quais foram levados imediatamente para serem analisados. O teste de compressão foi determinado pelo gráfico obtido pelo aparelho utilizando uma probe cilíndrica de alumínio com extremidade plana com 45mm de diâmetro.

A resistência à compressão oferecida pelos pães de queijo foi determinada com o auxílio do pistão da célula Ottawa, conforme descrito por Pereira (2001).

Os resultados foram expressos em N e os parâmetros de configuração do aparelho foram:

- velocidade do teste = 2,0 mm/s
- velocidade do pré-teste = 2,0 mm/s
- velocidade do pós-teste = 10,0 mm/s
- força = (N)
- distância de compressão = 10,0 mm

3.3.8 Análise sensorial do pão de queijo

Os pães de queijo foram avaliados por nove provadores treinados, tendo sido utilizado o de análise descritiva quantitativa (ADQ), seguindo-se os procedimentos descritos por Magalhães (1996).

Houve um teste para avaliação dos candidatos a julgadores, no qual os mesmos deveriam dispor, em ordem decrescente, quatro soluções de água contendo sal em concentrações diferentes. A prova foi realizada em três repetições, em períodos diferentes do dia.

Na próxima fase, foram explicados com mais detalhes os objetivos da análise sensorial e as particularidades do método e teve início o treinamento propriamente dito. Os provadores analisaram várias formulações diferentes e também diferentes marcas comerciais.

Entre as formulações oferecidas, estavam formulações de pão de queijo ora sem a presença de ovo, ora sem queijo e ora sem leite, e pão de queijo com formulação completa feita com polvilho azedo, e mais três amostras de pães de queijo comerciais. A ordem para a apresentação das amostras foi sorteada.

Esta fase ainda compreendeu a seleção dos atributos pelos provadores e a variação de sua intensidade. Os atributos considerados foram os seguintes:

1 – aparência externa: foi considerado de fraco a forte, para cor amarela, cascudo e rachaduras;

2 – textura: considerado de fraco a forte, para duro, borrachento e poroso (miolo compacto ou cheio de “buracos”);

3 – aroma: de fraco a forte para aroma de polvilho, polvilho doce, queijo e aroma de óleo;

4 – sabor: foi considerado de fraco a forte qualquer sabor que lembrasse polvilho azedo, ou polvilho doce, sabor de queijo, de óleo, sabor salgado e sabor de ovo.

Na fase seguinte, os provadores, em cabines individuais, participaram de doze sessões, de manhã e à tarde, nas quais avaliaram sete formulações diferentes, incluindo os pães de queijo de massa congelada das marcas comerciais. Na ficha, o provador, após analisar cada amostra de pão de queijo, marcava com um traço vertical em uma escala de 9cm não estruturada.

As amostras de pão de queijo foram servidas aos provadores de forma aleatória, tendo sido feito, previamente, um sorteio para a ordem em que as amostras seriam servidas, bem como para o código de três dígitos que cada uma receberia. Cada tratamento foi analisado em três repetições por cada um dos nove provadores.

O treinamento seguiu-se até que os provadores dessem as mesmas notas que haviam dado para o mesmo tratamento em outra sessão. Quando isso aconteceu, foram servidos aos provadores os pães de queijo das três marcas comerciais, para que definissem as características do produto de cada marca analisada, podendo, assim, selecionar as melhores características, portanto, de maior preferência.

A partir daí, testes foram realizados, selecionando-se formulações próximas às das marcas comerciais, com base na composição centesimal e sensorial, até a obtenção de uma formulação denominada formulação-base.

A última fase consistiu no congelamento dos pães de queijo, sendo as amostras retiradas de 20 em 20 dias, num total de 120 dias, para avaliação sensorial em relação ao tempo de congelamento.

3.3.9 Análise microbiológica

As três massas moldadas comerciais de pão de queijo, a formulação-base (massa e pão de queijo) e também os ingredientes (polvilho azedo, polvilho doce, margarina, leite pasteurizado tipo B, ovos frescos e queijo minas curado) do pão de queijo, foram submetidos às análises microbiológicas, segundo Silva et al. (1997).

As amostras foram analisadas tomando-se como referência as normas de padrões da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme a Resolução – RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001 (Tabela 2).

a) Contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, aeróbios psicrotrófilos – utilizou-se a técnica de plaqueamento em profundidade, semeou-se, em duplicata, alíquotas de 1 mL das diluições adequadas em placas de Petri com incorporação de PCA (“plate counter ágar”, ágar padrão de contagem). Após homogeneização e solidificação, as placas foram incubadas a 35°C durante 48 horas para contagem. Para bactérias aeróbias psicrotrófilas, as placas foram incubadas a 7°C durante 10 dias. Os resultados foram expressos como unidades formadoras de colônias - UFC/g ou mL da amostra.

b) Contagem de bolores e leveduras – inocularam-se, em superfície, alíquotas (duplicata) de 1mL das diluições adequadas em placas de Petri, às quais haviam sido acrescidos 0,2mL de ácido tartárico a 10%. Adicionaram-se 15mL de ágar AB (ágar batata). Após homogeneização e solidificação, as placas foram incubadas a 25°C durante cinco dias. Os resultados foram expressos como UFC/ g da amostra.

c) Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes totais e fecais (a 45°C) e *Escherichia coli* – utilizou-se o método de fermentação de lactose em tubos múltiplos, em que foi inoculado 1mL das diluições adequadas em três séries de três tubos contendo LST (caldo lauril sulfato triptose).

Após incubação a 35°C, durante 48 horas, os tubos presuntivamente positivos, que evidenciaram turvação e produção de gases nos tubos de Duhram, foram submetidos ao teste para enumeração de coliformes fecais, utilizando-se caldo EC (*E.coli*), com incubação até 48 horas, em estufa a 35°C e em banho-maria a 44,5°C, respectivamente.

TABELA 2 Tabela indicativa de análises microbiológicas* realizadas nas massas moldadas e nos pães de queijo assados, da massa e dos pães de queijo da formulação-base (FB) e dos ingredientes do pão de queijo.

Amostras	Colif. total	Colif. a 45.°C	Bact. aero. Mesóf	Bact. aero. Psic	Bolores e Leveduras	Estaf. Coag. positiva	<i>B. cereus</i>
MC**	X	X	X	X		X	X
FB***	X	X	X	X		X	X
Polvilhos	X	X			X		X
Margarina	X	X				X	
Leite	X	X	X	X		X	
Ovo	X	X				X	
Queijo	X	X	X	X		X	

*Análises microbiológicas realizadas segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, conforme Resolução nº12, de 2 de janeiro de 2001.

** Marcas comerciais

*** Formulação base

d) Contagem de estafilococos coagulase positiva – inoculou-se e espalhou-se, com auxílio de alça de Drigalski, sobre superfície de BP (Baird Parker), 0,1mL das diluições adequadas. Após completa incorporação, as placas inoculadas foram incubadas a 37°C, durante 48 horas. Decorrido o período de incubação, procedeu-se a contagem das placas, anotando-se, separadamente, resultados para colônias típicas e atípicas. Após contagem das colônias típicas, foram feitos testes de coagulase e catalase. Os resultados foram expressos em UFC de estafilococos produtores de coagulase/g da amostra.

e) Contagem de *Bacillus cereus* – inoculou-se e espalhou-se, com alça de Drigalski, sobre superfície de BC (ágar de mossel), 0,1 mL das diluições adequadas. Após completa incorporação, as placas inoculadas foram incubadas a 30°C até 24 horas. Colônias típicas de *B.cereus*, róseas, com halos brancos e convexos, foram presuntivamente contadas e os resultados foram expressos em UFC/g da amostra.

3.3.10 Análise estatística

Para a realização da análise estatística das três amostras de massas de marcas comerciais de pão de queijo (marcas A, B e C) foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos (A, B e C) e três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a análise estatística das massas e dos pães de queijo congelados, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições e em triplicata. Os dados foram submetidos à análise de variância, tendo suas médias analisadas pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade. Quando a análise de variância apresentou-se significativa para tempo de congelamento, realizou-se a regressão.

Para análise dos dados, utilizou-se o programa Sistema para Análise de Variância (SISVAR) (Ferreira, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das massas e dos pães de queijo congelados de três marcas comerciais

4.1.1 Caracterização química das massas

Os valores de umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável para a massa modelada de três marcas comerciais de pão de queijo congelado encontram-se na Tabela 3.

Considerando-se os valores de umidade encontrados para as massas de pão de queijo, observou-se que os pães da marca A apresentaram valor médio significativo e superior ao das massas das marcas B e C. Jesus (1997) encontrou para pães de queijo congelados de três marcas comerciais, valores de 42,15%, 43,61% e 41,34%. Pereira (1998), em ensaio preliminar da composição química de três marcas comerciais de pão de queijo congelado, encontrou valores médios de umidade de 42,15%, 43,62% e 41,28%. Estes valores encontram-se próximos aos determinados neste trabalho para os pães de queijo das três marcas comerciais. Pereira (2001) encontrou valores de umidade entre 36,13% e 37,67%, em massa congelada de pães de queijo com formulação completa, ou seja, que continham todos os ingredientes. A variação de umidade entre os pães de queijo das três marcas comerciais pode estar relacionada a condições de congelamento, sistemas de embalagens adotados e até mesmo com a própria formulação (Jesus, 1997).

TABELA 3 Valores médios¹ de umidade (% b.u.), cinzas (% b.s.), proteína (% b.s.), extrato etéreo (% b.s.), pH e acidez titulável (meq.100g⁻¹ b.s.), da massa modelada de três marcas comerciais de pão de queijo congelado.

Pão de queijo	Umidade (%)	Cinzas (%)*	Proteína (%)*	Extrato etéreo (%)*	pH	Acidez titulável (meq 100g ⁻¹)*
Marca A	42,79 a	8,91 a	20,22 c	31,14 a	5,88 a	1,23 b
Marca B	41,44 b	7,95 b	23,63 b	20,86 b	6,00 a	1,89 a
Marca C	40,83 b	8,12 b	25,78 a	23,76 b	6,06 a	1,93 a
CV(%)	1,15	2,15	2,81	29,95	1,34	10,12

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

* dados expressos na matéria seca

Quanto aos teores de cinzas nas massas de pão de queijo, a massa da marca A apresentou valor superior ao de outras duas massas, não havendo diferença significativa entre as massas das marcas B e C. Jesus (1997) encontrou valores bastante variáveis examinando três lotes de três marcas comerciais de pão de queijo. Estes valores médios variaram de 3,82% a 4,30% de cinzas (b.s.), apresentando-se inferiores aos relatados no presente trabalho. De acordo com Jesus (1997), o conteúdo de sais minerais (cinzas) em massas de pães de queijo pode variar com a quantidade de sal (cloreto de sódio) empregada na formulação, com a quantidade de leite e de queijo e, mesmo, com a origem do leite e queijo, uma vez que estes produtos também apresentam constituição variável. Esta variação também foi verificada por Pereira (2001), que encontrou valores de cinzas de 3,38%, 3,13%, 3,29% e 2,46% em formulações completas,

com água substituindo o leite, sem ovo e sem queijo, respectivamente, em que também se pode destacar a contribuição do leite e do ovo no conteúdo de minerais das massas de pão de queijo congelado. Vale ressaltar a contribuição do sal, que foi de 3,2% em relação ao polvilho, 1% a mais da quantidade utilizada por Pereira (2001).

O conteúdo de proteína extraída com citrato de sódio das massas de pão de queijo apresentou diferenças significativas, com a massa da marca C apresentando maior valor médio, seguida das massas da marca B e marca A. Os valores encontrados para proteína bruta das massas de pão de queijo congelado foram superiores aos encontrados por Jesus et al. (2002), que citam valores entre 11,52% e 14,84%. O conteúdo de proteína também é influenciado positivamente pelo conteúdo de leite, ovos e queijo, conforme constatado por Pereira (2001).

Com relação ao conteúdo de extrato etéreo das massas das três marcas comerciais, não houve diferença significativa. Tais valores apresentaram-se semelhantes aos encontrados por Jesus (1997) para pães de queijo de três marcas comerciais, que foram de 26,45%, 22,61% e 25,56%. Pereira (2001) encontrou, para massa congelada, valores de 26,49% a 29,70%, próximos também aos encontrados neste trabalho, além de constatar maior contribuição do leite, do ovo e do queijo.

O pH não apresentou diferenças significativas entre as massas das três marcas de pão de queijo congelado. Os valores encontrados para as três marcas comerciais encontram-se próximos aos encontrados por Pereira (2001), para a massa congelada obtida com polvilho doce, podendo sugerir que as massas das marcas comerciais utilizadas no presente trabalho apresentam em sua formulação, grande proporção de polvilho doce.

A acidez titulável das massas de pão de queijo apresentou diferenças significativas, tendo a massa da marca A apresentado valor médio inferior ao encontrado para as massas das marcas B e C, que não apresentaram diferenças

significativas entre si. Pereira (2001) verificou menores valores para acidez em formulações com polvilho doce, sem queijo e congeladas.

