

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SOROS OBTIDOS DE DIFERENTES TIPOS DE QUEIJOS

LAUANE NUNES¹, MILLA GABRIELA DOS SANTOS²

RESUMO

Um dos principais derivados lácteos produzidos no Brasil atualmente é o queijo, que é o produto resultante da coagulação da caseína e consequente liberação do soro. O soro de queijo tem grande importância do ponto de vista nutricional, funcional e biológico, porém, as pesquisas com esse produto ainda são escassas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas de soros de diferentes tipos de queijos coletados em uma indústria de laticínios de Patos de Minas-MG, visando a utilização destes na elaboração de novos produtos alimentícios. Para avaliação das características físico-químicas dos soros gerados na produção de queijo foram coletadas três amostras de soro de cada tipo de queijo (minas padrão, mussarela e prato), em uma indústria de laticínio da cidade de Patos de Minas-MG, durante os meses de abril e maio de 2015. Esses soros foram analisados físico-quimicamente por meio da determinação do pH, determinação da acidez em graus Dornic, determinação de densidade a 15°C, umidade, cinzas e determinação de cloretos. Os três tipos de queijos analisados não diferiram significativamente entre si, com exceção dos valores de acidez e pH, e estão dentro dos resultados obtidos na literatura e dentro dos parâmetros exigidos pela legislação. Mais estudos devem ser realizados com o soro de queijo, analisando outros parâmetros importantes nesse produto, como lactose e proteína, as quais podem ser extraídas e aplicadas em diferentes produtos lácteos e não lácteos.

PALAVRAS-CHAVE: queijo, co-produto, laticínios.

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Patos de Minas, Av. Getúlio Vargas, nº 230, Patos de Minas - MG, CEP 38700-900, nuneslauane@gmail.com

² Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Patos de Minas, Av. Getúlio Vargas, nº 230, Patos de Minas - MG, CEP 38700-900, milla@ufu.br.

ABSTRACT

One of the main milk derivatives produced in Brazil is currently the cheese, which is the product resulting from the coagulation of casein and consequent release of whey. The whey is very important with respect to nutritional, functional and biological aspects; however, research on this product is still scarce. Therefore, the aim of this study was to evaluate the physicochemical characteristics of whey from different cheeses in a dairy industry, aiming to use these in the development of new food products. To evaluate the physicochemical characteristics of the whey generated in the production of cheese, were collected three samples of whey of each type of cheese (Minas padrão, mozzarella and prato) in a dairy industry of the city of Patos de Minas-MG, during April and May months of 2015. These whey were analyzed physico-chemically by determining pH, acidity determination in Dornic degrees, determination of density at 15 ° C, moisture, ash and determination of chlorides. The three types of cheese analyzed did not differ significantly from each other, except for acidity and pH values, and are within the results in the literature and within the parameters required by Brazilian law. More studies should be done with the cheese whey, analyzing other important parameters that product, as lactose and protein, which can be extracted and applied in different dairy and non-dairy products.

KEYWORDS: cheese, co-product, dairy.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 1997a) e a Instrução Normativa nº62/2011 (BRASIL, 2011), o leite, sem outra especificação, é o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas, e o leite de outros animais deve-se denominar segundo a espécie da qual proceda.

O leite bovino é composto de água (87,3% a 87,5%) e sólidos totais (12,7%), assim distribuídos: proteínas totais (3% a 3,6%), gordura (3,5% a 4,0%), lactose (4,5% a 5,0%), além de 0,7% a 0,8 % de minerais e vitaminas (CARDOSO, 2014).

Segundo Cardoso (2014) vários fatores interferem na produção e no teor dos componentes do leite, entre estes: fatores genéticos (espécie, raça dos animais, individualidade animal), fatores intrínsecos (idade, estágio de lactação, número de lactações), fatores nutricionais (tipo de alimento e disponibilidade, forma de conservação, adequação da dieta às exigências do animal), fatores ambientais (condições ambientais, estresse, estação do ano, manejo), e fatores extrínsecos (sanidade animal, contaminação bacteriana).

