

## AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS PARA PRODUÇÃO DE QUEIJO PRATO A PARTIR DE LEITE CONCENTRADO POR EVAPORAÇÃO A VÁCUO

### Evaluation of different technologies for production of “cheese type Prato” from concentrate milk by vacuum evaporation

*Fernando Antônio Resplande Magalhães<sup>1</sup>*

*Ítalo Tuler Perrone<sup>2</sup>*

*Adbeel de Lima Santos<sup>3</sup>*

*Renata Golin Bueno Costa<sup>4</sup>*

*João Pablo Fortes Pereira<sup>5</sup>\**

*Paula Isabelita Reis Vargas<sup>6</sup>*

#### SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho foi avaliar cinco diferentes tecnologias para a fabricação de queijo prato a partir de leite concentrado por evaporação a vácuo. A concentração do leite, as fabricações do queijo prato e as análises sensoriais foram realizadas nos laboratórios de tecnologia e de análise sensorial do CEPE/ILCT da EPAMIG, Juiz de Fora, MG. As relações lineares estabelecidas entre o teor de sólidos lácteos e graus Baumé, para leite integral e desnatado apresentaram ajuste satisfatório, o que pode ser verificado pelos valores dos coeficientes ao ajuste linear. As equações podem ser aplicadas na tecnologia de produção de queijo prato a partir de leite concentrado com grande confiabilidade. A pequena quantidade de soro formada após o corte, dificultando a primeira mexedura, e, o maior teor de lactose no grão, causando uma acidificação intensa e indesejável, foram os principais problemas tecnológicos encontrados durante a realização dos testes. Minimizaram-se estes problemas com a adição de 10%*m/m* de água a 35°C durante a primeira mexedura, ao proceder a lavagem da massa com água a 35°C, com posterior aquecimento indireto e ao diminuir a dosagem de fermento.

**Termos para indexação:** leite concentrado; queijo prato; tecnologia de queijos.

#### 1 INTRODUÇÃO

A produção de queijo é um dos exemplos clássicos de conservação de alimentos. Antecedendo, provavelmente, a era cristã. Na conservação dos constituintes do leite mais importantes, como gordura e as proteínas, na forma de queijo, dois princípios clássicos de conservação de alimentos, são explorados, ou seja, a fermentação láctica e a

redução da atividade de água por meio da redução do teor de água e adição de sal (FOX, 1993).

Embora o processo básico de fabricação de queijos seja comum a quase todos, variações na origem do leite, nas técnicas de processamento e no tempo de maturação criam a imensa variedade conhecida – cerca de 1.000 tipos, sendo que só na França fabricam-se 400 deles (PERRY, 2004). O queijo prato é um queijo gordo, de média umidade,

1 Agrônomo, Doutor em Ciência dos Alimentos, Pesquisador e Professor da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116, Juiz de Fora – MG. Tel: 32-32243116. fernando.magalhaes@epamig.br.

2 Químico, Mestre em Ciência dos Alimentos, Pesquisador e Professor da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116, Juiz de Fora – MG. Tel: 32-32243116. italo.perrone@epamig.br.

3 Tecnólogo em Laticínios, Mestre em Ciência e Tecnologia do Leite.

4 Engenheira de Alimentos, Doutora em Ciência dos Alimentos. Pesquisadora e Professora da EPAMIG/ILCT. Rua Tenente Freitas, 116, Juiz de Fora – MG. Tel: 32-32243116. renata.costa@epamig.br.

5 Estudante de Farmácia da UFJF e Bolsista BIC pela FAPEMIG na EPAMIG/CEPE/ILCT. joapablo\_fp@yahoo.com.br.

6 Estudante de Farmácia na Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde de Juiz de Fora – SUPREMA. paulaisabelita@hotmail.com.

\* Autor para correspondência.

massa semi-cozida de consistência semi-dura e textura homogênea, com poucas e pequenas olhaduras lisas e brilhantes, seu sabor é suave, levemente adocicado e sua cor é amarelo-ouro, pode ter formato cilíndrico, retangular ou esférico; antes de ser consumido deve maturar por um período de 45 a 60 dias (BRASIL, 1997). Feito exclusivamente de leite de vaca pasteurizado, este produto popularizou-se no Brasil como uma modificação dos queijos Danbo (dinamarquês) e Gouda (holandês); alguns autores consideram-no como derivado dos holandeses Gouda e Edam (PERRY, 2004).

