

## INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO LEITE NA REOLOGIA DO QUEIJO TIPO PRATO

INFLUENCY OF CONCENTRATION OF MILK IN THE REOLOGY OF THE PRATO CHEESE

**Juliana Steffens<sup>1,2\*</sup>, José Roberto D. Finzer<sup>1,2</sup>, Alexandre J. Cichoski<sup>1</sup> e Daiton de Freitas<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Regional Integrada e das Missões - URI-Campus de Erechim  
Avenida Sete de setembro 1621, 99700-000 - Erechim – RS – Brasil; Fone: 55 54 3520 9000;  
email: [julianasteffens@yahoo.com.br](mailto:julianasteffens@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Uberlândia - Campus Santa Mônica, C.P. 593  
38400-902 – Uberlândia, MG Brasil; Fone: 55 34 3239 4189

### ABSTRACT

The objective of this work was study the physical behavior and viscoelastic of the Prato cheese confectioned with milk daily skimmed in diverse concentrations. Have produced intent of daily skimmed milk solid texts of 17,3% and 28,7% using the concentrator Stephan Geiger and with milk without concentrating with 10% solid text. With these milk Prato cheese was confectioned. Compression and decompression of the cheeses had been studied. One approximately generated bodies of test of 20 millimeters of height. The test bodies had been made use on aluminum plates and on the set steel cylinders of masses 50, 100 and 150 grams had been used. The same ones had remained under compression 870 minutes, had been after submitted to the decompression of 460 minutes. During this time they had been carried through measured of the height. One got with these data values of the Young's moduli, Coefficient of Poisson, Compressibility and Moduli of rigidity. It can be verified that how much bigger the tension applied on the lesser was the cheese elastic recovery. The permanent deformation was dominant front to the elastic.

**Keywords:** concentration of milk, Prato cheese, reology.

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento físico e visco-elástico do queijo tipo prato confeccionado com leite semidesnatado em diversas concentrações. Produziu-se concentrados de leite semidesnatado a teores de sólidos de 17,3% e 28,7% utilizando um evaporador Stephan Geiger e comparou-se com leite sem concentrar com teor de sólidos de 10%. Destes leites confeccionou-se queijo tipo prato onde foram estudados o comportamento dos queijos submetidos à compressão e descompressão. Gerou-se corpos de prova de aproximadamente 20 milímetros de altura. Os corpos de prova foram dispostos sobre placas de alumínio e sobre o conjunto foram dispostos cilindros de aço de massas 50, 100 e 150 gramas. Os mesmos permaneceram sob compressão 870 minutos, após foram submetidos à descompressão de 460 minutos. Durante este tempo foram realizadas medidas da altura. Obteve-se com estes dados valores dos Módulos de Young, Coeficiente de Poisson, Módulos de Rigidez e de Compressibilidade. Pode-se verificar que quanto maior a tensão aplicada sobre o queijo menor recuperação elástica. A deformação permanente foi dominante frente à elástica.

**Palavras-Chave:** Concentração de leite, queijo tipo prato; reologia.

### 1 – INTRODUÇÃO

A demanda por produtos lácteos com baixo teor de gordura vem aumentando nas últimas décadas [1]. O consumo *per capita* de queijo no Brasil teve um aumento durante a última década, de 1,97kg/habitante/ ano em 1992 para 2,69kg/habitante/ano em 1999 [8].

Queijos com baixo teor de gordura caracterizam-se por apresentar rendimento menor, textura mais dura, problemas de acidez e sabor amargo quando comparados aos queijos convencionais [6, 7]. A gordura do leite participa de múltiplas funções no queijo, principalmente na textura [9].

Uma das alternativas para aumentar o rendimento dos queijos produzidos a partir do leite desnatado é a pré-concentração a teores de sólidos totais mais elevados. A obtenção do pré-queijo líquido, isto é, a concentração do leite até o mesmo atingir o teor de extrato seco total de um queijo pronto, apresenta as vantagens de fabricação contínua e totalmente automatizada e de possibilitar um aumento do rendimento da ordem de 8 a 20% [3, 7].

O queijo tipo Prato é tipicamente brasileiro, classificado como um queijo gordo, de umidade intermediária, apresentando características químicas e de textura similares ao queijo Gouda [9].