Dentre os principais derivados lácteos, no Brasil tem grande destaque o queijo, cuja denominação está reservada aos produtos em que a base láctea não contenha gordura e/ou proteínas de origem não láctea. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijos (BRASIL, 1996), entende-se por queijo o produto fresco ou maturado que se obtém por separação parcial do soro do leite ou leite reconstituído (integral, parcial ou totalmente desnatado), ou de soros lácteos, coagulados pela ação física do coalho, de enzimas específicas, de bactéria específica, de ácidos orgânicos isolados ou combinados, todos de qualidade apta para uso alimentar, com ou sem agregação de substâncias alimentícias e/ou especiarias e/ou condimentos, aditivos especificamente indicados, substâncias aromatizantes e matérias corantes.

Juntamente com a industrialização do leite para a produção de derivados lácteos, há a geração de co-produtos, destacando-se o soro de queijo. Na fabricação do queijo, em torno de 85 a 95% do volume do leite utilizado resulta em soro de queijo, originado após a separação da coagulação das micelas de caseínas, de cor amarelo-esverdeada, com sabor ligeiramente ácido ou doce (BALD et al., 2014).

Segundo Carvalho (2013), o soro de queijo é constituído basicamente de água (93-94%); lactose (4,5-5,0%); proteínas (0,8-1,0%); gorduras (0,3-0,5%); sais minerais (0,6-1,0%) como cálcio, sódio, magnésio, potássio e fósforo, e outros minerais em quantidades reduzidas, por exemplo, flúor, iodo, cobre, zinco e ferro; a maioria das vitaminas presentes no leite (e solúveis em água), como a vitamina B12, a vitamina B6, ácido pantotênico, riboflavina, tiamina, vitamina C e retinol, além de ácido láctico, ácido cítrico e, compostos nitrogenados não-proteicos (ureia e ácido úrico). A análise da composição genérica do soro (Tabela 1) comprova a importância nutricional deste.

Tabela 1- Composição genérica do leite bovino e soro

Componentes	Concentração no leite (% m/v)	Concentração no soro (% m/v)
Caseína	2,8	0,0
Proteínas	3,7	0,9
Gordura	3,7	0,04
Cinzas	0,7	0,7
Lactose	4,9	4,9
Sólidos Totais	12,8	6,35
Umidade	87,2	93,5

Fonte: Pinto, 2010.

Dentre todos estes componentes, a lactose e proteínas são os mais importantes para a indústria de alimentos. A lactose é um tipo de carboidrato de baixo poder adoçante, muito usada na indústria alimentícia e também como material energético para vários processos biotecnológicos, principalmente na indústria farmacêutica. A porção proteica contém β -lactoglobulina (55-65%), α -lactalbumina (15-25%), proteose-peptona (10-20%), imunoglobulinas (10-15%), albumina do soro bovino (5-6%), caseínas solúveis (1-2%), e proteínas em menores quantidades (< 0,5) como lactoferrina, lactolina, glicoproteína, transferrina de sangue e enzimas (SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004). Estas proteínas possuem elevado conteúdo dos aminoácidos essenciais, em especial lisina, treonina, triptofano, fenilalanina e tirosina, que além de serem de fácil digestibilidade, possuem propriedades funcionais, tais como hidratação, emulsificação, gelificação e formação de espuma, e propriedades biológicas como reparação celular, construção e reparação de

músculos e ossos; proteção contra estresse oxidativo, imunomodulação, problemas cardiovasculares, anticâncer, antivirais, antimicrobiana, antitoxínicas (AFONSO, 2008; SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004).

O alto valor nutricional das proteínas do soro pode ser comprovado pelos aminoácidos que as compõem em comparação com as quantidades do leite humano e da caseína, como mostrado na tabela abaixo (PINTO, 2010).

Tabela 2- Conteúdo de aminoácidos essenciais de algumas proteínas (mg/g de proteína)

Aminoácido	Leite humano	Proteínas do soro	Caseína
Isoleucina	45	76	54
Leucina	89	118	95
Lisina	66	113	81
Metionina + cisteína	33	52	32
Fenilalanina + tirosina	71	70	111
Treonina	44	84	47
Triptofano	-	24	16
Valina	49	72	75
Total	-	609	511

Fonte: Pinto, 2010.