No Brasil, o queijo prato é um dos queijos mais produzidos, sendo considerado um queijo semiduro que apresenta etapas distintas do processo de elaboração de queijos: obtenção de uma massa semicozida, com remoção parcial do soro, lavagem por adição de água quente, pré-prensagem, moldagem sob soro, prensagem, salga e maturação pelo tempo necessário para conseguir suas características específicas (pelo menos 25 dias) (SPADOTI et al., 2003). As principais transformações bioquímicas ocorrem nos carboidratos, lipídios e proteínas, e são decisivas junto às características físico-químicas, ao teor de água (consistência) e textura do produto (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

A diluição da fase aquosa, acompanhada de aquecimento moderado dos grãos da coalhada é importante para a obtenção das propriedades sensoriais do produto final, uma vez que a adição de água quente e a retirada parcial do soro alteram consideravelmente o teor de lactose nos grãos da coalhada, resultando em um queijo com menor conteúdo de ácido láctico e pH mais elevado (SPADOTI et al., 2003). As transformações sofridas pelos constituintes são resultado da ação de enzimas presentes no leite ou adicionadas na fabricação, e também pela ação de enzimas microbianas, da flora naturalmente presente, pela adição de fermentos ou da presença de contaminantes. Dois substantivos empregados para designar as mudanças na proteólise do queijo e, conseqüentemente sua maturação, são os termos "extensão" e "profundidade". A "extensão" da proteólise se caracteriza pela quantidade de substâncias nitrogenadas solúveis acumuladas durante o processo, expressas como porcentagens do nitrogênio total. A "profundidade" da proteólise abrange substâncias nitrogenadas de baixo peso molecular, acumuladas durante o processo, tais como aminoácidos, oligo-peptídeos e aminas (WOLFSCHOON-POMBO, 1983).

Segundo Fox et al. (2000) a definição do rendimento na produção de queijos é importante na determinação da eficiência e determinação da viabilidade econômica da fabricação de queijos, assim como é essencial para avaliar o emprego de novos

processos produtivos e mudanças na tecnologia. O crescimento esperado na produção de leite e de queijos nos próximos anos implica na necessidade de técnicas de fabricação mais eficientes, que produzam menor volume de efluentes, com elevado rendimento industrial e maior aproveitamento dos sólidos lácticos. Segundo Foster et al. (1990), a utilização de leite concentrado para a produção de queijo Cheddar acarretou em maior transição da gordura do leite para o queijo, diminuindo a perda de gordura no soro, desta forma aproveitando melhor os sólidos lácticos do leite. Anderson et al. (1993), trabalhou com quatro diferentes concentrações do leite para a produção de queijos, 10,3% m/m, 15,4% m/m, 18,3% m/m e 22,2% m/m, observando aumento significativo no rendimento à medida que eleva-se o extrato seco do leite. Observou, também, por meio de painel sensorial, melhorias no flavor, corpo e textura dos queijos com aumento no extrato seco. O processo de concentração e evaporação do leite, por aplicação do calor, iniciou-se em 1856, por Gail Borden (HALL & HEDRICK, 1971).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A concentração do leite, as fabricações do queijo prato e as análises sensoriais foram realizadas nos laboratórios de tecnologia e de análise sensorial do CEPE/ILCT da EPAMIG, Juiz de Fora, MG. Empregou-se para a concentração do leite um evaporador a vácuo de único efeito modelo Júnior fabricado pela empresa APV. Os parâmetros padronizados durante a concentração do leite foram: 18% m/m de sólidos lácticos no leite concentrado, 68-69°C de temperatura de pré-aquecimento do leite, 50°C a 54°C de temperatura de ebulição, redução da pressão no evaporador entre 580 mmHg a 600 mmHg e 25°C de temperatura da água de condensação.

Foi estabelecida a relação matemática linear entre o teor de sólidos totais e graus Baumé para três distintas temperaturas em leite integral e desnatado a partir de dados da literatura (HAAL & HEDRICK, 1971), no intuito de estabelecer um método rápido para determinação do teor de sólidos lácticos durante a etapa de concentração do leite. Utilizou-se tanques de aço inoxidável com parede dupla, com capacidade para até 200 L de leite, para a fabricação dos queijos prato. Realizaram-se ensaios para a definição da melhor tecnologia para a produção dos queijos prato empregando-se os parâmetros de tecnologia apresentados na Tabela 1.