O objetivo deste trabalho foi comparar queijo tipo prato elaborado com leite concentrado com um queijo elaborado com leite sem concentrar. Avaliaram-se os parâmetros reológicos dos queijos.

## 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O leite é um produto rico em proteínas, gordura além de possuir açúcar, sais minerais e outros elementos. O queijo pode ser definido como um produto que é obtido a partir da coagulação da caseína do leite, separado do soro e maturado por tempo variável [17].

O leite de vaca está formado aproximadamente por 7/8 de água e 1/8 de substâncias sólidas, (em massa), o que se denomina Extrato Seco Total. Em termos percentuais, tem-se: água, 87,0%; gordura, 4,0%; lactose, 4,8%; proteínas, 3,5%; sais minerais, 0,7%. A composição do leite varia de acordo com: a raça do animal; a composição do alimento ingerido; as estações do ano; a idade do animal; estágio de lactação e estado de saúde [17].

A seguir apresenta-se algumas propriedades do leite e derivados:

### 2.1 – Concentração

As densidades dos componentes sólidos do leite são as seguintes: gordura 900 a 950 kg/m<sup>3</sup>; água 1000 kg/m<sup>3</sup>, lactose 1780 kg/m<sup>3</sup> e extrato seco desengordurado 1614 kg/m<sup>3</sup>, para a temperatura de 4°C. A concentração de sólidos totais (% em massa) pode ser quantificada pela Equação (1), [11,12].

$$C=0,25D+1,22G+0,72 \quad (1)$$

onde D é 1000 (d-1), sendo d a densidade em g/mL e G é a percentagem de gordura.

### 2.2 - Caracterização e confecção de queijo

O queijo consiste em um concentrado protéico-gorduroso resultante da coagulação das proteínas do leite, seguida da dessoragem do coágulo, ocorrendo decréscimo de umidade. Na dessoragem ocorre perda de proteínas e de gordura do leite, assim como lactose e sais minerais [18].

Uma alternativa de confecção de queijo visando aumentar o rendimento do queijo é a concentração do leite antes da etapa de coagulação [18].

### 2.3 - Textura do queijo

A textura da massa de queijo tem importância vital tanto na comercialização como no consumo de queijos. Independente do tipo, pode-se dizer que a massa é à base das principais particularidades de um queijo pois exerce função determinante na sua estabilidade (forma, tamanho, peso), na sua conservação (durabilidade e tipo de maturação), na diferenciação do próprio tipo (massa mole, semidura ou dura) e na apreciação da sua qualidade, assim como sua viscoelasticidade [16].

O teor de umidade do queijo também tem impacto determinante na textura da massa, contida na massa, assim como a gordura, ao contrário desta, a água pode se ligar à caseína mais ou menos fortemente durante a produção de ácido lático. De um modo geral, em queijos com 5 a 10 dias de fabricação, não se encontra mais água livre entre os grãos e, em consequência desta integração, a armadura de caseína se torna menos firme. Mantendo-se inalterados os teores de caseína e gordura, pode-se afirmar que quanto mais elevado o teor de umidade da massa, mais macia será a sua consistência [14].

A textura é um fator importante na qualidade de muitos produtos lácteos. Geralmente uma definição aceitável é de que a textura seja atribuída a alimentos como resultado da combinação das propriedades físicas e químicas, e que são percebidas pelo sentido do tato, visão e audição. A textura deve ser avaliada por métodos sensoriais usando provadores treinados. Em trabalho de rotina, os métodos sensoriais não são os mais vantajosos, existindo uma variedade de outros métodos para obtenção mais rápida da textura dos alimentos. Muitos destes métodos são instrumentais e as mesmas apenas são válidas se mostram boa correlação com dados de avaliação sensorial. A textura é um atributo importante do alimento e é utilizada como um indicador para a identificação e a qualidade do queijo e a preferência dos consumidores [4].