A β -lactoglobulina possibilita a inclusão de compostos lipofílicos desejáveis como tocoferol e vitamina A em produtos com baixo teor de gordura, porque possui vários pontos de ligação para minerais, vitaminas lipossolúveis e lipídeos; já a α -lactalbumina pode ser usada em fórmulas infantis devido à sua estrutura e composição serem semelhantes à da proteína do leite humano. A α -lactalbumina, a β -lactoglobulina, a albumina e as imunoglobulinas podem ser utilizadas em formulações para dietas de controle de peso e em bebidas lácteas a base de frutas para praticantes de atividade física (PINTO, 2010).

A composição do soro de queijo pode mudar, variando de acordo com o tipo de queijo produzido, variedade do leite (bovino, caprino ou ovino), período do ano, alimentação dos animais, estágio de lactação, qualidade do processamento industrial do leite para a obtenção de queijos e por fim do tipo de soro obtido (CORTEZ, 2013).

O soro doce é proveniente da coagulação enzimática do leite, em pH 6,2-6,4 através da adição de enzimas (microbiana, vegetal ou animal), como por exemplo, a mais usada, a renina (co-produto dos queijos Minas frescal, Cheddar e Emmental, por exemplo). Outro tipo de soro, o ácido, é obtido da produção do queijo fresco (Petit Suisse, Ricota, Cottage), após coagulação ácida do leite por meio da adição de ácidos (ácido láctico, acético ou cítrico) ou fermento lácteo, seguido pelo aquecimento da coalhada (SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004; CORTEZ, 2013). O primeiro apresenta maior quantidade de peptídeos e aminoácidos livres, e é mais rico em lactose, já o segundo possui mais cálcio e fósforo, por causa da solubilização do complexo cálcio-fósforo das micelas de caseína em pH ácido (PINTO, 2010).

Com base na Portaria 53 de 2013 (BRASIL, 2013) foi definido um padrão físico-químico do soro de queijo doce e do soro de queijo ácido. Esses valores estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3- Valores físico-químicos do soro de leite ácido e doce

Requisitos	Soro de leite	Soro de leite ácido
pH	6,0 a 6,8	Inferior a 6,0
Acidez titulável em ácido láctico (g/100 g)	0,08 a 0,14	-
Sólidos totais (g/100 mL)	Mínimo 5,0	Mínimo 5,0

Fonte: adaptado de Brasil (2013).

Em 2000 foram produzidos em torno de 400 mil toneladas de queijos, sendo que em 2010, esse valor era em torno de 745 mil toneladas, já em 2013 a produção foi de cerca de 965 mil toneladas, mostrando o quão expressivo foi o crescimento entre os anos de 2000 a 2013 (ABIQ, 2014). Levando em conta que a fabricação de queijo resulta na produção de cerca de 9 litros de soro líquido para cada quilograma do produto final dependendo do tipo de queijo, em 2013, o volume de soro de leite produzido foi em torno de 8.685 mil toneladas (BALD et al., 2014).

Devido à alta quantidade de substâncias orgânicas presentes no soro, representadas principalmente pela lactose (aproximadamente 70% de sólidos totais) e pelas proteínas (aproximadamente 20% de sólidos totais), apresenta uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de 30 a 50 g/L e uma demanda química de oxigênio (DQO) de 50 a 80 g/L (SOUZA;

BEZERRA; BEZERRA, 2005; BALD et al., 2014). Se jogados diretamente nos rios podem causar contaminação, além de gerar problemas ambientais na fauna e na flora, uma vez que as bactérias presentes na água do rio irão se multiplicar em alta velocidade consumindo o oxigênio dissolvido, então as algas (fitoplâncton) e pequenos animais (zooplâncton) morrem pela falta de oxigênio, conseqüentemente o alimento disponível para larvas e pequenos peixes irá se reduzir continuamente até que o rio morra (CORTEZ, 2013). Por isso, é estabelecido pela legislação ambiental a proibição do descarte de soro, de forma direta ou indireta, nos cursos de água. Segundo a lei federal nº 9605 de 13 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), os laticínios devem, obrigatoriamente, tratar seus efluentes industriais antes do descarte final.