O fermento utilizado foi cultura mesofílica tipo O, composta por *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, caracterizando o tipo de fermento mais utilizado pelas indústrias de queijo prato. A tecnologia empregada

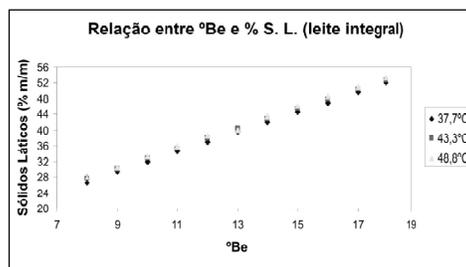
foi à proposta por Furtado e Lourenço (1994). Realizaram-se avaliações sensoriais, testes de preferência e de aceitação do queijo obtido através da melhor tecnologia empregada. Para o teste de preferência, foi empregado o Teste Bilateral baseado no modelo binomial, com um total de 20 provadores que avaliaram as amostras e marcaram o código daquela que mais lhes agradou.

Para análise de aceitação foi recrutado um grupo de 50 consumidores por tratamento analisado. As amostras foram avaliadas quanto à aceitação de modo global por meio de escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente, 5 = indiferente e 1 = desgostei extremamente).

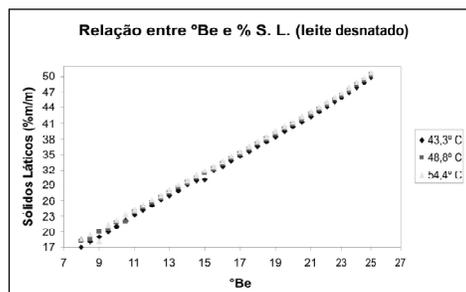
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de evaporação a vácuo do leite, realizado durante os ensaios foi conduzido até a concentração de sólidos lácteos de 18% m/m. O término da concentração foi determinado por meio do emprego de um areômetro e pela utilização da relação entre a leitura em graus Baumé e o teor de sólidos lácteos do leite. As equações matemáticas que estabeleceram a relação entre o teor de sólidos lácteos do leite integral e a leitura do areômetro em graus Baumé ( $^{\circ}\text{Be}$ ) encontradas por meio da regressão linear foram as seguintes:  $\text{SL} = 2,53 \text{ BE} + 6,61$  ( $37,7^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9999$ ;  $\text{SL} = 2,53 \text{ BE} + 7,35$  ( $43,3^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9999$ ;  $\text{SL} = 2,55 \text{ BE} + 7,59$  ( $48,8^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9989$ . Para leite desnatado foram estabelecidas as seguintes relações:  $\text{SL} = 1,92 \text{ BE} + 2,93$  ( $54,4^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9984$ ;  $\text{SL} = 1,91 \text{ BE} + 2,60$  ( $48,8^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9998$ ;  $\text{SL} = 1,92 \text{ BE} + 1,95$  ( $43,3^{\circ}\text{C}$ )  $R^2 = 0,9997$ . Onde SL representa o teor de sólidos lácteos (m/m) e BE representa a leitura do areômetro em graus Baumé.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentadas as respectivas curvas ajustadas.



**Figura 1** – Relação linear estabelecida entre o teor de sólidos lácteos (%m/m) e a leitura do areômetro em graus Baumé ( $^{\circ}\text{Be}$ ) para o leite integral em três distintas temperaturas.



**Figura 2** – Relação linear estabelecida entre o teor de sólidos lácteos (%m/m) e a leitura do areômetro em graus Baumé ( $^{\circ}\text{Be}$ ) para o leite desnatado em três distintas temperaturas.

**Tabela 1** – Parâmetros tecnológicos para a produção de queijo prato a partir de leite concentrado.

Etapa tecnológica	Tecnologias adotadas				
	E1	E2	E3	E4	E5
Dosagem de fermento (DRF)	1	0,75	0,50	0,50	0,37
Dosagem de cloreto de cálcio (mL/100L de leite)	10	10	10	10	10
Dosagem de corante de urucum (mL/100L de leite)	13	13	13	13	13
Dosagem de coalho de origem animal (mL/100L de leite)	20	20	20	20	20
Temperatura de coagulação ( $^{\circ}\text{C}$ )	32	32	32	32	32
Teor de adição de água a $35^{\circ}\text{C}$ durante a 1ª mexedura	0	0	0	10	10
Teor de soro retirado durante dessoragem (%)	30	30	30	30	30
Teor de água a $35^{\circ}\text{C}$ adicionado (%)	0	30	30	30	30
Teor de água a $42-45^{\circ}\text{C}$ adicionado (%)	30	0	0	0	0
Aquecimento indireto para atingir $42-45^{\circ}\text{C}$	não	Sim	sim	sim	sim
Tempo de maturação (dias)	30	30	30	30	30

