

EFEITO DO CONGELAMENTO NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO PÃO DE QUEIJO

Effect of freezing on the physical and chemical characteristics of cheese bread

Rossana Pierangeli Godinho Silva¹, Joelma Pereira², Fernanda Carlota Nery³, Evódio Ribeiro Vilela⁴

RESUMO

A qualidade do pão de queijo está diretamente ligada à matéria-prima utilizada, a preparação da massa, ao congelamento e ao assamento, sendo que falhas nestes processos podem resultar em um produto de baixa aceitação no mercado, tanto nacional quanto internacional. O presente trabalho foi desenvolvido no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais e objetivou acompanhar as características físico-químicas da massa e do pão de queijo, durante um período de 120 dias de congelamento. Observou-se para a massa modelada de pão de queijo um menor valor de umidade na massa fresca; os teores de cinzas, extrato etéreo e pH decresceram com o congelamento; já o conteúdo de acidez titulável aumentou durante o período. Com relação aos pães de queijo, verificou-se que os valores de umidade e cinzas não apresentaram variação durante o período; o teor de pH apresentou variações durante todo o congelamento, com menores valores ao final de 120 dias; o conteúdo lipídico apresentou decréscimo em todo o período e a acidez titulável decresceu até próximo aos 60 dias, com posterior aumento até o final do congelamento. O armazenamento congelado também levou a um aumento na força de compressão, ou seja, a uma maior firmeza dos pães de queijo.

Termos para indexação: Pão de queijo, congelamento, composição química e textura.

ABSTRACT

The quality of cheese bread is directly linked to the raw material used, the preparation of the dough, freezing, and baking. Fail in these processes may result in a product of low acceptance in the national and international market. The present research was carried out at the Food Science Department of the Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais with the aim to accompany the physical and chemical characteristics of the dough and cheese bread, during a period of 120 days of freezing. The modeled dough of cheese bread presented lower moisture content value in the fresh dough; the ash content, ethereal extract and pH decreased with freezing however, the acidity increased during this period. In relation to the cheese bread it was verified that the moisture content and ash values did not present variation during the period; the pH presented variations during the freezing, with smaller values at the end of 120 days; the lipid content decreased with the freezing, and the acidity decreased until approximately the 60th day, with subsequent increase until the end of the freezing. The frozen storage also led to an increase in the compression force, that is, a larger firmness of the cheese breads.

Index terms: Cheese bread, freezing, chemical composition and texture.

(Recebido em 11 de agosto de 2005 e aprovado em 6 de novembro de 2007)

INTRODUÇÃO

O pão de queijo é um produto típico da culinária mineira, sendo amplamente comercializado e consumido em todo o país (CLARETO, 2000). É um produto de panificação que apresenta como benefícios ser uma grande fonte de energia, por causa de seu alto teor de carboidratos e grande aceitabilidade e ainda por ser um produto que pode 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, adição de sal, amassamento com ovos, adição de queijo e assamento (PEREIRA et al., 1995).

O escaldamento consiste em adicionar ao polvilho água ou leite quente, acompanhados ou não por óleo e também por sal. O objetivo do escaldamento é permitir que

¹Doutora em Ciência dos Alimentos, Professora Adjunto – Faculdade de Ciências Agrárias – Centro Universitário de Patos de Minas – Major Gote – 38700-000 – Patos de Minas, MG – rossanapgs@bol.com.br

²Doutora em Ciência dos Alimentos, Professora Adjunto – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – joper@ufla.br

³Doutora em Fisiologia Vegetal, Professora Adjunto – Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho/EAFMuz – Estrada de Muzambinho, Km 35, s/n – Zona Rural – 37890-000 – Muzambinho, MG – fernandacarlota@yahoo.com.br

⁴Doutor em Ciência dos Alimentos, Professor Titular – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – ervilela@ufla.br

a massa seja melhor trabalhada, resultando em pães de queijo macios, que assam num período de tempo menor e com melhor digestão (PEREIRA, 2001).