### 2.4 – Reologia

A complexidade dos processos de produção modernos e a ênfase da qualidade requerida tornam compreensível o papel das propriedades dos materiais sólidos e alimentos “semi-sólidos”. Propriedades mecânicas são geralmente estudadas em termos da tensão e da deformação [16]. O queijo como um todo, reologicamente, comporta-se como um material visco - elástico [15]. O módulo de Young relaciona-se com a deformação longitudinal relativa, causada por uma tensão normal de tração ou compressão ( $\tau_n$ ). Se o comprimento aumenta do valor L para (L +  $\ell$ ) o aumento relativo ou adimensional (e) é igual a  $\ell/L$ . O módulo obtido neste tipo de experimento é denominado de módulo de Young (E), sendo obtido da Equação (2):

$$\tau_n = e \cdot E \quad (2)$$

O módulo de Rigidez relaciona-se com a deformação causada por uma força tangencial. O módulo neste tipo de

deformação é denominado de módulo de Rigidez ( $G_r$ ), onde:

$$\tau = \alpha \cdot G_r \quad (3)$$

onde  $\tau$  é a tensão tangencial ou de cisalhamento e  $\alpha$  é o ângulo da deformação.

Quase sempre que um corpo se dilata ou se contrai, ocorre mudança de largura. Ao comprimir um cilindro, seu diâmetro aumenta e o comprimento diminui. Se uma amostra é compressível, o seu volume varia e a relação entre o raio  $D$  e altura  $h$ , para uma geometria cilíndrica é dada pela Equação (4), onde  $\mu_p$  é o coeficiente de Poisson [15]. Nos materiais em que há deformação sem mudar o volume, o coeficiente de Poisson é 0,5 [15]. Para materiais que podem ser comprimidos, sem mudança de diâmetro (normalmente devido existência de muito ar em seu interior), a relação de Poisson tem valor zero, como é o caso do miolo de pão.

$$\mu_p = \frac{\Delta D/D_i}{\Delta h/h_i} \quad (4)$$

onde  $\Delta D$  é a variação do diâmetro,  $D_i$  é o diâmetro inicial,  $\Delta h$  é a variação da altura e  $h_i$  é a altura inicial.

Se um corpo for submerso na água, o mesmo se comprime em consequência da pressão exercida pela água. A deformação causada pela pressão hidrostática que se exerce com igual intensidade em todas as direções, denomina-se deformação Volumétrica ( $e_v$ ) expressa por  $v/V$ . Onde  $V$  é o volume original e  $v$  é a variação de volume. O módulo volumétrico ou de Compressão,  $K_v$ , ser dado por:

$$P_v = e_v K_v \quad (5)$$

onde  $P_v$  é a pressão hidrostática volumétrica relativa e  $e_v$  a deformação volumétrica [14].

### 3 – MATERIAS E MÉTODOS

3.1 - Concentração de leite até 17,3% de sólidos: Adicionou-se 3 kg de leite pasteurizado com 1,3% de gordura, 3,5% de proteína e 4,6% de lactose. Acionou-se o leite em um evaporador a vácuo 0,85 kgf/cm<sup>2</sup>, com pressão de 0,8 bar e 175 rpm a temperatura de ( $\pm$ 1)50°C.

Iniciou-se a quantificação do tempo a partir de 48°C. Concentrou-se o leite por 15 minutos. Após este período retirou-se o concentrado e pesou-se o mesmo com auxílio de uma balança analítica, obtendo-se 2,120 kg de concentrado, e um teor de sólidos de 17,3%. Utilizou-se o concentrado para confecção de queijo tipo prato, onde se utilizou 0,42 mL de cloreto de cálcio e 0,7 mL de coalho. Após 30 minutos verificou-se que a coalhada estava firme então procedeu-se o corte da mesma utilizando liras vertical e horizontal, homogenizou-se bem o conteúdo por 15 minutos, retirou-se cerca de 1000 g de soro. Adicionou-se 1000 g de água a 35°C e homogenizou-se o conteúdo por mais 5 minutos e drenou-se o soro. Adicionou-se 7,5 g

de sal (NaCl) na massa. Colocou-se a coalhada em uma recipiente plástico. 280 g de coalhada foi submetida à prensagem por 6 horas, em temperatura ambiente. Para aumento de pressão adicionou-se 373 g de água (2) hora em hora até alcançar o máximo de 8 vezes o peso inicial da massa. No queijo confeccionado foram realizados testes: reológicos e umidade.

A quantidade de coalho, cloreto de cálcio, sal adicionada ao leite foi em relação ao volume de leite obtido após a concentração.

3.2 - Concentração de 28,7% de sólidos: Realizou-se concentração nas mesmas condições citadas anteriormente, mudando-se apenas o tempo de concentração que foi de 30 minutos.