Onde: E1 configurou o primeiro ensaio; E2 o segundo ensaio; E3 o terceiro ensaio; E4 o quarto ensaio e E5 o quinto ensaio; DRF = dosagem de fermento recomendada pelo fabricante, sendo que 1 corresponde a 100 % da dosagem, 0,75 corresponde a 75 % da dosagem, 0,5 corresponde a 50 % da dosagem e 0,37 % corresponde a 37 % da dosagem.

Os parâmetros adotados no primeiro ensaio (E1) foram determinados a partir de estudos preliminares (FOSTER et al., 1990; ANDERSON et al., 1993), e das considerações de que o processo de concentração acarreta maior proximidade das estruturas protéicas e salinas, bem como diminuição do pH, o que em conjunto favorecem o processo de coagulação do leite. Desta forma, houve redução nos teores de adição de cloreto de cálcio (redução de 75%) e coalho (redução de 33,3%), quando comparados ao processo tradicional de fabricação realizado com leite não concentrado.

A dosagem de fermento e o processo de dessoragem seguiram os valores recomendados para a tecnologia tradicional segundo Furtado e Lourenço (1994). Neste ensaio observou-se a redução no tempo de coagulação para 25 minutos e a formação de uma quantidade muito pequena de soro após o corte, o que dificultou a primeira mexedura do processo, assim como a uniformidade dos grãos. Após o período de 15 dias de maturação, os queijos apresentavam-se com manchas internas (aspecto marmorizado) e sabor ácido pronunciado com textura quebradiça. Atribui-se ao aquecimento com a água, durante a lavagem da massa, o aparecimento das manchas no queijo, pelo fato de quando se adiciona água quente para lavagem, como não existe quantidade suficiente de soro no tanque, a água troca calor direto com a massa, desidratando excessivamente o grão na superfície e conferindo o aspecto marmorizado ao queijo. O sabor ácido pronunciado, assim como a textura quebradiça foram atribuídos a uma atuação intensa do fermento, justificada pela maior concentração de lactose no grão e no queijo ao final do processo, já que o processo de coagulação do leite concentrado carrega maior quantidade destes constituintes para o queijo (FOSTER et al., 1990; ANDERSON et al., 1993).

Com o intuito de prevenir o aparecimento de manchas no Queijo Prato e reduzir o sabor ácido no produto final, realizou-se o segundo ensaio (E2), com redução na dosagem de fermento (7,5 U/100L de leite) e com aquecimento indireto durante a etapa de lavagem da massa. Adicionou-se toda a água de lavagem a 35°C e fez-se o aquecimento indireto até 43°C de forma mais gradativa. Deste ensaio, obteve-se um queijo sem o aspecto marmorizado, porém após 15 dias de maturação o produto apresentava textura quebradiça e sabor ácido pronunciado para queijo prato. Observou-se ainda dificuldade para realização da primeira mexedura devido à pequena quantidade de soro presente no tanque de queijo após o corte. Para o terceiro ensaio fez-se a redução da dosagem de fermento para a concentração de 5 U/100 L de leite. Os queijos obtidos deste ensaio apresentaram sabor ácido pouco

pronunciado, porém acima do esperado para queijo prato. No quarto ensaio, com o intuito de facilitar a mexedura e lavar mais a massa, para intensificar a retirada da lactose do grão e consequentemente a diminuição da fermentação, adicionou-se 10% m/m de água na primeira mexedura, mantendo-se a dosagem de fermento do E3. As medidas tecnológicas adotadas facilitaram consideravelmente o processo de mexedura e reduziram o sabor ácido do produto. Definiu-se um quinto ensaio E5 com uma dosagem de fermento alterada para 3,7 U/100 L de leite na expectativa de maior suavização do sabor ácido do queijo. O produto após 15 dias de maturação apresentou características de sabor e textura dentro do esperado pela equipe de provadores.