4.1.2 Caracterização química dos pães de queijo assados

Os dados relativos à caracterização química dos pães de queijo assados de três marcas comerciais estão apresentados na Tabela 4.

Observou-se que a umidade do pão de queijo da marca C foi superior ao valor encontrado para os pães da marca A. Os teores de umidade encontrados neste trabalho para os pães de queijo das marcas A e B encontram-se dentro do intervalo de 28,71% a 31,35%, citados no trabalho de Jesus et al. (2002) para a massa assada de três marcas comerciais de pães de queijo. Pereira (1999) relatou valores médios de 29,43% de umidade para amostras de pães de queijo assados, oriundos de massas congeladas, comercializados em Belo Horizonte.

Pereira (2001) encontrou valores de umidade para pães de queijo de 26,48%, 28,08%, 20,92% e 25,36% para formulação completa, sem leite (usando água), sem ovo e sem queijo, respectivamente. Para pães de queijo provenientes de massa não congelada e congelada, o mesmo autor encontrou valores médios de 24,49% e 25,93% de umidade, respectivamente.

TABELA 4 Valores médios¹ de umidade (%), cinzas (% b.s.), proteína (% b.s.), extrato etéreo (% b.s.), pH e acidez titulável (meq.100g⁻¹ b.s.), do pão de queijo comercial de três diferentes marcas.

Pão de queijo	Umidade (%)	Cinzas (%)*	Proteína (%)*	Extrato etéreo (%)*	pH	Acidez titulável (meq. 100g ⁻¹)*
Marca A	29,91 b	5,05 a	9,84 b	22,26 a	5,73 b	0,74 b
Marca B	30,51 ab	4,75 a	14,12 a	18,61 b	5,85 a	1,14 a
Marca C	33,28 a	4,68 a	15,43 a	21,15 b	5,91 a	1,19 a
CV(%)	3,90	6,67	4,23	4,91	0,63	4,68

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

* dados expressos na matéria seca.

Quanto ao conteúdo de cinzas dos pães de queijo, pode-se notar que não houve diferenças significativas entre os pães de queijo das marcas comerciais. Tais valores estão acima dos encontrados por Jesus et al. (2002), que foram de 4,27%, 4,00% e 4,06%, para pães de queijo de três marcas comerciais. Romaniello Neto (2000) encontrou uma média de 6,09% de cinzas em suas amostras e Pereira et al. (1999) citam valores de 2,80% de cinzas. Pereira (2001) encontrou valores de cinzas de 4,19%, 4,21%, 3,89% e 3,14% em formulações completas, com água substituindo o leite, sem ovo e sem queijo, respectivamente. Os valores encontrados por estes autores são muito variáveis, mas isto se justifica pelo fato de o queijo e o leite serem os maiores responsáveis pelo conteúdo de minerais no pão de queijo. Como cada formulação é composta

por uma quantidade variável de queijo e até mesmo por tipos diferentes de queijo, conseqüentemente cada produto terá percentual diferente de cinzas.

Os pães de queijo obtidos com as marcas B e C apresentaram maiores valores protéicos do que os pães de queijo da marca A. Os valores encontrados neste trabalho apresentaram-se acima do valor médio citado por Pereira et al. (1999), que foi 5,58% para as amostras comercializadas em massas congeladas em Belo Horizonte. Os pães de queijo das marcas B e C apresentaram-se dentro do intervalo de 11,00% a 15,69%, encontrado por Jesus (1997). Pereira (2001) verificou, para formulação completa, valores médios de 12,05%, para formulação sem leite de 10,55%, sem ovo de 9,16% e sem queijo de 4,74%. Como a proteína provém do leite, do ovo e do queijo usados nas formulações e uma vez que estes mesmos ingredientes são muito variáveis de formulação para formulação, é perfeitamente normal encontrar índices tão diferentes (Pereira, 2001).

Os teores de extrato etéreo se comportaram de modo semelhante aos de proteína, com os pães de queijo das marcas B e C apresentando maior valor médio, quando comparados aos pães da marca A. Os valores encontrados neste trabalho apresentaram-se dentro do intervalo encontrado por Jesus et al. (2002), com valores oscilando de 19,65% a 24,43%. Pereira (2001) encontrou valores de extrato etéreo de 19,14%, 15,33%, 13,24% e 14,62%, em formulações completas, com água substituindo o leite, sem ovo e sem queijo, respectivamente.

O extrato etéreo, assim como a proteína, é altamente influenciado pelo tipo e pela quantidade de leite, queijo e ovos de uma formulação e também por diferentes formulações que permitem uma enorme variação nestes ingredientes (Pereira, 2001).

Os pães de queijo das marcas B e C não apresentaram diferenças significativas nos valores de pH, sendo estes superiores aos da marca A. Pereira

(2001) encontrou valores médios de 5,73 para pães de queijo assados provenientes de massa congelada, estando próximos aos encontrados no presente trabalho.

Quanto à acidez titulável, observou-se que os pães de queijo da marca A apresentaram uma menor acidez quando comparados aos pães das marcas B e C. Essa menor acidez, que também foi encontrada na massa, pode sugerir uma menor quantidade de polvilho azedo na sua formulação.

4.1.3 Análise sensorial dos pães de queijo das três marcas comerciais

Os resultados do teste de média da análise sensorial dos dezesseis atributos dos pães de queijo avaliados serão discutidos de forma conjunta quanto à aparência e textura, aroma e sabor. Esta análise caracterizou pães de queijo das marcas comerciais, identificando em cada um deles os atributos que melhor satisfaziam o consumidor para inseri-los numa formulação-base que oferecesse estes mesmos atributos, equiparando-a às formulações comerciais comumente consumidas.

Como a intensidade de cada atributo foi marcada pelos provadores em uma escala não estruturada de 9cm, pela nota média de cada atributo pôde-se determinar a posição de cada atributo nesta escala. Deve-se lembrar ainda que o valor de 4,5 representa o ponto médio desta escala.

4.1.3.1 Aparência e textura dos pães de queijo

A aparência dos pães de queijo apresentou, na escala não estruturada, uma variação de termos de “fraco” a “forte”, quanto à cor amarela da casca, ao aspecto “cascudo” e à presença de rachaduras na casca.

Pelos dados da Tabela 5, o atributo de cor amarela da casca do pão de queijo apresentou-se com maior intensidade nos pães de queijo da marca B e C.

TABELA 5 Valores médios¹ atribuídos à aparência e textura dos pães de queijo das três marcas comerciais de pão de queijo congelado.

Amostras	Aparência			Textura		
	Cor amarela	Cascudo	Ausência de rachaduras	Duro	Borrachento	Poroso
Marca A	6,3 b	2,5 c	4,1 c	1,3 a	4,6 c	2,5 a
Marca B	7,0 a	3,9 a	3,5 b	1,2 a	6,8 a	1,5 c
Marca C	7,2 a	3,6 b	4,6 a	1,0 a	6,0 b	1,8 b

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

De todas as amostras, as marcas comerciais apresentaram nota geral média superior a 4,5, portanto, com uma aparência tendendo para “forte”.

Para o atributo pão de queijo cascudo, todas as amostras apresentaram-se com valores abaixo de 4,5, indicando serem pães de queijo com tendência a serem pouco cascudos.

As amostras de pão de queijo da marca C apresentaram maior valor para o atributo ausência de rachaduras, caracterizando, assim, esta marca comercial como a que apresentou casca mais homogênea.

Na Tabela 5, são apresentados ainda o atributo textura e suas variações. As amostras das marcas comerciais apresentaram valores médios inferiores à média de 4,5 quanto ao atributo duro.

Quanto aos atributos “borrachento” e porosidade dos pães de queijo, todas as amostras apresentaram diferenças significativas, notando-se, ainda, que estes dois atributos se correlacionam negativamente, pois pães mais “borrachentos” tornam-se mais compactos, portanto, com pequena porosidade.

4.1.3.2 Aroma e sabor dos pães de queijo

Como foi observado por Pereira (2001), o atributo aroma constitui-se da idéia própria que cada provador já possui, mesmo antes do treinamento, sobre o aroma de um pão de queijo. Os pães da marca A apresentaram menor valor médio quanto ao aroma de polvilho azedo quando comparados aos das marcas B e C, tendo todos apresentado valores bem abaixo do valor médio de 4,5 da escala (Tabela 6). O contrário ocorreu com o aroma de polvilho doce, tendo sido maior o valor médio dos pães da marca A. Para ambos os aromas, os pães das marca B e C não apresentaram diferenças significativas entre si.

Para o aroma de queijo, todas as amostras diferiram estatisticamente, tendo os pães de queijo da marca C apresentado aroma mais forte de queijo, seguidos dos pães das marcas B e A.

Quanto ao aroma de óleo, os pães de queijo das três marcas comerciais não apresentaram diferenças estatísticas.

Os provadores analisaram também o sabor de polvilho azedo e polvilho doce nas amostras de pão de queijo. Pelos dados apresentados na Tabela 7 nota-se que, para o sabor de polvilho, os pães de queijo da marca C apresentaram menor valor médio e, para o sabor de polvilho doce, os pães das marcas A e B mostraram-se com maior valor médio. Isto pode ser explicado pelo fato de que os pães de queijo de marcas comerciais utilizarem uma mistura de polvilho azedo e doce.

Quanto ao sabor de queijo, os pães de queijo da marca C apresentaram sabor de queijo classificado como “forte”. Já para os pães das três marcas comerciais, a média foi próxima a 4,5.

O sabor de óleo foi julgado fraco pelos provadores, não havendo grandes diferenças entre as notas dadas à percepção deste atributo para as amostras analisadas.

O gosto salgado dos pães de queijo foi considerado abaixo da média de 4,5 pelos provadores, tendo sido os da marca A os que apresentaram maior valor médio.

Pelos dados da Tabela 7, nota-se que o sabor de ovo não foi evidenciado nas amostras em estudo, estando os valores atribuídos pelos provadores bem abaixo do valor médio da escala.

TABELA 6 Valores médios¹ atribuídos ao aroma dos pães de queijo das três marcas comerciais

Amostras	Aroma			
	Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo
Marca A	2,1 b	6,2 a	3,3 c	3,1 a
Marca B	2,4 a	5,4 b	4,6 b	3,0 a
Marca C	2,7 a	5,0 b	5,7 a	3,2 a

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%).

TABELA 7 Valores médios¹ atribuídos ao sabor dos pães de queijo das três marcas comerciais

Amostras	Sabor					
	Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo	Gosto salgado	Ovo
Marca A	2,4 a	5,3 a	4,4 b	2,3 b	4,4 a	2,2 b
Marca B	2,3 a	5,4 a	4,1 c	2,9 a	3,1 c	2,1 b
Marca C	1,3 b	4,1 b	5,4 a	2,7 a	3,7 b	2,5 a

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de Tukey (5%)

Na Figura 3, são apresentados os atributos avaliados na análise sensorial por ADQ para cada uma das três marcas comerciais de pão de queijo congelado, observando-se que eles apresentaram cor amarela, dureza, aroma de polvilho, aroma de óleo e sabor de ovo, com notas bem próximas.

Esses mesmos pães de queijo receberam notas diferentes para os demais atributos, recebendo os pães da marca A as menores notas para os atributos cascudo, borrachento, aroma de queijo e sabor de óleo.

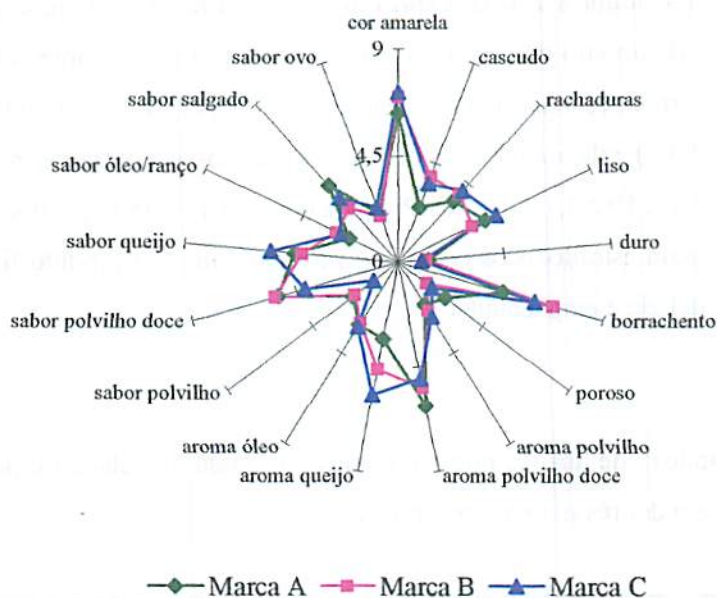


FIGURA 3 Atributos sensoriais de pães de queijo congelado de três marcas comerciais (A, B e C).