Após este tempo retirou-se o concentrado e pesou-se o mesmo com auxílio de uma balança analítica, obtendo-se uma massa de 1,280 kg, e um teor de sólidos de 28,7%. Utilizou-se o concentrado para confecção de queijo tipo prato, sendo que se utilizou 0,20 ml de cloreto de cálcio e 0,5 ml de coalho. Após 15 minutos verificou-se que a coalhada estava firme então se cortou a mesma utilizando liras vertical e horizontal, misturou-se bem o conteúdo por 15 minutos, retirou-se cerca de 700 g de soro. Adicionaram-se 700 g de água a 35°C e homogenizou-se o conteúdo por mais 5 minutos, drenou-se o soro. Colocaram-se 8 g de sal (NaCl) na massa. Levou-se a massa a um recipiente plástico. A coalhada foi submetida à prensagem durante 6 horas, à temperatura ambiente, com um recipiente de plástico. Para aumento de pressão adicionou-se 400 g de água de hora em hora até alcançar o máximo de 8 vezes o peso inicial de massa. Obtiveram-se 321 g de queijo.

3.3 – Leite sem concentrar 10% de sólidos: Confeccionou-se queijo com leite sem concentrar com 10% de sólidos, utilizando-se 3 kg de leite. Utilizaram-se 1 mL de coalho e 0,2 mg de cloreto de cálcio. Seguindo-se a mesma metodologia citada nos Itens anteriores, obteve-se 259 g de massa.

3.4 – Análise de umidade: A umidade foi obtida conforme metodologia descrita por IAL [10].

3.5 – Análise reológica dos queijos: Destes queijos foram gerados corpos de prova de aproximadamente 20 mm de altura com igual diâmetro.

Os corpos de prova foram dispostos entre duas placas de alumínio. Sobre a parte superior de cada corpo de prova foram colocadas massas de 50, 100 e 150 gramas, dispostos na posição vertical.

Foram realizadas medidas da altura dos corpos de prova durante 14 horas e 30 minutos onde praticamente cessou a deformação dos corpos de prova. As medidas foram realizadas nos tempos de: 1, 15, 30, 60, 120, 300, 480, 630, 690, 750, 810, 870 minutos, durante a compressão. Para efetuar as medidas utilizou-se um micromanômetro manual.

Na Figura 1 mostra-se o esquema de compressão e descompressão dos corpos de prova onde as letras de A a

G simbolizam o comportamento do queijo durante a compressão e descompressão.

Na figura 2 mostra-se o concentrador Stephan Geiger, nº 3678, motor 9706, modelo UMMSK-12, é constituído por uma cuba de capacidade máxima de 6 litros de leite, um agitador mecânico, uma pá homogeneizadora, um painel de comando, onde é constituído de um controlador de velocidade de rotação de 175 até 3500 rpm e de um indicador de temperatura com resolução de 0,1°C, uma alavanca de fechamento da tampa e um motor. O vapor que aquece a camisa de vapor da cuba é alimentado por uma caldeira HBV-S; nº 1387 com capacidade para produção de 90 kg/h, na pressão de operação 8 kgf/cm<sup>2</sup>, utilizando como combustível GLP (gás liquefeito de petróleo).

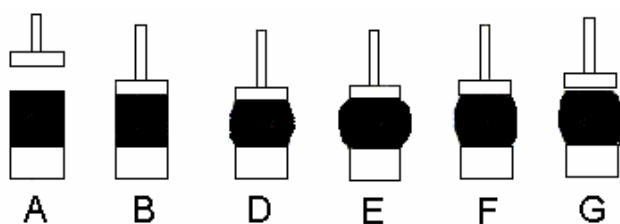


Figura 1- Esquema de vários estágios no teste de compressão em uma amostra de queijo.



Figura 2-Vista do Concentrador Stephan Geiger.

#### 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os corpos de prova gerados a partir do queijo confeccionado com leite sem concentrar, e concentrados, foram submetidos à tensão de compressão de 1705,889 Pa; 3223,824 Pa e 4683,924 Pa.

Nas Figuras 3, 4 e 5 mostra-se os gráficos dos três experimentos submetidos às tensões de 1705,889, 3223,827 e 4683,934 N/m<sup>2</sup>.