A quantidade de 0,1 kg de soro corresponde ao poder poluente de uma pessoa e, portanto, uma tonelada desse produto teria o poluente equivalente ao de 10 mil indivíduos (SILVA; BOLINI; ANTUNES, 2004). Comparativamente, cada 5.000 litros de soro de queijo processados em uma Estação de Tratamento de Esgotos equivalem ao tratamento de despejos de 2.000 pessoas (SOUZA; BEZERRA; BEZERRA, 2005).

Na maioria dos países o soro das indústrias de queijo tem sido utilizado como alimentação animal ou como uma fonte de enriquecimento de nutrientes em produtos de maior valor agregado, bem como para novos produtos alimentícios. Enquanto que na Europa e América do Norte a utilização do soro é próxima a 95% do total na indústria de alimentos, no Brasil, apenas 50% da produção é utilizada causando perdas financeiras, desperdícios de nutrientes e impactos ambientais relevantes, pela alta carga orgânica (CARDOSO, 2014).

Devido às suas composições nutricionais e o alto custo para os seus adequados tratamentos se considerados como efluentes, é necessário o desenvolvimento de técnicas que permitam a criação de produtos alimentícios de valor comercial, utilizando-os como matérias-primas. É importante o desenvolvimento de tecnologias para o adequado aproveitamento dos soros nas indústrias, pois, ao mesmo tempo que ocorre a transformação dos soros em produtos, se minimiza o problema ambiental causado pela poluição através do descarte incorreto, além de promover ganhos às indústrias através do desenvolvimento de novos produtos ou a agregação do soro aos já existentes (BALD et al., 2014).

O soro de queijo se destaca como um ingrediente inovador em alimentos e bebidas, uma vez que é flexível e adaptável a diversas aplicações, justificando seu uso em vários alimentos processados, podendo ser utilizado na forma líquida, concentrada ou em pó, modificado e/ou misturado com outros produtos, convindo a finalidades específicas (CARDOSO, 2014).

A maior parte do soro tem sido utilizada na forma líquida para o desenvolvimento de novos produtos. O preparo de bebidas de soro é um dos métodos mais eficientes de aproveitá-lo, como o uso em bebidas funcionais, lácteas e fermentadas, sucos vitaminados ou em produtos lácteos, por exemplo, ricota, requeijão, sorvetes e sobremesas como doce de leite pastoso. Ele também é muito usado na panificação para produção de biscoitos, bolos e pães (CORTEZ, 2013; CARVALHO, 2013).

Através do soro pode-se obter também produtos como concentrados proteicos de soro (CPS), isolados de proteínas do soro (IPS), soro em pó e lactose. Estes estão listados na Tabela 4 juntamente com suas propriedades funcionais em alimentos (PINTO, 2010).

Tabela 4- Produtos do soro e suas propriedades funcionais

Produtos de soro	Propriedades funcionais
Soro em pó	Desenvolvimento de cor e sabor Adição de sólidos Dispersão
Concentrado proteico de soro (34% de proteína)	Alto valor nutricional Emulsificação Solubilidade Desenvolvimento de cor e sabor
Concentrado proteico de soro (80% de proteína)	Alto valor nutricional Emulsificação Retenção de gordura Solubilidade Gelificação Retenção de água
Lactose	Retenção de umidade Agente texturizante

Fonte: Pinto, 2010.

Quando usado em concentrados com teores de proteínas elevados, consegue-se coagulação ideal para produção de queijos processados com características similares a fabricação tradicional, como em queijos Minas frescal, coalho e requeijão (CORTEZ, 2013).

Outra utilização a base das proteínas do soro é a produção de embalagens de filmes finos, para frutas e legumes. A cobertura é extremamente fina, invisível a olho nu e atua como barreira à perda de umidade, controla a respiração e conseqüentemente a oxidação dos alimentos, além de apresentar ações bactericidas, reduzindo ataques microbiológicos e outras características que ampliam o prazo de validade do alimento (CORTEZ, 2013). Além disso, o soro pode ser usado para a produção de combustível, como álcool, ácido láctico e vinagre (CARVALHO, 2013).