4.1.4 Análise microbiológica das massas e dos pães de queijo das três marcas comerciais

Os resultados microbiológicos apresentados na Tabela 8, de amostras de massa congelada de três marcas comerciais de pão de queijo, mostraram-se em boas condições microbiológicas no que tange à enumeração de coliformes a 35°C, coliformes a 45°C termotolerantes e estafilococos coagulase positiva, de acordo com o estabelecido por lei. Isso pode ser explicado, pois a temperatura a que os pães de queijo são submetidos durante o armazenamento pode ter provocado danos celulares aos microrganismos que poderiam estar presentes ou

mesmo eliminando os mesmos. Estes microrganismos, uma vez injuriados pelas condições de frio, passaram a não se expressar sob a forma de colônias, não podendo, portanto, de acordo com técnicas metodológicas usuais empregadas, ser detectados, conforme ocorreu no experimento realizado por Machado (2001).

Machado (2001) relacionou valores bem acima dos encontrados neste trabalho, sendo de $2,1 \times 10^4$ a $1,1 \times 10^5$ NMP/g para coliformes a 45°C e $3,0 \times 10^2$ a $1,2 \times 10^5$ UFC/g para estafilococos coagulase positiva, tanto no produto final como na massa modelada e empacotada.

TABELA 8 Resultados* de análise microbiológica da massa modelada de pães de queijo de três marcas comerciais.

Microbiota da massa modelada de pão de queijo			
Massa congelada	Coliformes a 35°C (NMP/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)
Marca A	$2,3 \times 10^4$	<3	$2,0 \times 10^1$
Marca B	$2,3 \times 10^4$	4,0	$2,0 \times 10^2$
Marca C	$2,4 \times 10^2$	<3	$2,0 \times 10^2$

*Valores médios de análises realizadas em duplicata; número mais provável: NMP/g; unidade formadora de colônias: UFC/g.

Quanto à contagem de bactérias aeróbias mesófilas e bactérias aeróbias psicrotófilas (Tabela 9), sua presença em grande número indica má qualidade da matéria-prima, manipulação, condições inadequadas de tempo/temperatura durante a produção ou a conservação dos alimentos, ou uma combinação destas circunstâncias (Siqueira, 1995). Pelos dados apresentados na Tabela 9, as massas

da marca C apresentaram maior número de unidade formadoras de colônias/g de amostra de bactérias aeróbias mesófilas. Para a contagem de bactérias aeróbias psicrotrófilas, as massas da marca A apresentaram menor valor, em relação às massas das outras marcas.

No que diz respeito à contagem de bolores e leveduras (Tabela 9), foi observado, para os pães de queijo das três marcas comerciais, que os da marca B apresentaram maior valor. Este grupo de microrganismos, dentre outros, determina contaminação da matéria-prima e más condições de acondicionamento e manutenção.

Os dados encontrados neste trabalho para *B. cereus* variaram entre as amostras de massa congelada de pães de queijo comerciais, tendo sido os da marca A os que apresentaram menor valor. Este microrganismo pode indicar contaminação de matérias-primas (Siqueira, 1995).

TABELA 9 Resultados* de análise microbiológica da massa modelada de pães de queijo de três marcas comerciais.

Massa congelada	Microbiota da massa modelada de pão de queijo			
	Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	Bactérias aeróbias psicrotrófilas (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	<i>B. cereus</i> (UFC/g)
Marca A	$3,4 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$3,1 \times 10^2$	$5,0 \times 10^1$
Marca B	$1,4 \times 10^3$	$4,3 \times 10^4$	$1,8 \times 10^4$	$4,3 \times 10^2$
Marca C	$1,9 \times 10^5$	$6,0 \times 10^4$	$1,1 \times 10^2$	$2,6 \times 10^4$

*Valores médios de análises realizadas em duplicata; número mais provável NMP/g, unidade formadora de colônias: UFC/g.

Nas Tabelas 10 e 11 estão apresentadas as análises microbiológicas feitas no pão de queijo de três marcas comerciais. A contagem de coliformes a 45°C, estafilococos coagulase positiva e *B. cereus*, mostrou-se abaixo dos padrões legais vigentes (Brasil, 2001), que são de 5×10 NMP/g, 5×10^2 UFC/g e 5×10^2 UFC/g, respectivamente.

Os resultados de coliformes a 35°C e bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas mostraram que os pães de queijo encontravam-se em boas condições microbiológicas.

Para os resultados encontrados para bolores e leveduras nos pães de queijo das três marcas comerciais, os marca C foram os que se mostraram com a menor contagem destes microrganismos.

TABELA 10 Resultados* de análise microbiológica dos pães de queijo assados de três marcas comerciais.

Microbiota dos pães de queijo assados				
Pão de queijo	Coliformes a 35°C (NMP/g)	Coliformes a 45°C (NMP/g)	Bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g)	Bactérias aeróbias psicrotrófilas (UFC/g)
Marca A	<3	<3	$2,5 \times 10^2$	<10
Marca B	<3	<3	$1,0 \times 10^1$	<10
Marca C	<3	<3	$3,0 \times 10^1$	<10

*Valores médios de análises realizadas em duplicata; número mais provável NMP/g; unidade formadora de colônias: UFC/g.

TABELA 11 Resultados* de análise microbiológica dos pães de queijo assados de três marcas comerciais

Microbiota dos pães de queijo assados			
Pão de queijo	Bolores e leveduras (UFC/g)	Estafilococos Produtores de coagulase (UFC/g)	<i>B. cereus</i> (UFC/g)
Marca A	$1,0 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^2$
Marca B	$3,0 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$5,0 \times 10^3$
Marca C	$5,0 \times 10^1$	$1,5 \times 10^3$	$8,2 \times 10^4$

*Valores médios de análises realizadas em duplicata; número mais provável NMP/g; unidade formadora de colônias: UFC/g.

Quando comparam-se os valores das massas e dos pães de queijo assados, pode-se observar que a contagem de bolores e leveduras continuou elevada. Estes microrganismos podem ter resistido às altas temperaturas de assamento, não diminuindo, assim, a sua presença.

A presença de estafilococos produtores de coagulase após o assamento pode ser devido à manipulação do produto, sendo este microrganismo um indicador de contaminação por manipulação.

Quanto à contagem de *Bacillus cereus*, observou-se que este ainda prevaleceu após assamento, devido, provavelmente, à presença dos esporos deste microrganismo.

Os microrganismos apresentam capacidade de adaptação a baixas temperaturas, podendo desenvolver-se novamente com o descongelamento.

4.2 Elaboração da formulação-base

A partir dos dados médios de ingredientes utilizados na formulação descritos nas embalagens, da avaliação da composição centesimal e da análise sensorial das massas e dos pães das três marcas comerciais, chegou-se a uma formulação média (formulação-base) contendo os principais atributos considerados para pão de queijo, originando um produto próximo aqueles consumidos pela população.

4.2.1 Análise sensorial dos pães de queijo da formulação-base comparada à das marcas comerciais

A formulação-base foi submetida à análise sensorial pelos provadores treinados, para determinar a melhor formulação. Esta formulação apresentou características próximas às das marcas comerciais e também atendeu as exigências dos provadores quanto ao melhor produto a ser consumido, ou seja, pães de queijo com melhores características sensoriais. Os atributos cor amarela da crosta, cascudo, ausência de rachaduras, borrachento, aroma de polvilho, aroma de óleo, sabor de óleo e sabor de ovo apresentaram-se ligeiramente abaixo dos valores encontrados pelas marcas comerciais, devido, talvez, às variações nos ingredientes utilizados entre as marcas comerciais e a formulação-base. O atributo sabor queijo mostrou-se mais evidenciado na formulação-base, pois os provadores definiram como baixa a presença daquele nos pães de queijo produzidos pelas marcas comerciais (Tabelas 12, 13 e 14 e Figura 4).

TABELA 12 Valores médios¹ atribuídos à aparência e textura dos pães de queijo das marcas comerciais e da formulação-base (FB).

Amostras	Aparência			Textura		
	Cor amarela	Cascudo	Ausência de rachaduras	Duro	Borrachento	Poroso
Comercial	6,83 a	3,33 a	4,07 a	1,17 b	5,80 a	1,93 a
Formulação base	5,50 b	1,30 b	1,90 b	3,80 a	2,80 b	1,90 b

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de F (5%).

TABELA 13 Valores médios¹ atribuídos ao aroma dos pães de queijo das marcas comerciais e da formulação-base (FB).

Amostras	Aroma			
	Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo
Comercial	2,40 a	5,53 b	4,53 b	3,10 a
Formulação base	2,00 b	6,50 a	7,80 a	1,50 b

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de F (5%).

TABELA 14 Valores médios¹ atribuídos ao sabor dos pães de queijo das marcas comerciais e da formulação-base (FB).

Amostras	Sabor					
	Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo	Gosto salgado	Ovo
Comercial	2,00 b	4,93 b	4,63 b	2,63 a	3,73 b	2,27 a
Formulação base	5,50 a	5,00 a	5,54 a	0,60 b	4,60 a	0,70 b

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si, pelo teste de F (5%).

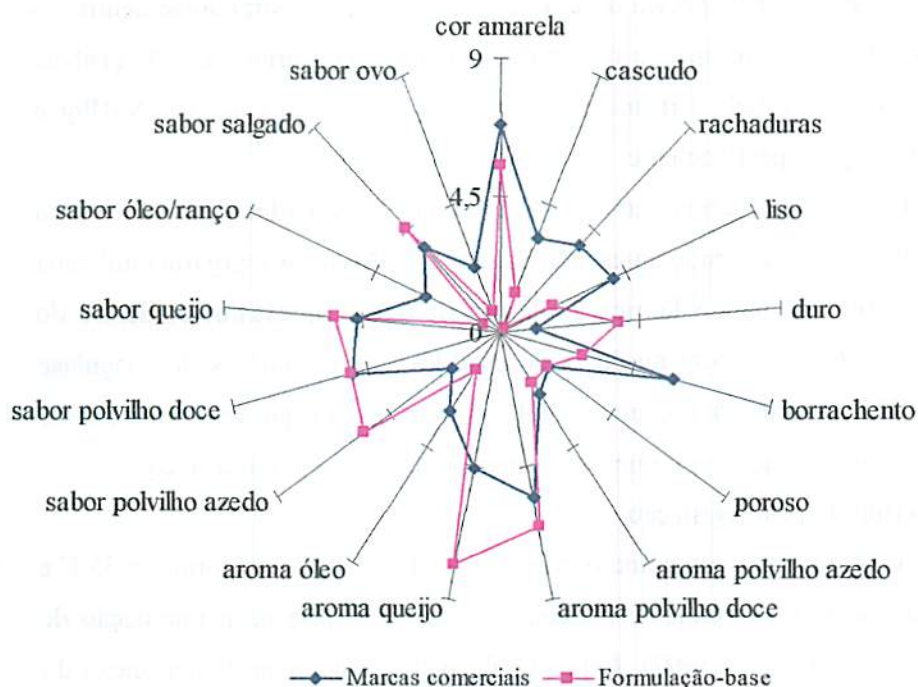


FIGURA 4 Médias das notas dos atributos sensoriais dos pães de queijo das três marcas comerciais e da formulação-base

4.3 Análise microbiológica das matérias-primas do pão de queijo elaborado: polvilho azedo, polvilho doce, margarina, leite integral pasteurizado tipo B, ovos frescos e queijo minas curado

A qualidade da matéria-prima influencia diretamente a qualidade dos produtos industrializados. Matéria-prima de má qualidade origina produtos comprometidos, reduzindo, assim, sua vida comercial e tornando-os depreciados para o consumidor.

As amostras de polvilho azedo e polvilho doce mostraram-se dentro do estabelecido por lei no que se refere à contagem de coliformes a 45°C (Tabela 15) e *B.cereus* (Tabela 16), na qual o valor de tolerância é de 10² NMP/g e 3 x 10³UFC/g, respectivamente.

Para a margarina, a legislação estabelece padrão somente para coliformes a 45°C, devendo apresentar valor <1,0 NMP/g. A margarina utilizada neste experimento para a fabricação do pão de queijo apresentou-se dentro do limite estabelecido e com ausência de estafilococos produtores de coagulase (Tabela 16). A margarina é um produto industrializado que tem um controle quanto à contaminação por microrganismos, explicando assim a adequação ao limite permitido pela legislação.

A determinação do número mais provável (NMP) de coliformes a 35°C e coliformes a 45°C é excelente indicador de graves falhas na manipulação de alimentos (Silva et al., 1997). Indica também deficiências na higienização do estabelecimento e dos equipamentos, além de evidenciar problemas relativos à higiene pessoal dos manipuladores (Furtado, 1999). Esse grupo de microrganismos é muito sensível ao processo de pasteurização e assamento.

Os valores apresentados neste trabalho, para o leite pasteurizado tipo B, encontraram-se dentro dos limites (4NMP/mL para col. mes a 45°C) estabelecidos pela legislação (Brasil, 2001).