Realizaram-se os testes de preferência e de aceitação do queijo prato obtido no quinto ensaio (E5) em comparação com uma amostra de queijo prato comercial, onde ambos apresentavam trinta dias de maturação. No teste de preferência, por meio da tabela do Teste Bilateral baseado no modelo binomial, os resultados mostraram maior preferência ao produto comercial, ao nível de 1% de probabilidade. No teste de aceitação, analisado por meio de análise de variância, verificou-se que não existiu diferença significativa ( $\alpha = 1\%$ ) entre os queijos avaliados.

#### 4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados neste trabalho pode-se concluir que:

- As relações estabelecidas entre teor de sólidos lácteos e graus Baumé, nas temperaturas determinadas, para leite integral e desnatado apresentaram ajuste satisfatório, o que pode ser verificado pelos valores dos coeficientes ao ajuste linear. As equações podem ser aplicadas na tecnologia de produção de queijo a partir de leite concentrado com grande confiabilidade.
- Os principais problemas tecnológicos encontrados durante a realização dos testes foram a pequena quantidade de soro formada após o corte, o que dificultou a primeira mexedura, deixando maior teor de lactose no grão, e por consequência ocorreu uma acidificação intensa e indesejável. Minimizaram-se estes problemas ao incluir uma adição de 10% m/m de água a 35°C durante a primeira mexedura, ao proceder a lavagem da massa com água a 35°C, com posterior aquecimento indireto e ao diminuir a dosagem de fermento.

## SUMMARY

The objective of this study was to evaluate five different manufacturing technologies of the pratocheese from powdered milk by vacuum evaporation. The concentration of the milk, the prato cheese fabrications and sensory analysis were conducted in laboratory technology and sensory analysis of CEPE/ILCT of the EPAMIG, Juiz de Fora, MG. The linear relationships established between the tenor of the lactic solids and degrees Baume, for whole milk and skimmed milk showed satisfactory fit, what can be completed by the coefficients of linear fit. The equations can be applied in the production technology of cheese from powdered milk with great reliability. The small amount of serum formed after the cutting, which makes the first mixing difficult, and, the highest content of the lactose in the grain, which enables intense and undesirable acidification, comprised the highest technology problems found during the testing. These problems were minimized including addition of 10% m/m of water at 35°C during the first mixing, to proceed the washing of the mass with water at 35°C, with subsequent indirect heating and reduction of dosage.

**Index Terms:** milk concentrated; prato cheese; technology of cheese.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto CVZ-APQ-1524-5.05/07, pela concessão da Bolsa de Incentivo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Tecnológico concedida aos quatro primeiros autores e da Bolsa de Iniciação Científica concedida ao quinto e sexto autores.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. L.; MISTRY, V. V.; BRANDSMA, R. L.; BALDWIN, K. A. Reduced Fat Cheddar Cheese from Condensed Milk.: Manufacture, Composition, and Ripening. **Journal of Dairy Science**, n. 76, p. 2832-2844, 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária, Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 358, de 04 de setembro de 1997. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade do queijo Prato. Publicado no **Diário Oficial da União** em 08 de setembro de 1997. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1229>>. Acesso em: 26 nov. 2009.
- FOSTER, S. J.; BAER, R. J.; MISTRY, V. V. Cheddar Cheese Manufactured from Condensed Milk. **Journal of Dairy Science**, n. 73, p. 1980-1987, 1990.
- FOX, P. F.; TIMOTHY P. G.; TIMOTHY M. C.; MCSWEENEY, P. L. H. **Fundamentals of Cheese Science** 1 Ed. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publication, 2000. 545p.
- FOX, P. F. **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**, 2º. ed. London: Chapman & Hall, vol. 1, 1993. 577p.
- FURTADO, M. M.; LOURENÇO NETO, J. P. de M. **Tecnologia de Queijos: Manual técnico para a produção industrial de queijos**. 1. ed. São Paulo: Dipemar, 1994. 118p.
- HAAL, C. W.; HEDRICK, T. I. **Drying of milk products**. 2. ed. Westport: AVI Publishing, 1971. 323 p.
- PERRY, K. S. P. Queijos: **aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos**. Quim. Nova, Vol. 27, No. 2, p. 293-300, 2004. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2004/vol27n2/19-DV03033.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2009.
- SPADOTI, L. M.; DORNELLAS, J. R. F.; PETENATE, A. J.; ROIG, S. M. Avaliação do rendimento do queijo tipo Prato por modificações no processo tradicional de fabricação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 429-499, 2003.
- WOLFSCHOON-POMBO, A.; Casagrande, M. Determinação simultânea de lactose e sacarose em doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 37, n. 222, p. 3-7, 1982.