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. Nesse processo ocorre incorporação de certa quantidade de ar, que irá participar da expansão do volume e melhorar a textura do produto assado (PEREIRA, 2001). Na mistura, o ideal é que a massa não apresente textura seca (dura), nem pegajosa. O tempo de mistura deve ser o mínimo suficiente apenas para que a massa atinja a consistência desejada (PEREIRA, 1998, 2001; PIZZINATO, 2000; ROMANIELLO NETO, 2000).

Logo após a mistura, o produto é moldado manualmente ou através 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).

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).

No congelamento rápido ocorre um abaixamento brusco da temperatura e, geralmente, o processo se completa em alguns minutos. Nesse tipo de congelamento praticamente não ocorrem alterações na qualidade do alimento, pois são formados um número muito grande de pequenos cristais de gelo, intracelulares, que não alteram de maneira significativa a textura do produto (POTTER, 1995). Clareto (2000) relatou que os pães de queijo que foram submetidos ao congelamento rápido, apresentaram crosta lisa, macia e miolo com células bem formadas.

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.

Depois de congelada, a massa moldada é embalada e armazenada, mantendo a temperatura de estocagem a -18°C no mínimo, sem flutuações de temperatura no local (PIZZINATO, 2000).

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). 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).

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).

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.

Devido à falta de padronização de formulações e à necessidade de estudos sobre a produção e conservação do pão de queijo, objetivou-se com este trabalho avaliar as características físicas e químicas da massa e dos pães de queijo durante o período de 120 dias de congelamento.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Grãos e Cereais do Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras.

A formulação de pão de queijo utilizada no experimento: 50g de polvilho azedo, 200g de polvilho doce, 130mL de leite pasteurizado tipo B, 50g de margarina, 8g de sal iodado, 1 ovo e 150g de queijo minas curado. A obtenção da massa foi feita em farinógrafo da marca Brabender®, segundo descrito por Pereira (2001). Após o preparo das massas, essas foram modeladas e os pães de queijo acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em freezer (-18°C).

As análises químicas e físicas foram realizadas a intervalos de 20 dias, por até 120 dias. As farinhas de massas e pães de queijo foram obtidas através de uma pré-secagem em estufa a 65°C por 24 horas, sendo posteriormente acondicionadas em potes plásticos, de acordo com Pereira (2001).

A determinação do perfil físico-químico do pão de queijo foi realizada na massa modelada e no pão de queijo assado. O assamento foi realizado sob condições padronizadas de tempo e de temperatura (180°C por 30 minutos).

Os teores de umidade, cinzas e extrato etéreo foram determinados segundo métodos oficiais descritos pela

AOAC (1990) e as análises de pH e acidez total titulável seguiram metodologia descrita por Plata Oviedo (1998).

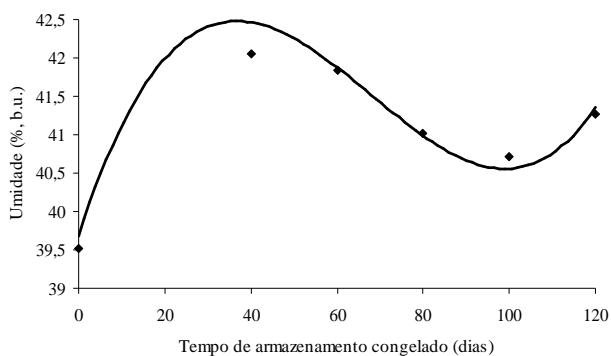
Para verificação da resistência à compressão dos pães de queijo foi utilizado o analisador de textura Stable Micro Systems, modelo TA.XT2, do Laboratório de Microestrutura e Arquitetura de Alimentos, do Departamento de Ciência de Alimentos, da UFLA, seguindo metodologia descrita por Pereira (2001).

Foi empregado delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e em triplicata, para a análise estatística das massas e dos pães de queijo congelados. 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 destes dados utilizou-se o programa Sistema para Análise de Variância (SISVAR) (FERREIRA, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição centesimal das massas de pão de queijo durante o congelamento

O comportamento da variável umidade para a massa modelada e congelada de pão de queijo durante os 120 dias de congelamento a -18°C encontra-se na Figura 1. No tempo 0 (zero) foi encontrado 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 o congelamento pode provocar maior retenção de umidade, o que pode acontecer na própria embalagem em consequência 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.