Quanto ao valor encontrado para bactérias aeróbias mesófilas (Tabela 15), o produto apresentou-se dentro do padrão vigente, sendo a contaminação constatada quando o valor for superior a 3,0 x 10⁵ UFC/mL.

São conhecidos, todavia, apesar de não esperados, problemas com qualidade microbiológica envolvendo leite pasteurizado tipo B. Trabalho realizado por Pinto (2001), citado por Machado (2001), quando da realização de pesquisa em indústrias de pão de queijo localizadas em Belo Horizonte, MG, concluiu que 17% das amostras do leite pasteurizado tipo B empregadas na

fabricação do produto mostravam-se igualmente fora dos padrões quanto à contagem de coliformes a 45°C e bactérias aeróbias mesófilas.

A análise de microrganismos aeróbios psicrotrófilos, aliada à análise de mesófilos, reforça as conclusões que possam ser tiradas sobre a qualidade bacteriológica dos alimentos.

Com relação a estafilococos coagulase positiva, o valor encontrado neste trabalho para o leite pasteurizado foi igual ao encontrado por Assumpção (2001), valor este menor que 1UFC/mL (Tabela 16).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 15, constatou-se que os ovos frescos utilizados como matéria-prima na fabricação de pães de queijo não apresentaram contaminação por coliformes a 35°C e coliformes a 45°C. A legislação (Brasil, 2001) estabelece limite somente para *Salmonella* sp, em amostras indicativas, onde não se permite a detecção de qualquer índice de contaminação.

O queijo minas curado inteiro (catiara) apresentou-se contaminado com coliformes a 45°C, $>10^3$ NMP/g, e ainda evidenciou elevada contagem de estafilococos coagulase positiva, $>10^3$ UFC/g (Tabela 16). Deve-se salientar que o queijo catiara é produzido com leite cru, ou seja, leite que não sofreu pasteurização, podendo apresentar elevada contaminação de microrganismos, principalmente estafilococos. As más condições de comercialização observadas neste trabalho também podem ter contribuído para uma maior contaminação, uma vez que o produto obtido encontrava-se à temperatura ambiente e apenas envolto por um filme plástico.

TABELA 15 Resultados* de análises microbiológicas dos ingredientes utilizados na fabricação de pães de queijo: polvilho azedo, polvilho doce, margarina, leite integral pasteurizado tipo B, ovos frescos e queijo minas curado.

Microbiota dos ingredientes do pão de queijo				
Matérias-primas	Colif. a		Colif. a	
	35°C (NMP/g ou mL)	(NMP/g ou mL)	45°C	mesófilas (UFC/g ou mL)
	Bact. aerób.	Bact. aerób.	Bact. aerób.	psicrotófilas (UFC/g ou mL)
Polvilho azedo	>3	0	(10 ²)**	-
Polvilho doce	4	0	(10 ²)**	-
Margarina	>3	0	(< 1)**	-
Leite	2,3 x 10 ¹	0	(4)**	3,1 x 10 ²
Ovos	0 (1)**	0	(1)**	-
Queijo	1,1 x 10 ³	1,1 x 10 ³	(>10 ³)**	5,1 x 10 ³
				1,6 x 10 ⁴

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); *Salmonella* sp.: ausente em 25mL de amostra; NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias.

** Padrões permitidos pela legislação

TABELA 16 Resultados* de análises microbiológicas dos ingredientes utilizados na fabricação de pães de queijo: polvilho azedo, polvilho doce, margarina, leite integral pasteurizado tipo B, ovos frescos e queijo minas curado.

Matérias-primas	Microbiota dos ingredientes do pão de queijo		
	<i>B.cereus</i> (UFC/g ou mL).	Bolores e Leveduras (UFC/g ou mL).	Estafilococos Coagulase positiva (UFC/g ou mL)
Polvilho azedo	0,1 x 10 ² (3 x 10 ³)**	8,5 x 10 ¹	-
Polvilho doce	0,2 x 10 ²	2,5 x 10 ¹	-
Margarina	-	-	0
Leite	-	-	<1 (5 x 10 ²)**
Ovos	-	-	0 (5 x 10 ²)**
Queijo	-	-	0,8 x 10 ⁵ (>10 ³)**

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); *Salmonella* sp.: ausente em 25mL de amostra; NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias.

** Padrões permitidos pela legislação

4.4 Congelamento do pão de queijo

4.4.1 Composição centesimal das massas de pão de queijo durante o congelamento

4.4.1.1 Umidade

O comportamento da variável umidade para a massa modelada e congelada de pão de queijo (formulação-base) durante os 120 dias de congelamento a -18°C encontra-se ilustrado no gráfico (Figura 5).

No tempo 0 (zero), foi determinado um menor valor de umidade para a massa, sendo que, com o congelamento, o teor de água na massa se elevou. Uma hipótese para este fato é a de que a massa no tempo 0 foi analisada assim que fabricada, não sendo, portanto, congelada. O congelamento pode provocar maior retenção de umidade, o que pode acontecer na própria embalagem devido à presença de ar úmido, com a formação de cristais de gelo na superfície dos pães de queijo. Por volta dos 40 dias de congelamento, a umidade começou a diminuir.

Os valores de umidade encontrados estão muito próximos aos relatados por Jesus (1997) que, avaliando três marcas comerciais de pão de queijo congelado, encontrou valores de 42,15%, 43,61% e 41,34% de umidade. Pereira (1998), avaliando a composição química de três marcas comerciais de pão de queijo congelado, encontrou valores médios de umidade de 42,15%, 43,62% e 41,28%.

Pereira (2001) encontrou, para massa não congelada, teores de umidade de 37,91% a 38,95% para formulação completa (com todos os ingredientes) e diferentes tipos de polvilho. Para a massa congelada, o mesmo autor obteve valores variando de 36,13% a 37,67%, resultados um pouco abaixo dos encontrados neste trabalho.

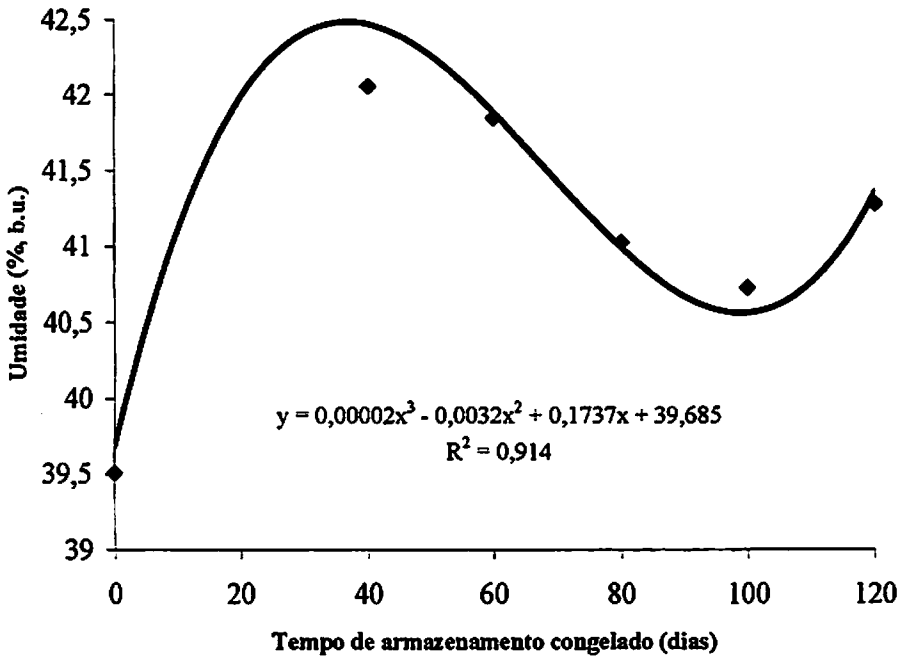


FIGURA 5 Valores médios de umidade (%) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

4.4.1.2 Cinzas

Quanto aos teores de cinzas na massa de pão de queijo (Figura 6), observou-se um decréscimo deste conteúdo após os 30 dias de congelamento. Este decréscimo pode ser devido à solubilidade dos minerais em água, estando aprisionados nos cristais de gelo formados.

Os valores encontrados neste trabalho são superiores aos encontrados por Pereira (2001) para formulação completa congelada com diferentes tipos de polvilho, que variaram de 3,21% a 3,86%.

Jesus, avaliando três marcas comerciais de pão de queijo congelado, encontrou valores médios de 3,82% a 4,25% de cinzas (b.s.), também abaixo dos resultados encontrados neste trabalho. Este fato pode ser devido à utilização de uma maior quantidade de leite e até mesmo de sua origem, quantidade e tipo de queijo, à quantidade de sal e à adição de margarina na formulação-base, o que aumenta o conteúdo de sais minerais.

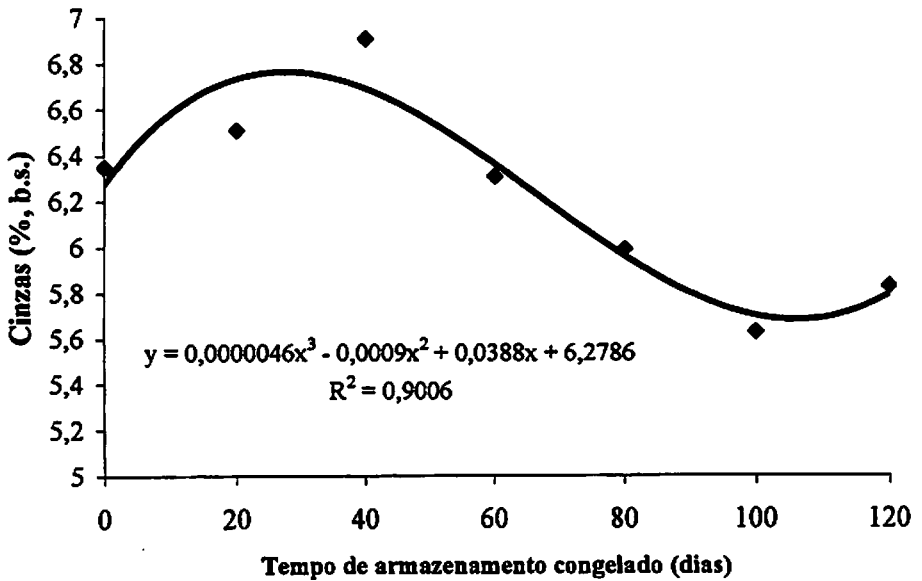


FIGURA 6 Valores médios de cinzas (% b.s.) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

Os valores obtidos foram superiores aos encontrados por Pereira (2001) para massa congelada com formulação completa, que foram de 26,49% a 29,70%. Jesus (1997), encontrou para lotes de massa congelada de pão de queijo, 21,01% a 27,59% de constituição lipídica. O maior conteúdo de lipídios pode ser explicado também pela presença de margarina na formulação-base e a quantidade de queijo acrescentado, aproximadamente 2,5 vezes mais que no trabalho de Pereira (2001).

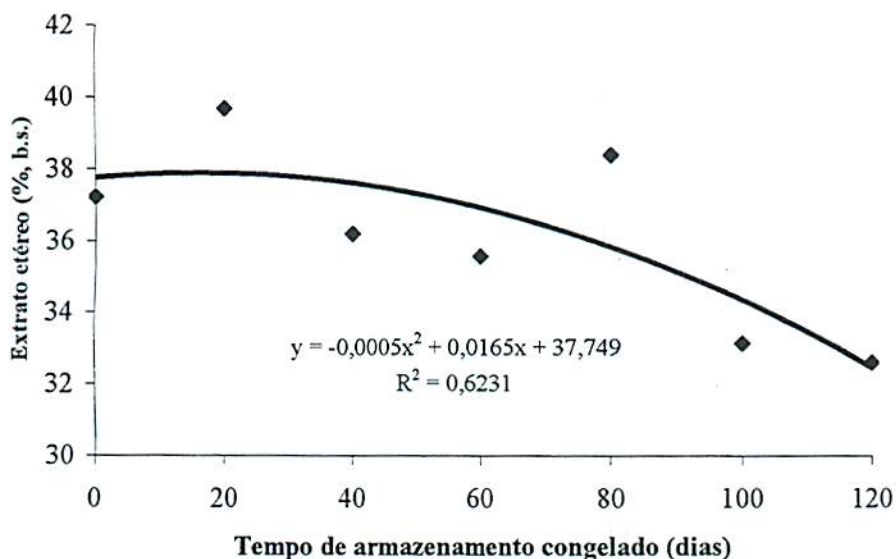


FIGURA 8 Valores médios de extrato etéreo (% b.s.) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

4.4.1.5 pH

O pH da massa de pão formulação-base apresentou um pequeno decréscimo nos valores encontrados até os 120 dias, variando de 5,54 a 5,08 (Figura 9).

Pereira (2001) encontrou valores de pH para massas de pão de queijo congelado oscilando entre 4,80 a 6,46. Ressalte-se, ainda, que, no presente trabalho, 80% da quantidade de polvilho adicionado foram de polvilho doce.