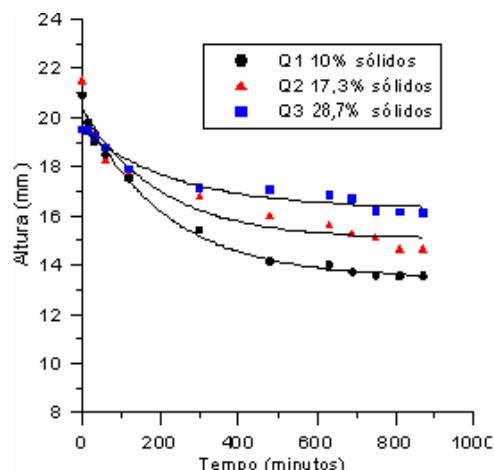


Figura 3 - Variação da altura dos três queijos submetidos à tensão de 1705,889 N/m<sup>2</sup> com relação ao tempo.

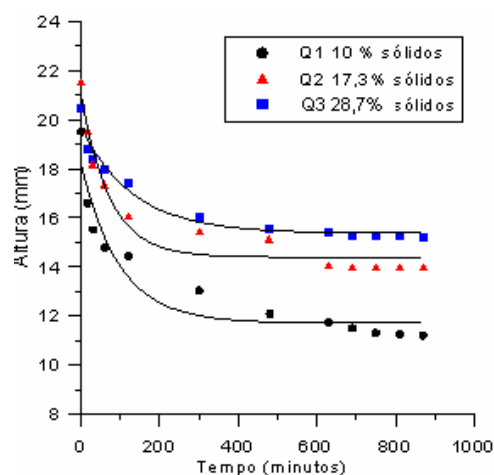


Figura 4 - Variação da altura dos três queijos submetidos à tensão de 3223,827 N/m<sup>2</sup> com relação ao tempo.

Pode-se verificar nas Figuras 3, 4 e 5 que o queijo que obteve maior variação da altura com o tempo foi (Q1), que é o queijo confeccionado com leite sem concentrar. E o queijo que teve menor variação foi o (Q3), queijo confeccionado com leite concentrado até 28,7% de sólidos, em ambas tensões aplicadas. Quanto maior a tensão aplicada maior variação da altura com o tempo em ambos queijos.

As Figuras 6, 7 e 8 mostram os gráficos da deformação absoluta da altura em função do tempo a qual corresponde ao quociente de variação da altura pela altura inicial.

Pode-se verificar nas Figuras 6 a 8 o comportamento das amostras de queijo durante a compressão e descompressão. Até 870 minutos os corpos de prova ficaram sob compressão, após foi suprimida a tensão e ocorreu a deformação elástica do produto. A fração da deformação que não recuperou é chamada deformação plástica ou viscosa.

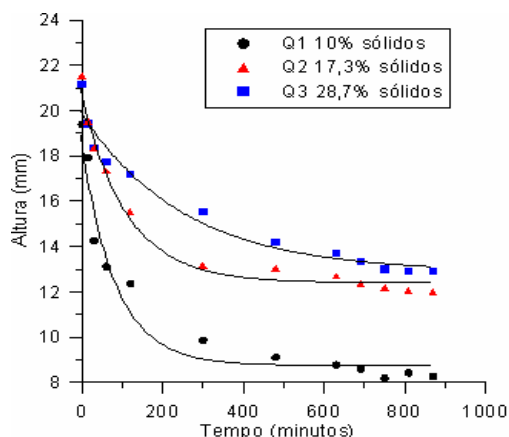


Figura 5- Variação da altura dos três queijos submetidos a tensão de 4683,934 N/m<sup>2</sup> com relação ao tempo.

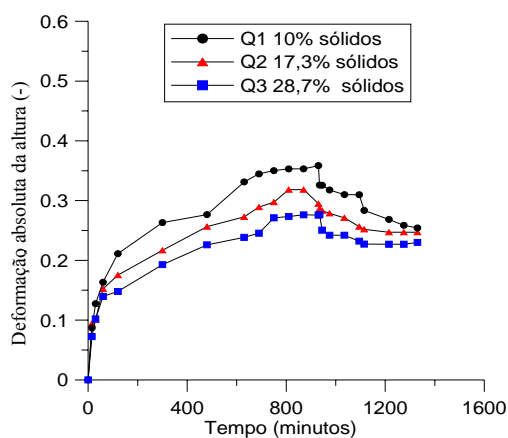


Figura 6- Gráfico da deformação absoluta da altura para (Q1), (Q2) e (Q3) submetidos à tensão de 1705,889 N/m<sup>2</sup>.