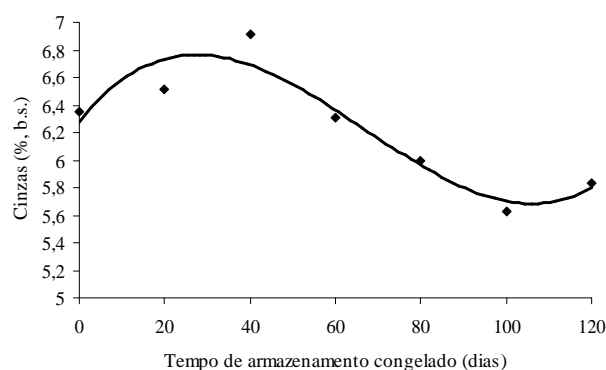


$$\text{Umidade (\%, b.u.)} = y = 0,00002x^3 - 0,0032x^2 + 0,1737x + 39,685, R^2 = 0,914$$

Figura 1 – Valores médios de umidade (% base úmida) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

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%.

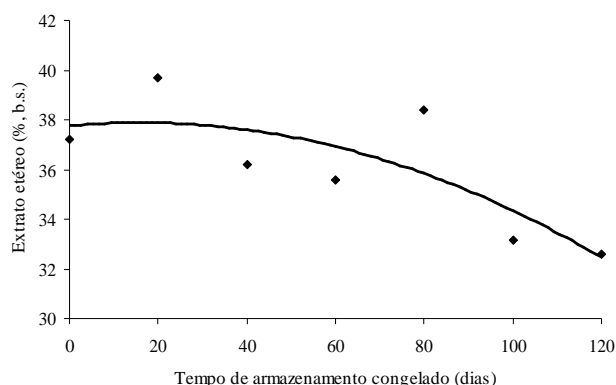
Quanto aos teores de cinzas na massa de pão de queijo (Figura 2), observou-se um decréscimo deste conteúdo após 40 dias de congelamento. Jesus, (1997) avaliando três marcas comerciais de pão de queijo congelado, encontrou valores médios de 3,82% a 4,25% de cinzas (b.s.), resultados abaixo dos encontrados neste trabalho. Esse fato pode ser consequência utilização de uma maior quantidade de leite e até mesmo de sua origem, quantidade e tipo de queijo da quantidade de sal e à adição de margarina na formulação utilizada, o que aumenta o conteúdo de sais minerais.



$$\text{Cinzas (\%, b.s.)} = y = 0,0000046x^3 - 0,0009x^2 + 0,0388x + 6,2786, R^2 = 0,9006$$

Figura 2 – Valores médios de cinzas (% base seca) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

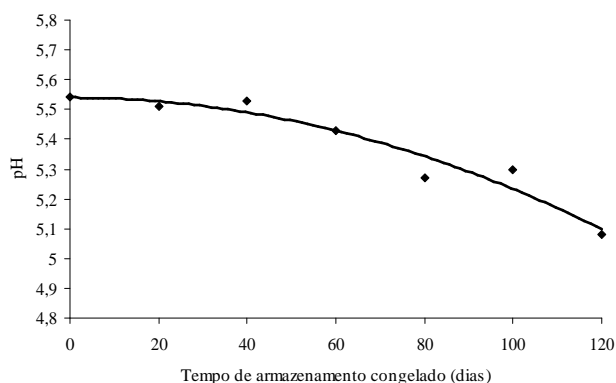
A Figura 3 mostra que o conteúdo de extrato etéreo da massa de pão de queijo diminuiu durante o período de congelamento. Os valores obtidos foram superiores aos encontrados por Pereira (2001) para massa congelada com formulação completa, que foram de 26,49% a 29,70%, enquanto que Jesus (1997) encontrou 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 utilizada e pela quantidade de queijo acrescentado, aproximadamente 2,5 vezes mais que no trabalho de Pereira (2001).



$$\text{Extrato etéreo (\%, b.s.)} = y = -0,0005x^3 + 0,0165x^2 + 37,749, R^2 = 0,6231$$

Figura 3 – Valores médios de extrato etéreo (% base seca) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

O pH da massa de pão de queijo apresentou um pequeno decréscimo nos valores encontrados até os 120 dias, variando de 5,54 a 5,08 (Figura 4). Pereira (2001) encontrou valores de pH para massas de pão de queijo congelado oscilando entre 4,80 a 6,46. Ressalta-se ainda, que no presente trabalho, 80% da quantidade de polvilho adicionado foi polvilho doce.



$$\text{pH} = y = -0,00003x^2 - 0,00004x + 5,54, R^2 = 0,9315$$

Figura 4 – Valores médios de pH da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.