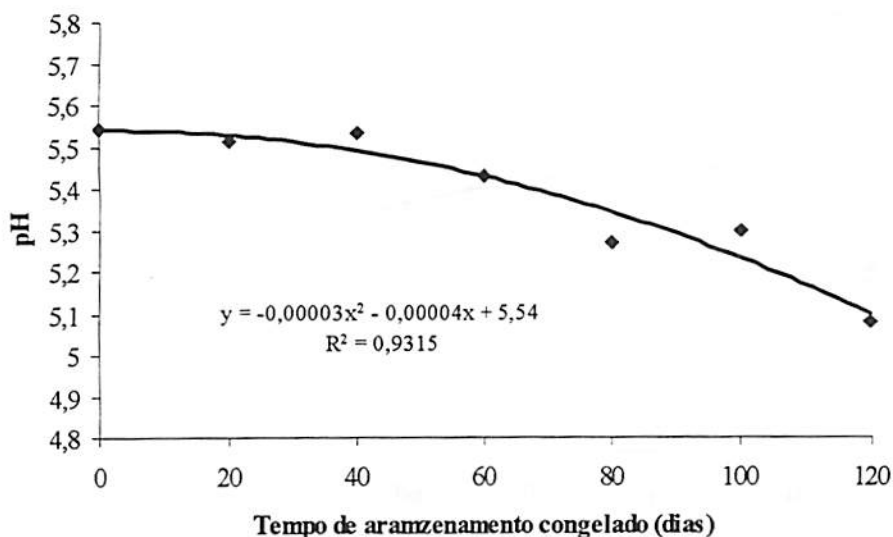


FIGURA 9 Valores médios de pH da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

4.4.1.6 Acidez titulável

A acidez titulável da massa de pão de queijo da formulação-base variou com o período de congelamento, ocorrendo uma elevação na acidez ($10,6\text{meq}\cdot 100\text{g}^{-1}$ a $12,9\text{meq}\cdot 100\text{g}^{-1}$) com o congelamento. O comportamento da acidez titulável da massa de pão de queijo durante o congelamento foi inverso ao do pH (Figura 10).

Pereira (2001) observou menores valores de acidez titulável para massas congeladas ($6,43\text{meq}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

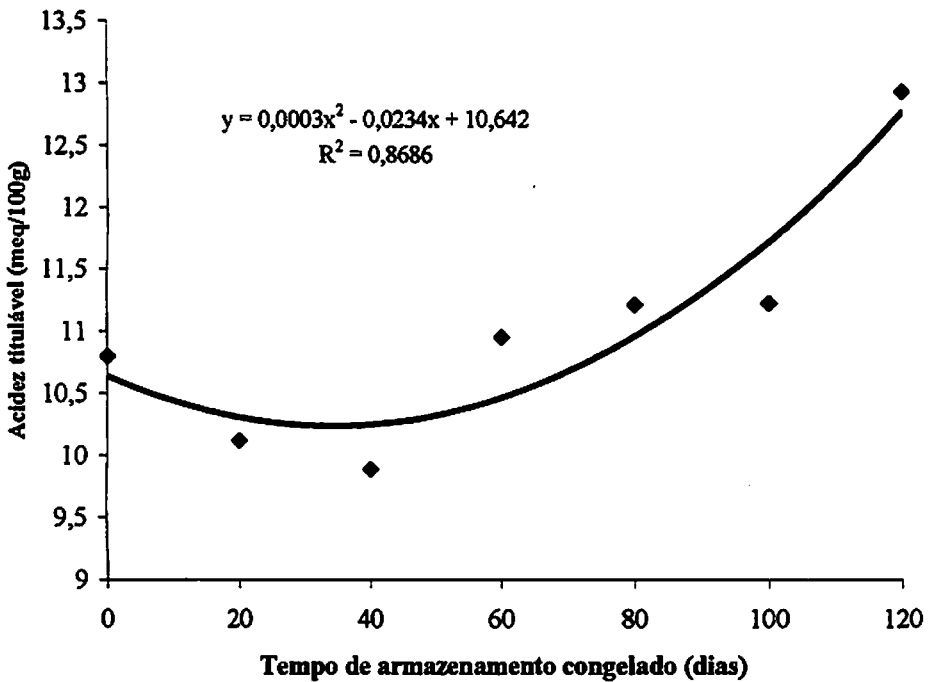


FIGURA 10 Valores médios de acidez titulável ($\text{meq}\cdot 100\text{g}^{-1}$, b.s.) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

4.4.2 Composição centesimal do pão de queijo assado, durante o congelamento

4.4.2.1 Umidade

Os pães de queijo da formulação-base não apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 2C do Anexo C), com valores de umidade de 26,73%. Esse limite se mostrou semelhante ao encontrado por Pereira (2001) para pães de queijo provenientes de massa congelada (25,93%).

Pirozi & Canavesi (1998), citados por Pizzinatto (2000), encontraram valores médios de várias formulações estudadas de 23,5% de umidade. Pereira et al. (1999) relataram valores médios de 29,43% para amostras de pão de queijo assados oriundos de massas congeladas, comercializados em Belo Horizonte.

Jesus (1997) encontrou umidade média para diferentes lotes de pães de queijo congelado variando de 28,71% a 31,35%.

4.4.2.2 Cinzas

O teor de cinzas no pão de queijo assado também não variou com o congelamento (Tabela 2C do Anexo C), apresentando um valor médio de 4,93% (b.s.). Pereira et al. (1999) citam valores de 2,80% de cinzas. Jesus (1997) encontrou valores médios nos lotes de pães de queijo congelado de 4,06% a 4,27%. Os valores encontrados por estes autores são muito variáveis, justificando-se pelo fato de o queijo ser o maior responsável pelo conteúdo em minerais no pão de queijo. Como cada formulação é composta por um queijo diferente e como cada queijo também tem sua composição diferenciada, conseqüentemente cada produto terá um percentual diferente de cinzas. Além disso, a quantidade de queijo utilizada nas formulações também é variável, bem como a quantidade de sal (Pereira, 2001).

4.4.2.3 Proteína

Pela Figura 11, podem-se notar menores valores de proteína até próximo aos 20 dias de congelamento, com um grande aumento dos 60 aos 90 dias e, novamente, um decréscimo neste conteúdo até o final do congelamento.

Pereira (2001) encontrou, para pães de queijo congelados, valores de proteína de 11,66% a 13,24%. Jesus (1997) encontrou valores oscilando entre 11,00% a 15,69% para pães de queijo congelados. Estes valores são inferiores aos encontrados próximo dos 40 dias de armazenamento, porém, a média durante o congelamento (13,07%) está dentro da faixa encontrada pelos diferentes autores.

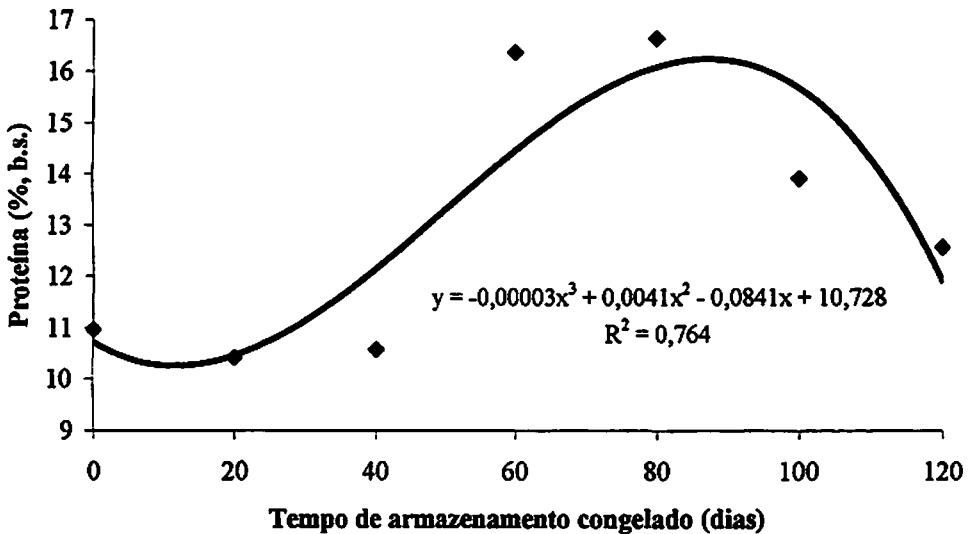


FIGURA 11 Valores médios de proteína (% b.s.) do pão de queijo congelado por 120 dias.

4.4.2.4 Extrato etéreo

O conteúdo de extrato etéreo para os pães de queijo assados apresentou um decréscimo significativo (Tabela 2C do Anexo C), durante o período de congelamento, com valor médio de 22,33%. Porém, não se conseguiu um modelo matemático que se adequasse satisfatoriamente a este comportamento.

Pirozzi & Canavesi (1998), citados por Pizzinatto (2000), encontraram valores de lipídios em torno de 22,7%. Jesus (1997) encontrou valores de 21,25% a 26,45%, próximos aos valores encontrados neste trabalho.

Deve-se salientar que, assim como a proteína, o extrato etéreo é altamente influenciado pelo tipo e quantidade de leite, queijo e ovos, os quais apresentam uma grande variação nas diferentes formulações.

4.4.2.5 pH

O pH do pão de queijo assado variou durante todo congelamento, mostrando-se com menor valor ao final de 120 dias (Figura 12). Os valores encontrados para pH no pão de queijo assado estão próximos ao encontrado por Pereira (2001) para pães de queijo provenientes de massa congelada (5,73).

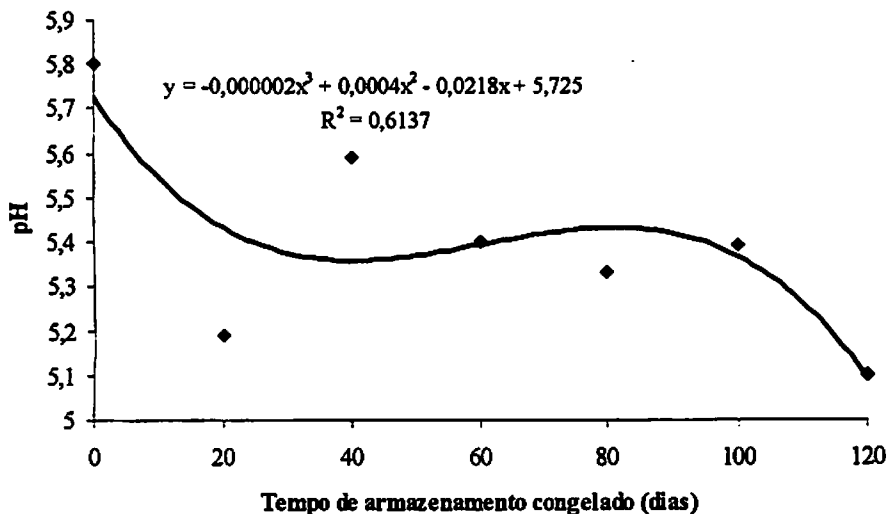


FIGURA 12 Valores médios de pH do pão de queijo congelado por 120 dias

4.4.2.6 Acidez titulável

Pelo gráfico da Figura 13, verifica-se que a acidez titulável do pão de queijo assado decresceu até próximo aos 80 dias de congelamento, com posterior aumento até o final do congelamento, comportamento inverso ao do pH.

Pereira (2001) encontrou valores médios de acidez titulável para pães de queijo congelados de $6,26 \text{ meq} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, sendo este valor menor do que o valor médio encontrado neste trabalho.

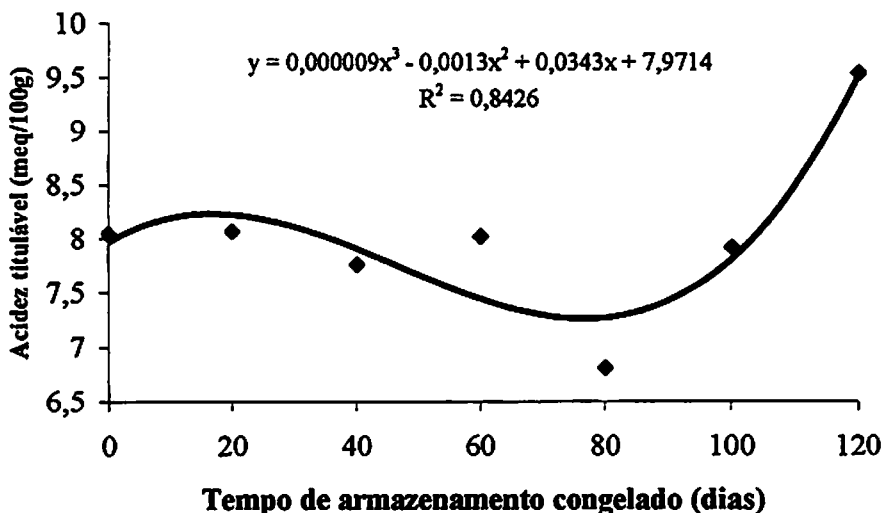


FIGURA 13 Valores médios de acidez titulável (meq.100⁻¹b.s.) do pão de queijo congelado por 120 dias

4.4.3 Força de compressão dos pães de queijo

Na Figura 14, são apresentados os valores médios da força máxima de compressão oferecida pelos pães de queijo durante o tempo de congelamento.