Quanto maior a tensão aplicada sobre a amostra maior a deformação para ambos os queijos, sendo que o queijo confeccionado com leite sem concentrar (Q1), foi o que mais deformou em todas as tensões aplicadas. O queijo confeccionado com leite concentrado até 17,3% (Q2), deformou menos que o queijo (Q1) e o queijo confeccionado com leite concentrado até 28,7% de sólidos em ambas tensões aplicadas deformou menos que os demais queijos, conforme verificado nas Figuras 6 a 8.

Lewis (1993)[12], mostra valores de alguns alimentos para os Módulos de Young, rigidez, volumétrico e coeficiente de Poisson. O Coeficiente de Poisson vale 0,5 para materiais que se deformam, sem ocorrência de variação de volume. Pode-se verificar na Tabela 1 os valores encontrados para os queijos estudados próximos a este valor, sendo este valor muito próximo ao encontrado por Muller (1973) [13], que encontrou valor de 0,5 para o queijo cheddar. Para efeitos de comparação somente valores do coeficiente de Poisson foram encontrados na literatura.

Esses parâmetros reológicos servem para constatar o comportamento reológico do queijo e para que o fabricante possa utilizar dessas medidas físicas como meio de controle de qualidade para seu produto.

Apesar das medidas serem feitas com um micrômetro manual obteve-se resultados satisfatórios.

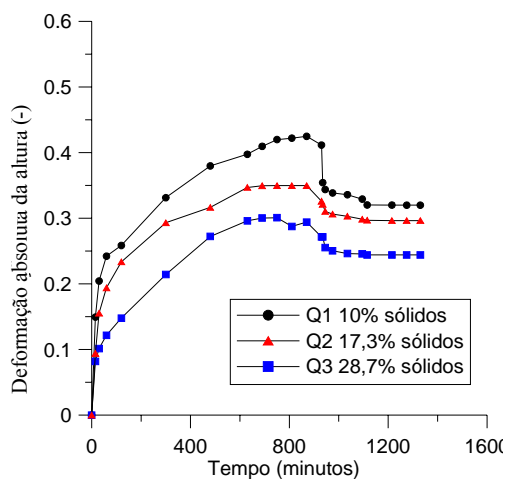


Figura 7- Gráfico da deformação absoluta da altura para (Q1), (Q2) e (Q3) submetidos à tensão de 3223,827 N/m<sup>2</sup>.

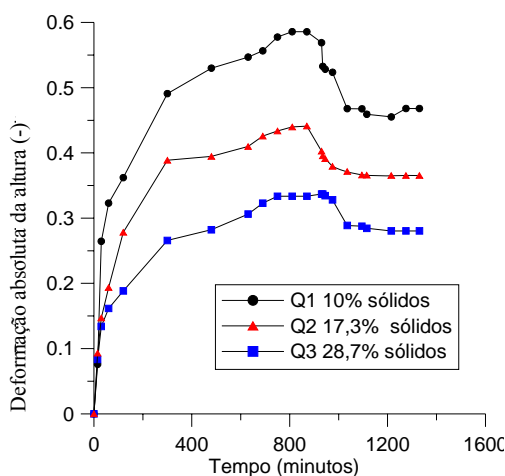


Figura 8 - Gráfico da deformação absoluta da altura para (Q1), (Q2) e (Q3) submetidos à tensão de 4683,934 N/m<sup>2</sup>.

A altura dos corpos de prova foram monitorados em função do tempo, sendo que cada medida foi efetuada em triplicata e obtidos os dados médios. As medidas foram realizadas, imediatamente após a confecção dos queijos, à temperatura ambiente.

Pode-se verificar na Tabela 2 os percentuais de deformação reversível e irreversível dos queijos. O queijo confeccionado com leite sem concentrar (Q1) obteve maior deformação reversível comparado aos demais e conseqüentemente menor deformação irreversível em ambas tensões aplicadas.