A acidez titulável da massa de pão de queijo variou com o período de congelamento, ocorrendo uma elevação nesta acidez ($10,6 \text{ meq.}100\text{g}^{-1}$ a $12,9 \text{ meq.}100\text{g}^{-1}$), como mostrado na Figura 5.

Composição centesimal do pão de queijo assado durante o congelamento

Os pães de queijo da formulação-base não apresentaram diferenças estatísticas, com valor médio de

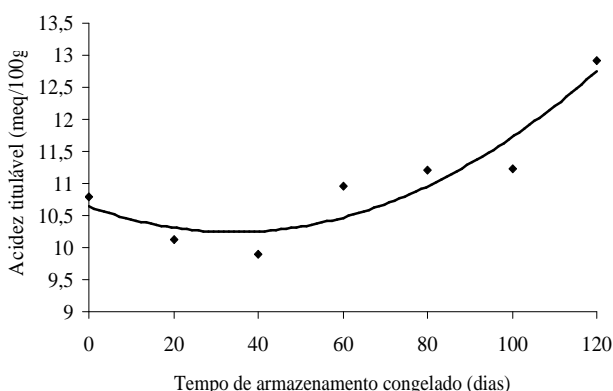
umidade de 26,73%, limite esse que se mostrou semelhante ao encontrado por Pereira (2001) para pães de queijo provenientes de massa congelada (25,93%). Jesus (1997) encontrou umidade média para diferentes lotes de pães de queijo congelado, variando de 28,71% a 31,35%.

O teor de cinzas no pão de queijo assado também não variou com o congelamento, apresentando um valor médio de 4,93% (b.s.). Jesus (1997) encontrou valores médios nos lotes de pães de queijo congelado de 4,06% a 4,27%.

O conteúdo de extrato etéreo para os pães de queijo assados apresentou decréscimo significativo 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. Jesus (1997) encontrou valores de 21,25% a 26,45%, próximos aos valores encontrados neste trabalho.

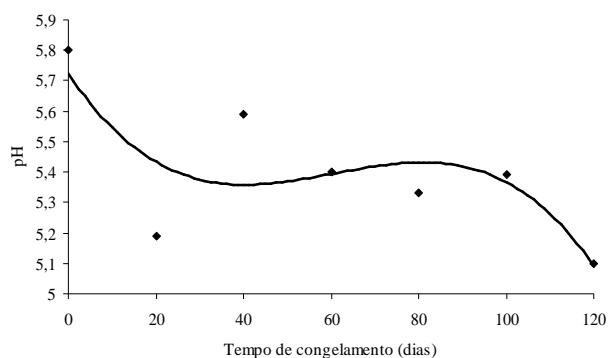
O pH do pão de queijo assado variou durante todo o congelamento, mostrando-se com menor valor ao final de 120 dias (Figura 6). Os valores encontrados para pH no pão de queijo assado estão próximos ao encontrado por Pereira (2001) para pães de queijo provenientes de massa congelada (5,73).

Com relação à acidez titulável do pão de queijo assado, esta decresceu até próximo dos 80 dias de congelamento, com posterior aumento até o final do período (Figura 7). Pereira (2001) encontrou valores médios de acidez titulável para pães de queijo congelados de $6,26 \text{ meq.}100\text{g}^{-1}$, sendo este valor abaixo do valor médio encontrado neste trabalho.



$$\text{Acidez titulável (meq.}100\text{g}^{-1}, \text{ b.s.)} = y = 0,0003x^2 - 0,0234x + 10,642, R^2 = 0,8686$$

Figura 5 – Valores médios de acidez titulável ($\text{meq.}100\text{g}^{-1}$, base seca) da massa modelada de pão de queijo congelado por 120 dias.



$$\text{pH} = y = -0,000002x^3 + 0,0004x^2 - 0,0218x + 5,725, R^2 = 0,6137$$

Figura 6 – Valores médios de pH do pão de queijo congelado por 120 dias.