Observou-se um aumento na força de compressão gradativa, sendo máxima próximo aos 60 dias de congelamento, quando os pães de queijo apresentaram maior valor.

Os valores até os 40 dias de congelamento encontram-se próximos aos 16,64N encontrados por Machado (2003) para pães de queijo com formulação utilizando leite e escaldamento.

Pereira (2001) observou valores médios de força de compressão para pães de queijo congelados de 1831,6g, ou seja, 17,96N.

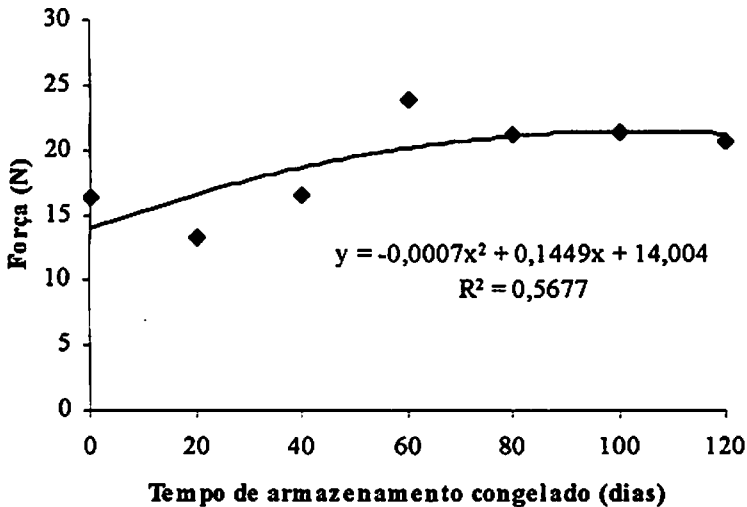


FIGURA 14 Valores médios de força de compressão (N) dos pães de queijo congelados por 120 dias.

4.4.4 Análise sensorial dos pães de queijo durante o congelamento

Para a realização da análise sensorial do pão de queijo formulação-base, os pães foram assados à temperatura de 180° por 30 minutos, e, em seguida, servidos aos provadores para que fizessem a avaliação sensorial pelo método de análise descritiva quantitativa (ADQ).

4.4.4.1 Aparência e textura dos pães de queijo

Quanto à aparência do pão de queijo assado (Figura 15), este apresentou cor amarela da crosta, decrescendo até próximo aos 60 dias de congelamento, com posterior aumento a partir deste período. Pães de queijo mais cascudos foram observados a partir de 60 dias de congelamento. O atributo rachaduras na casca não variou muito com o congelamento, apresentando maiores valores dos 40 e aos 60 dias de congelamento.

Os pães de queijo apresentaram-se, quanto à textura (Figura 16), mais duros no tempo 0, diminuindo esta dureza ao longo do congelamento. Os pães de queijo apresentaram-se mais borrachentos dos 60 aos 100 dias de congelamento. A porosidade do miolo variou com o congelamento, sendo maior aos 20, 40 e 120 dias de congelamento.

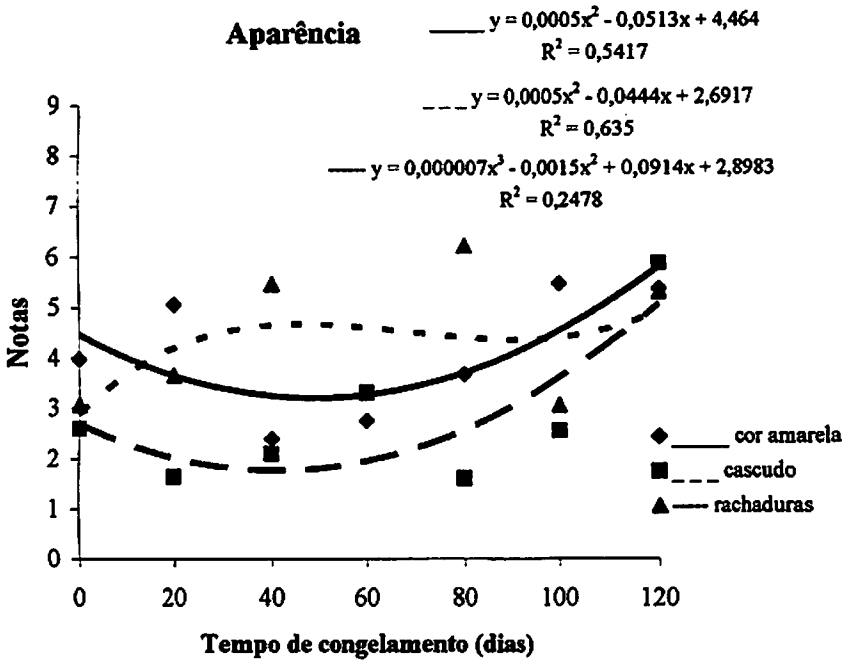


FIGURA 15 Valores médios atribuídos à característica sensorial aparência, aos pães de queijo formulação-base.

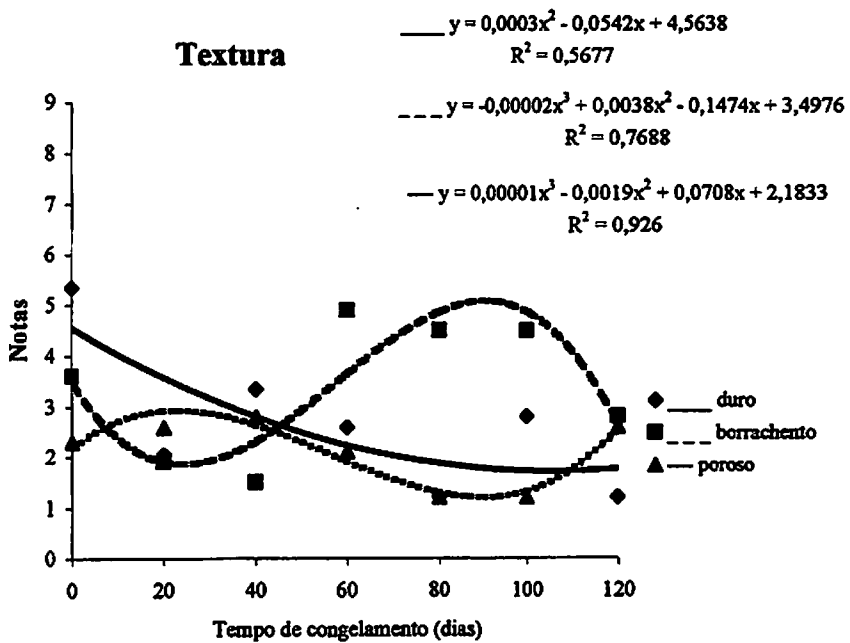


FIGURA 16 Valores médios atribuídos à característica sensorial textura, aos pães de queijo formulação-base.

4.4.4.2 Aroma e sabor dos pães de queijo

Quanto ao aroma, o pão de queijo da formulação-base apresentou maior valor para polvilho azedo no tempo 0, com decréscimo até próximo aos 60 dias e posterior aumento até o final do congelamento. Para o aroma de polvilho doce, observou-se um decréscimo próximo aos 50 dias de congelamento (Figura 17). Observou-se maior aroma de queijo nos primeiros 20 dias de congelamento, com posterior decréscimo até aproximadamente 90 dias e, novamente, um aumento até o final do período. O aroma de óleo variou muito com o congelamento, sendo maior próximo aos 60 dias de armazenamento (Figuras 18).

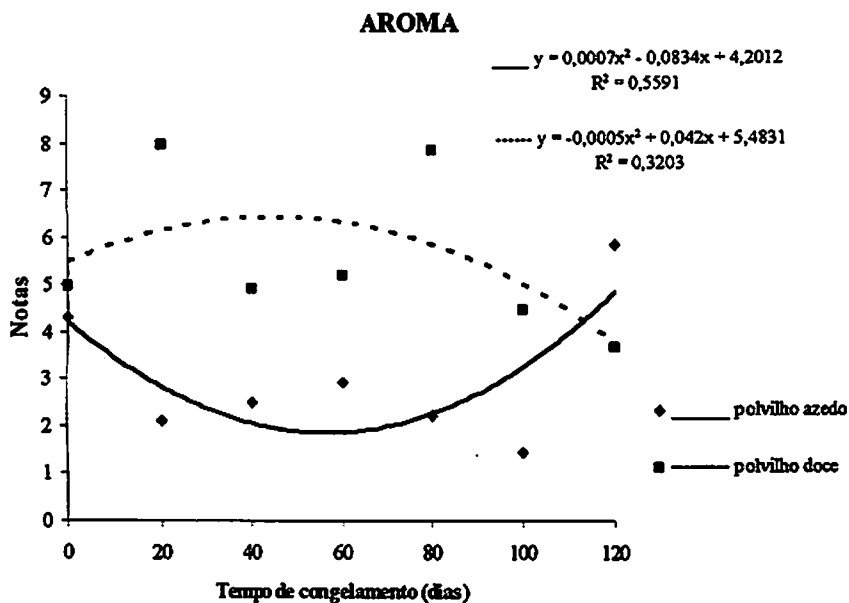


FIGURA 17 Valores médios atribuídos às características sensoriais aroma de polvilho azedo e polvilho doce, de pães de queijo formulação-base.

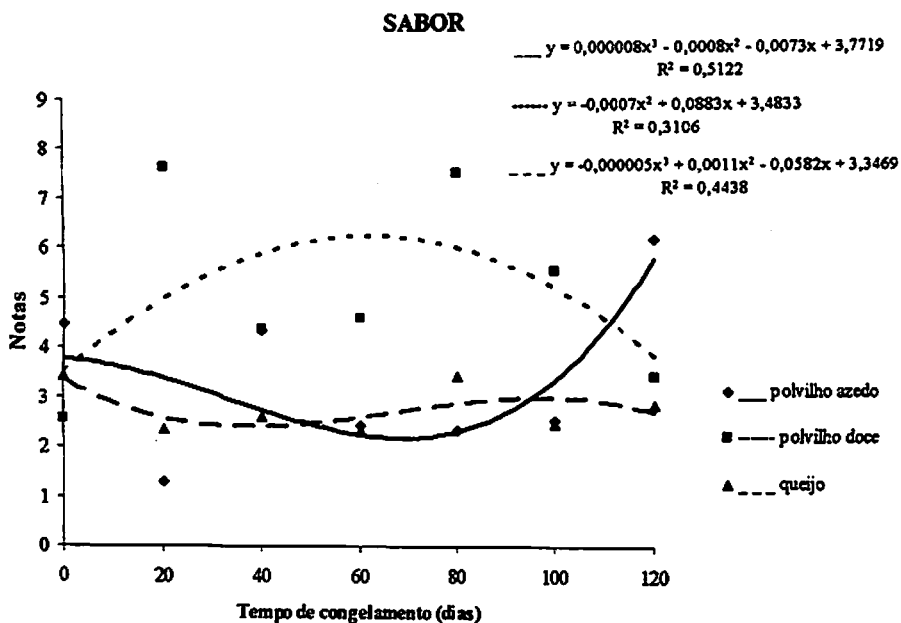


FIGURA 19 Valores médios atribuídos às características sensoriais sabor de polvilho azedo, polvilho doce e queijo, aos pães de queijo formulação-base.

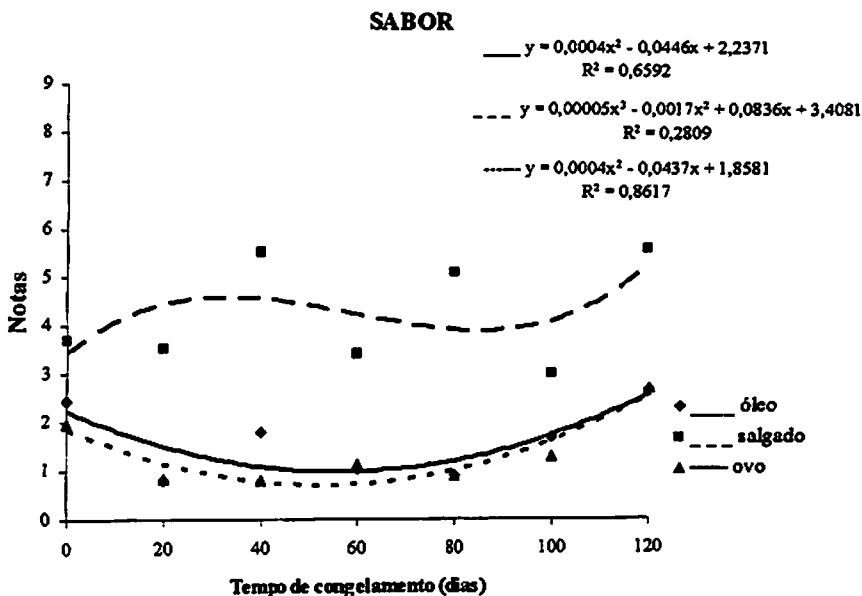


FIGURA 20 Valores médios atribuídos às características sensoriais sabor de óleo, gosto salgado e de ovo, de pães de queijo formulação-base.