O queijo confeccionado com leite concentrado em Stephan Geiger até 28,7% de sólidos (Q3) obteve maior deformação irreversível e menor reversível comparado aos demais, provavelmente devido o maior conteúdo de sólidos presentes na massa, e de um menor teor de umidade o que torna o queijo menos elástico. Quanto maior a tensão aplicada sobre o queijo menor foi a recuperação elástica, por exemplo (Q1) a tensão de 1705,9 N/m<sup>2</sup> obteve deformação reversível de 28%, já com a tensão de 3223,8 a deformação reversível foi de 22% e com a tensão de 4683,9 N/m<sup>2</sup> a deformação reversível foi de 20%. Como se obteve diminuição na deformação reversível, obteve-se aumento na deformação irreversível.

Tabela 1 - Valores dos Módulos de Young, Coeficiente de Poisson, Módulo de Rigidez e Módulo Volumétrico.

Queijo confeccionado com leite:	Tensão (N/m <sup>2</sup> )	Módulo de Young E' (N/m <sup>2</sup> )	Coeficiente de Poisson $\mu_p$ (-)	Módulo de Rigidez G <sub>r</sub> ' (N/m <sup>2</sup> )	Módulo Volumétrico K <sub>v</sub> ' (N/m <sup>2</sup> )
Sem concentrar (10% de sólidos)	1705,889	9,085.10 <sup>7</sup>	0,459	3,113.10 <sup>7</sup>	3,693.10 <sup>8</sup>
	3223,824	3,590.10 <sup>7</sup>	0,484	1,209.10 <sup>7</sup>	3,739.10 <sup>8</sup>
	4683,924	4,309.10 <sup>7</sup>	0,490	1,446.10 <sup>7</sup>	7,181.10 <sup>8</sup>
Concentrado (17,3% de sólidos)	1705,889	8,298.10 <sup>7</sup>	0,490	2,784.10 <sup>7</sup>	13,830.10 <sup>8</sup>
	3223,824	4,707.10 <sup>7</sup>	0,490	1,579.10 <sup>7</sup>	7,845.10 <sup>8</sup>
	4683,924	7,967.10 <sup>7</sup>	0,490	2,673.10 <sup>7</sup>	13,278.10 <sup>8</sup>
Concentrado a (28,7% de sólidos)	1705,889	14,974.10 <sup>7</sup>	0,494	5,011.10 <sup>7</sup>	41,594.10 <sup>8</sup>
	3223,824	12,239.10 <sup>7</sup>	0,490	4,107.10 <sup>7</sup>	20,398.10 <sup>8</sup>
	4683,924	21,351.10 <sup>7</sup>	0,490	7,164.10 <sup>7</sup>	35,585.10 <sup>8</sup>

Na Tabela 2 mostra-se a percentagem de deformação reversível e irreversível das Figuras 6, 7 e 8.

Tabela 2- Percentagem de deformação reversível e irreversível para os queijos produzidos

Tensão	Deformação da altura	(Q1)	(Q2)	(Q3)
1705,9 (N/m <sup>2</sup> )	Reversível (%)	28	25	20
	Irreversível (%)	72	75	80
3223,8 (N/m <sup>2</sup> )	Reversível (%)	22	17	15
	Irreversível (%)	78	83	85
4683,9 (N/m <sup>2</sup> )	Reversível (%)	20	17	16
	Irreversível (%)	80	83	84

O percentual de deformação foi calculado assim: deformação da altura final dividida pela deformação da altura a 870 min, multiplicado por 100. É a deformação irreversível e o restante é a deformação reversível.

## 5 – CONCLUSÕES

Os parâmetros reológicos medidos para os queijos confeccionados com leite de baixo teor de gordura situaram-se dentro da ordem de grandeza dos alimentos especificados na literatura, o que é um indicador de que a técnica utilizada nas medidas reológicas desta pesquisa possa ser uma alternativa aos equipamentos sofisticados.

Os queijos confeccionados com leite concentrado até 17,3% e 28,7% de sólidos em concentrador Stephan apresentam um incremento percentual de massa de queijo por unidade de leite processado de 8,1% e 23,9%, comparado ao queijo confeccionado com leite sem concentrar, (10% de sólidos). Este incremento percentual de massa é devido à retenção de sólidos no leite, menor saída de proteínas no soro e menor produção de soro.