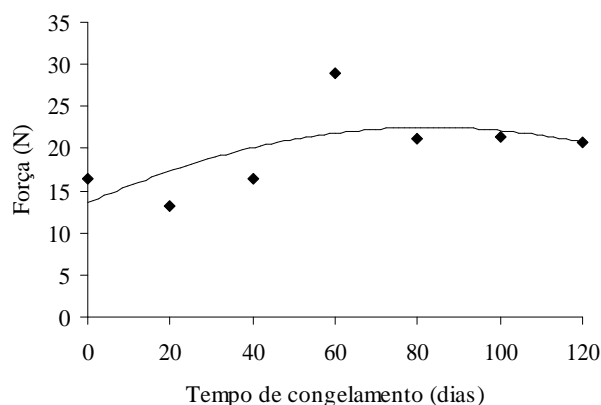
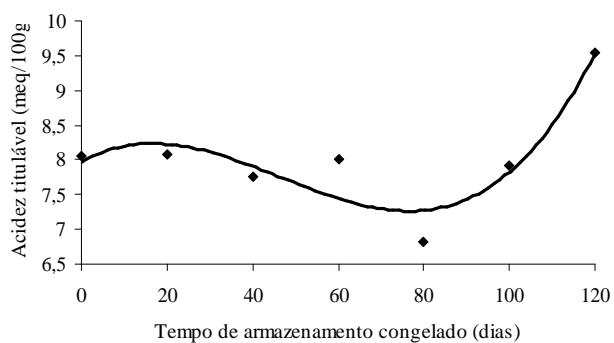


Figura 8 – Valores médios de força de compressão (N) dos pães de queijo congelados por 120 dias.



$$\text{Acidez titulável (meq.100}^{-1}\text{, b.s.)} = y = 0,000009x^3 - 0,0013x^2 + 0,0343x + 7,9714, R^2 = 0,8426$$

Figura 7 – Valores médios de acidez titulável (meq.100⁻¹, base seca) do pão de queijo congelado por 120 dias.

Força de compressão dos pães de queijo (textura)

Na Figura 8, são apresentados os valores médios da força máxima de compressão oferecida pelos pães de queijo durante o tempo de congelamento. Observou-se aumento gradativo na força de compressão, sendo máxima próximo aos 60 dias de congelamento, quando os pães de queijo apresentaram maior valor.

Os valores de força de compressão até os 40 dias de congelamento estiveram 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.

CONCLUSÕES

Durante o congelamento das massas de pão de queijo, estas apresentaram aumento de umidade até a metade do período de congelamento e depois decréscimo; a quantidade de cinzas, extrato etéreo e o pH diminuíram com o congelamento, ao contrário do que ocorreu com a acidez titulável.

O congelamento não alterou os teores de umidade e de cinzas dos pães de queijo assados. O extrato etéreo e o pH dos pães de queijo tenderam a diminuir com o congelamento, enquanto que a acidez titulável tendeu a aumentar seus teores, assim como ocorreu com o congelamento das massas.

O congelamento também provocou aumento na força de compressão, ou seja, maior firmeza dos pães de queijo (mais duros).

É necessário padronizar o tempo que os pães de queijo podem permanecer congelados a -18°C, pois acima do limite de 120 dias não se sabe quais as alterações podem acontecer.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15. ed. Washington, DC, 1990. v. 2.
- CAMPOS, S. D. S. **Reologia e textura em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1989.
- CLARETO, S. S. **Influência da formulação e da adição de substitutos de gordura na qualidade de pão de queijo**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

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 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

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

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, 1997.

MACHADO, A. V. **Efeito do escaldamento nas propriedades tecnológicas da massa e do pão de queijo.** 2003. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

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

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

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

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 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

POTTER, N. N. **Food science.** 5. ed. New York: Academic, 1995. 713 p.

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, 2000.