4.4.5 Avaliação microbiológica da massa e do pão de queijo assado durante o congelamento

A massa de pão de queijo em estudo apresentou valores de coliformes a 45°C (Tabela 17) dentro do estabelecido por lei (Brasil, 2001). Em relação à contagem de *B.cereus*, a massa de pão de queijo apresentou-se fora do padrão, mostrando aumento gradativo com o congelamento. Vale ressaltar que o polvilho já apresentava contagem considerável deste microrganismo e que o congelamento não foi eficiente para reduzi-lo. Quanto ao grupo de estafilococos produtores de coagulase, houve variação na contagem deste na massa de pão de

queijo, com valor superior ao estabelecido por lei aos 120 dias de congelamento (Tabela 18).

Os resultados microbiológicos apresentados pela massa de pão de queijo para bactérias aeróbias mesófilas, bactérias aeróbias psicrotrófilas (Tabela 17) e bolores e leveduras (Tabela 18) variaram com o congelamento, apresentando índices elevados ao final do congelamento. Isso confirma, mais uma vez, que o congelamento não deve ser usado como medida de eliminação de microrganismos em alimentos.

TABELA 17 Resultados* de análises microbiológicas da massa modelada de pão de queijo armazenado congelado (-18°C) por 120 dias.

Microbiota da massa modelada de pão de queijo				
Dias de armazenamento congelado	Colif. a 35°C (NMP/ g)	Colif. a 45°C (NMP/g)	Bact. aerob. mesóf. (UFC/g)	Bact. aerób. psicrotr. (UFC/g)
0	$2,4 \times 10^3$	$2,4 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^2$
20	$2,4 \times 10^3$	4	$5,9 \times 10^4$	$1,0 \times 10^1$
40	<3	<3	$9,5 \times 10^4$	Aus
60	$2,3 \times 10^1$	$0,9 \times 10^1$	$1,7 \times 10^5$	$1,1 \times 10^2$
80	$2,3 \times 10^1$	$2,3 \times 10^1$	$1,0 \times 10^5$	Aus
100	$1,1 \times 10^3$	$7,5 \times 10^1$	$1,2 \times 10^6$	$9,0 \times 10^1$
120	$2,4 \times 10^3$	$4,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^6$
Padrões estabelecidos por lei	-	5×10^2	-	-

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias; ausente.

TABELA 18 Resultados* de análises microbiológicas da massa modelada de pão de queijo armazenado congelado (-18°C) por 120 dias.

Microbiota da massa modelada de pão de queijo			
Dias de armazenamento congelado	<i>B cereus</i> (UFC/g).	Bolores e leveduras (UFC/g).	Estaf. coag. positiva (UFC/g)
0	9,8 x 10 ⁴	1,1 x 10 ³	1,0 x 10 ⁴
20	6,5 x 10 ³	5,0 x 10 ²	0,6 x 10 ³
40	7,1 x 10 ³	5,5 x 10 ²	1,0 x 10 ³
60	1,0 x 10 ⁴	3,5 x 10 ²	2,5 x 10 ⁴
80	1,0 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	2,9 x 10 ³
100	5,7 x 10 ⁵	2,5 x 10 ⁴	5,7 x 10 ⁶
120	1,0 x 10 ⁶	9,4 x 10 ³	0,6 x 10 ⁴
Padrões estabelecidos por lei	5 x 10 ³	-	5 x 10 ³

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias; ausente.

Possivelmente, em virtude da temperatura elevada do escaldamento com solução fervente de água, margarina e sal então utilizada e, principalmente, devido ao assamento à alta temperatura (180°C), pode ter ocorrido um efeito deletério sobre a microbiota presente nos ingredientes utilizados na fabricação do pão de queijo, o que foi constatado anteriormente, conforme já apresentado nas Tabelas 15 e 16.

A legislação estabelece para o pão de queijo assado os seguintes parâmetros: coliformes a 45°C, índice tolerável de 5×10 NMP/g; para *B.cereus*, de 5×10^2 UFC/g e para estafilococos produtores de coagulase, índice de 5×10^2 UFC/g.

O pão de queijo formulação-base apresentou-se dentro do padrão exigido por lei para coliformes a 45°C e estafilococos produtores de coagulase. Quanto à enumeração de *B.cereus*, o pão de queijo no tempo 0 apresentou contagem acima do estabelecido por lei e, com o congelamento, a contagem deste microrganismo se mostrou dentro do índice tolerável (Tabela 19).

Em se considerando, mais uma vez, a necessidade do tratamento térmico efetivo, o qual, segundo Bergoll (1989), desativa as enterotoxinas estafilocócicas termoestáveis somente até 100°C durante 30 minutos, no caso específico do pão de queijo, os riscos do consumidor ficariam vinculados, sobretudo, à possibilidade da contaminação cruzada (Machado, 2001).

Na contaminação cruzada, torna-se viável a transferência destes patógenos e da enterotoxina estafilocócica, já elaborada, do pão de queijo ainda não assado a outro alimento a ser consumido cru ou com tratamento adicional, que seja insuficiente para a alimentação destes agentes contaminantes. Esta transferência pode, ainda, ocorrer por meio da superfície de vasilhame e outros utensílios e das mãos do manipulador, pelo contato direto com o pão de queijo, nas mesmas condições, ainda não assado e contaminado.

Outro problema que poderia causar essa contaminação seria a operação de descongelamento. Normalmente, o pão de queijo é colocado para assar ainda congelado, tornando o descongelamento lento e, o calor intenso, demora para atingir o interior do pão, possibilitando o desenvolvimento de microrganismos.

No pão de queijo formulação-base, foram feitas, ainda, análises microbiológicas, mesmo que não exigidas pela legislação, de bactérias aeróbias mesófilas, bactérias aeróbias psicrófilas e contagem de bolores e leveduras. A

contagem em placas de bactérias aeróbias tem sido usada como indicador da qualidade higiênica dos alimentos, fornecendo também idéia sobre seu tempo útil de conservação.

A presença de coliformes a 45°C no pão de queijo assado variou ao longo do armazenamento congelado (-18°C), estando sempre dentro dos padrões estabelecidos pela legislação, estando ausentes aos 120 dias (Tabela 19). A presença de coliformes a 35°C, bactérias mesófilas e psicrotrófilas também variaram com o armazenamento congelado, porém, não apresentam limites permitidos pela legislação para pão de queijo.

A contagem de bolores e leveduras foi ausente ao final do congelamento (Tabela 20).

TABELA 19 Resultados* de análises microbiológicas do pão de queijo armazenado por 120 dias.

Microbiota do pão de queijo assado				
Dias de armazenamento congelado	Colif. a 35°C (NMP/g)	Colif. a 45°C (NMP/g)	Bact. aerob. mesóf. (UFC/g)	Bact. aerób. psicrotr. (UFC/g)
0	2,3 x 10	<3	2,3 x 10 ³	7,0x 10 ⁴
20	2,4 x 10 ²	<3	1,0 x 10 ³	aus
40	<3	<3	1,0 x 10 ²	aus
60	0,7 x 10 ¹	0,3 x 10 ¹	6,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³
80	<3	<3	1,4 x 10 ³	aus
100	2,3 x 10 ¹	<3	0,5 x 10 ¹	aus
120	9,3 x 10 ¹	<3	aus	aus
Padrões estabelecidos por lei	-	5 x 10	-	-

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias; ausente.

TABELA 20 Resultados* de análises microbiológicas do pão de queijo armazenado por 120 dias.

Microbiota do pão de queijo assado			
Dias de armazenamento congelado	<i>B. cereus</i> (UFC/g)	Bolores e leveduras (UFC/g)	Estaf. coag. positiva (UFC/g)
0	7,2 x 10 ²	1,5 x 10 ¹	0,8 x 10 ¹
20	5,0 x 10 ¹	0,5 x 10 ¹	aus
40	6,2 x 10 ¹	0,5 x 10 ³	aus
60	1,8 x 10 ²	2,0 x 10 ¹	aus
80	2,5 x 10 ²	2,5 x 10 ¹	aus
100	0,5 x 10 ²	0,5 x 10 ¹	aus
120	1,0 x 10 ¹	aus	aus
Padrões estabelecidos por lei	5 x 10 ²	-	5 x 10 ²

*Valores médios de análises realizadas em duplicata, segundo padrões legais vigentes (Brasil, 2001); NMP/g ou mL: número mais provável; UFC/g ou mL: unidade formadora de colônias; ausente.

5 CONCLUSÕES

Com base nas condições experimentais e nos dados obtidos, pode-se concluir que:

- as massas de pães de queijo das marcas comerciais analisadas diferenciaram-se quanto à composição centesimal, pH e acidez titulável e características sensoriais. Quanto à avaliação microbiológica, as massas comerciais se apresentaram dentro dos limites estabelecidos por lei;

- as análises microbiológicas dos ingredientes utilizados na fabricação do pão de queijo apresentaram-se dentro do estabelecido por lei, com exceção do queijo minas curado, que mostrou-se contaminado com coliformes a 45°C e elevada contagem de estafilococos produtores de coagulase;

- durante o congelamento das massas de pão de queijo da formulação-base, as mesmas apresentaram um aumento de umidade até metade do período de congelamento e, depois, um decréscimo; a quantidade de cinzas, o extrato etéreo e o pH diminuíram com o congelamento, ao contrário do que ocorreu com a proteína e 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 que a proteína e a acidez titulável tenderam a um aumento de seus teores, assim como ocorreu com o congelamento das massas. O congelamento também provocou uma maior firmeza dos pães de queijo;

- a cor amarela, o aspecto cascudo da casca e a menor quantidade de rachaduras, o aroma de polvilho azedo, de queijo e de óleo e o sabor de polvilho azedo, de óleo, de ovo e de gosto variaram com o congelamento, porém, este

processo parece realçar estas características sensoriais. O congelamento influenciou o aroma e o sabor de polvilho doce, que foram menores ao final dos 120 dias. O sabor de queijo também foi influenciado, porém, sendo percebido ao final do congelamento quase que com a mesma intensidade do que no início;

- quanto à análise microbiológica da massa de pão de queijo, esta apresentou-se com valores de coliformes a 45°C dentro do estabelecido por lei; porém, o mesmo não aconteceu para *B. cereus* e estafilococos produtores de coagulase que atingiram valor superior ao estabelecido durante todo o congelamento. As bactérias aeróbias mesófilas, bactérias aeróbias psicrotrófilas e bolores e leveduras variaram com o período de congelamento;

- os pães de queijo assados apresentaram-se dentro do padrão exigido por lei para coliformes a 45°C e estafilococos produtores de coagulase. Durante o congelamento, ocorreu a inativação de *B. cereus*. A presença de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotrófilas, bolores e leveduras no pão de queijo variou com o congelamento, porém encontraram-se “ausentes” aos 120 dias;

- o armazenamento congelado das massas de pão de queijo por 120 dias não apresentou alterações que afetassem as características químicas e sensoriais do pão de queijo, porém, resultou em pães de queijo mais duros e não foi eficaz na inativação microbiológica na massa de pão de queijo. Já o fornecimento contribuiu para a redução da atividade de *B. cereus* e de estafilococos produtores de coagulase no pão de queijo. Torna-se necessária uma padronização do tempo em que os pães de queijo possam permanecer congelados, pois, acima de 120 dias, não se sabe quais alterações podem acontecer.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIAS, L. V. B. Fécula de mandioca e polvilho azedo para fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo**. Campinas: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, 2000. p. 1-14.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS – ABIA. **Compêndio da legislação de alimentos: atos do Ministério da Saúde**. São Paulo, 2000. não paginado.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15. ed. Washington, 1990. v. 2.

ASSUMPCÃO, E. G. **Identificação dos pontos de contaminação microbiológica ao longo do processamento de queijo prato: estudo de caso**. 2001. 77 p. Tese (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BENNION, E. B.; BAMFORD, G. S. T. **The technology of cake making**. Warcester: Billing, 1973. 389 p.

BERGDOLL, M. S. *Staphylococcus aureus*. In: DOYKLE, M. P. (Ed.) **Foodborne bacterial pathogens**. New York: INC, 1989. p. 463-523.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº. 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**, Brasília/DF, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC n.º 175/03 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Aprova as normas técnicas especiais do Estado de São Paulo, revistas pelo CNNPA, relativas a alimentos e bebidas**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, p. 1, 08 jul. 2003.