Pode-se verificar que os queijos confeccionados com leite concentrado a 17,3% e 27,8% tiveram uma

variação da altura com o tempo, menor que o queijo

confeccionado com leite sem concentrar (10%) submetido à mesma tensão. Quando submetidos a tensões maiores ambos os queijos tiveram maior variação de altura com o tempo.

Os queijos apresentam comportamento visco-elástico, sendo que os queijos submetidos à tensão maior tiveram maior deformação e menor recuperação elástica. A deformação permanente (viscosa) foi dominante frente à elástica.

Assim ocorrendo deformação irreversível no queijo pode-se simular o comportamento num supermercado. Apresentando um aspecto “deformado”, o queijo torna-se pouco atrativo ao consumidor, se ele permanecer empilhado na prateleira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAIS, C. *Ciência de la Leche*. México: CECSA. 1990, 594p.
- [2] AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BONZANI, W. *Biotecnologia: Alimentos e Bebidas Produzidos por Fermentação*. Edgard Blücher. São Paulo. 1993. 243p.
- [3] CARDOSO, R. C. V.; LACERDA, S. S. P.; BRANDÃO, S. C. C. Obtenção de concentrado protéico de leite: resultados de simulações utilizando ultra e diafiltração. In: *Anais. XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Rio de Janeiro, vol.3, 1998, p. 1896-1899.
- [4] CHUNG, W. K. & MEULLENET, J. F. Prediction of cheese texture attribute by fundamental rheological analyses using a stress controlled dynamic rheometer. In: *IFT Annual Meeting*, New Orleans, 2001.
- [5] CICHOSKI, A. J.; VALDUGA, E.; VALDUGA, A.T.; FRESNO, J. M. Caracterización y estudio bioquímico del queso prato artesanal lo largo de su maduración. In: *Congresso Brasileiro De Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 1998. Rio de Janeiro-RJ. XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tencologia de Alimentos, 1998.
- [6] CUNHA, C. R. DA.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado na composição e proteólise de queijo minas frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiltração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.22, jan/abr, 2002 a, p. 82-87.

- [7] CUNHA, C. R. DA.; SPADOTI, L. M.; ZACARCHENCO, P. B.; VIOTTO, W. H. Efeito do fator de concentração do retentado o rendimento de queijo minas frescal de baixo teor de gordura fabricado por ultrafiltração. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.22, jan/abr, 2002 b, p. 76-81.
- [8] FNP Consultoria e Comércio (ANUALPEC) – Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo, 2000, 258p.
- [9] KATSUDA, M. S.; MIGLIORANZA, L. H. S.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; FONSECA, I. C. B. Caracterização química, sensorial e de textura, de queijo tipo prato com teor reduzido de textura. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v.54, n. 309, p128-133, 1999.
- [10] INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2 edição., São Paulo, v. 1, 1985, p. 205.
- [11] LEWIS, M. J. Physical proprieties of dairy products. In: ROBINSON, R. K. Modern Dairy Technology. Great Britain, Elsevier Applied Science, v.2, 1993 a. p330-380.
- [12] LEWIS, M.J. Propriedades Físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesado, Editorial Acriba, Zaragoza,1993 b. 494p.
- [13] MULLER, H. G. Introducción a la reología de los alimentos, España, Editora Acriba, 1973, 172p.
- [14] NETO, J. P. DE M. L. Textura da massa do queijo: fatores que influenciam e parâmetros de controle. Food Ingredients, 17 ed, mar-abr, 2002, p. 34-39.
- [15] PRENTICE, J. H.; LANGLEY, K. R.; MARSHALL, R. J. Cheese rheology. In: FOX, P.F Cheese: chemistry, physics and microbiology, Chapman & Hall, v.1, 1993, p. 303-340.
- [16] SKELLAND, A. H. P. Non-Newtonian flow and heat transfer, New York, John Wiley & Sons, Inc. 1967, 469p.
- [17] TRONCO, V. M. Aprimoramento do Leite: Elaboração de seus Derivados na Propriedade rural. Guaíba-RS, Livraria e Editora Agropecuária Ltda, 1996. 144p.
- [18] VAN DENDER, A.G. F. Fabricação de queijo tipo frescal por ultrafiltração. VII Catálogo de Produtos e Serviços, jan/fev, 1999, p. 84-99.