CAMPOS, S. D. S. Reologia e textura em alimentos. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1989. p. 83.

CANAVESI, E.; PIROZI, M. R.; MACHADO, P. T.; MINIM, V. P. R. Efeito da concentração dos ingredientes nas características físico-químicas do pão de queijo. In: **SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2., 1997, Campinas. Resumos...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997. p. 39.

CEREDA, M. P. Alguns aspectos sobre a fermentação da fécula da mandioca. 1973. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas, Botucatu.

CEREDA, M. P. Estudos realizados com *Manihot esculenta*, Crantz. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 63-68, Jan. 21987.**

CEREDA, M. P.; LIMA, V. de A. Aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca. II Controle das fermentações realizadas em laboratório. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 15, n. 2, p. 107-122, jul./dez. 1981.**

CIACCO, C. F.; CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 152 p. (Série Tecnologia Industrial).

CLARETO, S. S. Influência da formulação e da adição de substitutos de gordura na qualidade de pão de queijo. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Farmácia, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos).

CLERICI, M. T. P. S. Efeito de modificações fosfatada, intercruzada e ácida durante a gelatinização por extrusão da farinha de arroz e sua influência na produção de pão sem glúten. 1997. 253 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas.

COCUP, R. O.; SANDERSON, W. B. Functionality of dairy ingredients in bakery products. **Food Technology, Chicago, v. 41, n. 9, p. 86-90, Sept. 1987.**

COSTELL, E.; FISZMAN, S. M.; DURÁN, L. 1997. Medida de la textura de los alimentos. In: **Temas en tecnología de alimentos, cap. 6, p. 237-259, 1997.**

DOYLE, M. P. *Foodborne bacterial pathogens*. New York: INC, 1989. p. 463-523.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Feijão. *Mandioca e fruticultura: produção nacional*. 2004. Disponível em: <<http://www.cnpmf.embrapa.br/mandioca.htm>>. Acesso em: fev. 2004.

FERREIRA, D. F. *Programa Sisvar. exe: sistema de análise de variância*. Versão 3. 04. Lavras: UFLA, 2003.

FURTADO, M. M. *Principais problemas dos queijos: causas e prevenção*. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1999. 176 p.

GHIASI, K.; HOSENEY, R. C.; VARRIANO-MARSTON, E. *Gelatinization of wheat starch. I. Excess-water systems*. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 59, n. 2, p. 81-85, Mar./Apr. 1982.

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

JESUS, C. C. de; ROCHA, R. C. F.; LABOISSIÈRE, L. H. E. S.; PEREIRA, A. J. G. *Avaliação da composição média determinada e da apresentada na embalagem para diferentes marcas de pão de queijo*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18., 2002, Resumos.... 2002.

LANCASTER, P. A.; INGRAM, J. S.; LIM, M. Y. *Tradicional cassava based foods: survey of processing technology*. *Economic Botany*, Bronx, v. 36, n. 1, p. 12-45, Jan./Mar. 1982.

LANNES, S. C. S. *Reologia de chocolates*. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 34, n. 1, p. 1-60, jan./jun. 2000.

LEME, L. L. *Ovos pasteurizados resfriados e desidratados e sua importância*. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. *Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo*. Campinas: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, 2000. p. 29-41.

MACHADO, A. V. Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas da massa e do pão de queijo. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos).

MACHADO, E. C. Monitoramento de perigos e pontos críticos de controle e estimativa de riscos em uma indústria mineira de pão de queijo. 2001. 130 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MACHADO, P. T.; MINIM, V. P. R.; CANAVESI, E.; PIROZI, M. R.; Aplicação da análise descritiva quantitativa na avaliação dos efeitos dos ingredientes nas propriedades sensoriais do pão de queijo In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2., 1997, Campinas. Resumos... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1997. p. 145-146.

MAGALHÃES, F. A. R. Métodos descritivos e avaliação sensorial de doce de leite pastoso. 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) –

NAKAMURA, I. N. Contribuição ao estudo da fécula de mandioca fermentada. 1975. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA, J. S. de. Queijo: fundamentos tecnológicos. Campinas: Ícone, 1986. 146 p.

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

PEREIRA, A. J. G.; JESUS, C. C.; FERREIRA, F. L.; LABODSIÈRE, L. H. E. S; ROCHA, R. de C. F.; JOKL, L. Caracterização físico-química do pão de queijo assado comercializado em Belo Horizonte, Minas Gerais. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 3., 1999, Campinas. Resumos... Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1999. p. 25.

- PEREIRA, A. J. G.; JESUS, C. C.; LABODSIÈRE, L. H. E. S. Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial do pão de queijo. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 1997, Campinas. **Resumos...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1995. p. 63.
- PEREIRA, A. J. G.; JESUS, C. C.; LABODSIÈRE, L. H. E. S. Influência do tipo de polvilho e das condições de gelatinização sobre a qualidade do pão de queijo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15., 1996, Poços de Caldas. **Resumos...** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 1996. p. 3.
- PEREIRA, J. **Caracterização química, física, estrutural e sensorial do pão de queijo.** 2001. 222 p. Tese (dourado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- PINTO, R. G. **Avaliação das boas práticas de fabricação e da qualidade microbiológica na produção de pão de queijo.** 2001. 181p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PIROZI, M. R.; CANAVESI, E. **Como montar uma pequena fábrica de pão de queijo.** Viçosa: CPT, 1998. 42 p.
- PIZZINATTO, A. Processo de fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATTO, A; ORMENESE, R. de C. S. C. **Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo.** Campinas: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, 2000. p. 87-101.
- PLATA OVIEDO, M. S. V. **Secagem do amido fermentado de mandioca: modificação química relacionada com a propriedade de expansão e características físico-químicas.** 1998. 114 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas.
- POTTER, N. N. **Food science.** 5. ed. New York: Academic Press, 1995. 713 p.
- RIVERA, H. H. P. **Fermentação de amido de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz): avaliação e caracterização do polvilho azedo.** 1997. 131p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ROMANIELLO NETO, A. Fracionamento da gordura do leite para utilização na fabricação de pão de queijo. 2000. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, J. A. F. Análise da textura garante consistência uniforme. Food Ingredients, São Paulo, v. 11, p. 28-29, mar./abr. 2001.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo: Varela, 1997. 295 p.

SILVA, P. H. F. da; PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRA, L. L. de; COSTA JÚNIOR, L. C. G. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. Juiz de Fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 1997. cap. 5, 106 p.

SIQUEIRA, R. S. de. Manual de microbiologia de alimentos. Brasília: EMBRAPA-SPI, Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159 p.

VILELA, E. R.; FERREIRA, M. E. Tecnologia de produção e utilização de amido de mandioca. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 69-74, jan. 1987.

ZELAYA, M. P. Tecnologia y química de almidones nativos y modificados. In: PIZZINATTO, A.; ORMENESE, R. de C. S. C. Seminário pão de queijo: ingredientes, formulação e processo. Campinas: Governo do Estado de São Paulo/Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, 2000. p. 15-28.

ANEXOS

ANEXO A

Página

FIGURA 1A Ficha de análise sensorial dos pães de queijo
por análise descritiva quantitativa (ADQ).....

96

PERFIL SENSORIAL DE PÃO DE QUEIJO

Nome: _____ Data: ___/___/___ Nº.amostras: _____

Por favor, cheire e prove cada amostra. Em seguida, registre a sensação percebida de aroma/sabor fazendo um traço vertical num ponto da linha horizontal que melhor descreve a intensidade percebida para cada atributo. Lave a boca entre a avaliação das amostras. Obrigado.

APARÊNCIA

	Fraco	Forte
Cor amarela	_____	_____
Cascudo	_____	_____
Rachaduras	_____	_____

TEXTURA

	Fraco	Forte
Duro	_____	_____
Borrachento	_____	_____
Poroso	_____	_____

AROMA

	Fraco	Forte
Polvilho	_____	_____
Polvilho doce	_____	_____
Queijo	_____	_____
Óleo	_____	_____

SABOR

	Fraco	Forte
Polvilho	_____	_____
Polvilho doce	_____	_____
Queijo	_____	_____
Óleo	_____	_____
Salgado	_____	_____
Ovo	_____	_____

Obs.: _____

FIGURA 1A Ficha de análise sensorial dos pães de queijo por ADQ

TABELA 1B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável das massas das marcas comerciais.....	98
TABELA 2B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável dos pães de queijo das marcas comerciais.....	98
TABELA 3B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo para os atributos cor amarela da casca, cascudo, liso, duro borrachento e poroso das marcas comerciais..	99
TABELA 4B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo das marcas comerciais para os atributos aroma de polvilho azedo, polvilho doce, queijo e óleo.....	99
TABELA 5B	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo das marcas comerciais para os atributos sabor de polvilho azedo, polvilho doce, queijo e óleo, salgado e ovo.....	100

TABELA 1B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável das massas das marcas comerciais.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Umidade	Cinzas	Proteína	Extrato etéreo	pH	Acidez titulável
Tratamento	2	3,011681*	0,786913*	23,506026*	84,392768*	0,023644ns	0,460844*
Erro	6	0,230466	0,032087	0,425725	57,216536	0,006400	0,029062
CV(%)		1,15	2,15	2,81	29,95	1,34	10,12

* significativo a 5% pelo Teste de F.
ns não-significativo pelo Teste de F.

86

TABELA 2B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas e proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável dos pães de queijo das marcas comerciais.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Umidade	Cinzas	Proteína	Extrato etéreo	pH	Acidez titulável
Tratamento	2	9,717953*	0,113371*	25,682491*	10,506944*	0,024844*	0,192011*
Erro	6	1,484870	0,103679	0,308288	1,028915	0,001367	0,002285
CV(%)		3,90	6,67	4,23	4,91	0,63	4,68

* significativo a 5% pelo Teste de F

TABELA 3B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo das marcas comerciais para os atributos cor amarela da casca, cascudo, liso, duro borrachento e poroso.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Cor amarela	Cascudo	Liso	Duro	Borrachento	Poroso
Pão de queijo	3	11,031667*	1,526667*	0,780000*	11,685000*	7,778333*	6,018333*
Erro	4	0,005000	0,005000	0,005000	0,035000	0,005000	0,005000
CV(%)		1,24	1,96	1,81	7,71	1,45	2,59

* significativo a 5% pelo Teste de F

66

TABELA 4B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo das marcas comerciais para os atributos aroma de polvilho azedo, polvilho doce, queijo e óleo.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo
Pão de queijo	3	4,386667*	6,993333*	2,371250*	0,093333ns
Erro	4	0,005000	0,035000	0,003750	0,005000
CV(%)		2,24	4,07	1,42	2,32

* significativo a 5% pelo Teste de F.

ns não-significativo pelo Teste de F.

TABELA 5B Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para análise sensorial dos pães de queijo das marcas comerciais para os atributos sabor de polvilho azedo, polvilho doce, queijo e óleo/raço, salgado e ovo.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Polvilho azedo	Polvilho doce	Queijo	Óleo/raço	Salgado	Ovo
Pão de queijo	3	6,686667*	8,045000*	3,578333*	0,180000*	0,620000*	0,605000*
Erro	4	0,005000	0,005000	0,005000	0,005000	0,005000	0,005000
CV(%)		2,44	1,76	1,74	2,72	1,91	3,49

* significativo a 5% pelo Teste de F
ns não-significativo pelo Teste de F.

TABELA 1C	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável das massas de pão de queijo durante o congelamento.....	102
TABELA 2C	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável dos pães de queijo assados durante o congelamento.....	103

TABELA 1C Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável da massa de pão de queijo durante o congelamento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Umidade	Cinzas	Proteína	Extrato etéreo	PH	Acidez titulável
Tempos	6	3,936979*	0,756820*	27,459562*	27,019295*	0,116582*	3,885439*
Repetição	3	0,542442*	0,174567ns	0,390937ns	2,756810ns	0,004476*	0,388024*
Erro	18	0,427817	0,373325	1,010651	6,522443	0,002479	0,322138
CV(%)		1,58	9,83	7,41	7,07	0,93	5,16

* significativo a 5% pelo Teste de F.
 ns não-significativo pelo Teste de F.

TABELA 2C Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância para umidade, cinzas, proteína, extrato etéreo, pH e acidez titulável dos pães de queijo assados durante o congelamento.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios					
		Umidade	Cinzas	Proteína	Extrato etéreo	pH	Acidez titulável
Tempos	6	6,359787ns	0,225407ns	28,147670*	10,434679*	0,187190*	2,583007*
Repetição	3	6,040014*	0,388867*	2,546386*	5,448657*	0,010843*	0,897346*
Erro	18	4,825217	0,131339	0,965405	2,484640	0,003365	0,561166
CV(%)		8,22	7,35	7,52	7,06	1,07	9,33

* significativo a 5% pelo Teste de F.
 ns não-significativo pelo Teste de F.