Para alimentação animal o soro de leite é utilizado como suplemento mineral em rações. Em animais ruminantes o soro de leite pode ser utilizado nas formas líquida, condensada, seca ou através de produtos de soro seco; para os suínos, na forma líquida ou em pó e para aves, somente na forma em pó (CARVALHO, 2013).

Apesar da importância desse produto do ponto de vista nutricional, funcional e biológico, as pesquisas com soro de queijo da região ainda são escassas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar as características físico-químicas de soros de diferentes tipos de queijos coletados em uma indústria de laticínios de Patos de Minas-MG, visando a utilização destes na elaboração de novos produtos alimentícios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostras

Para avaliação das características físico-químicas dos soros gerados na produção de queijo durante seis semanas foram coletadas três amostras de soro de cada tipo de queijo (minas padrão, mussarela e prato), uma vez a cada semana, em uma indústria de laticínio da cidade de Patos de Minas-MG, nos meses de abril e maio de 2015.

As amostras de soro de queijo foram coletadas após a dessoragem dos respectivos queijos, utilizando recipientes de vidro previamente esterilizados e então transportadas em caixas isotérmicas refrigeradas para o Laboratório de Química e Análise de Alimentos da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Patos de Minas. O início das análises ocorreu no máximo em até um dia após a coleta das amostras, as quais foram realizadas em triplicata.

2.2. Caracterização físico-química do soro de queijo

2.2.1. Determinação do pH

O pHmetro MPA-210 MS Tecnopon foi calibrado com suas soluções tampões pH 4 e 7. Então mediu-se o pH diretamente na amostra preparada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.2.2. Determinação da acidez em graus Dornic

Foi transferido, com auxílio de uma pipeta volumétrica, 10 mL da amostra para um béquer de 100 mL, então adicionou-se 5 gotas de solução de fenolftaleína (marca Neon) a 1% e titulou-se com a solução de hidróxido de sódio (marca Vetec) N/9, utilizando bureta de 10 mL ou acidímetro de Dornic, até o aparecimento de uma coloração rósea. A leitura foi feita e o resultado dado em graus Dornic, sendo que cada 0,1 mL da solução de hidróxido de sódio N/9 equivale a 1°D (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.2.3. Determinação de densidade a 15°C

Foi transferida para uma proveta de 500 mL uma quantidade da amostra previamente homogeneizada e resfriada que permitisse introduzir o termolactodensímetro. A temperatura deve variar entre 10 e 20 °C. O termolactodensímetro foi introduzido lentamente, evitando mergulhá-lo além do ponto de afloramento e tendo o cuidado de não encostar nas paredes da proveta. A leitura foi feita ao nível do soro, no menisco superior após a coluna de mercúrio do termômetro e o densímetro se estabilizarem, procedendo a leitura da densidade e da temperatura. A densidade foi expressa a 15°C utilizando uma tabela de correção da densidade do leite, segundo a temperatura, sendo que os valores dos graus lactodensimétricos correspondem à 2^a, 3^a e 4^a casas decimais do valor da densidade. Para obter o valor da densidade corrigida a 15°C, basta colocar 1 à esquerda do valor do grau lactodensimétrico obtido na tabela. Se os valores da densidade não estiverem contidos nesta tabela, a correção da leitura é feita acrescentando 0,0002 para cada grau acima de 15°C ou diminuindo 0,0002 para cada grau abaixo de 15°C (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.2.4. Perda por dessecação (umidade) – Secagem direta em estufa a 105°C

As amostras foram evaporadas em placa aquecedora IKA C-MAG HS-7 até a consistência pastosa, para então, serem pesadas de 2 a 10 g da amostra em cápsula de porcelana ou de metal, previamente tarada. Esta foi aquecida durante 3 horas em estufa modelo 402-3D marca Nova Ética e resfriada em dessecador até a temperatura ambiente, em seguida, pesada, repetindo a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante. O cálculo foi realizado utilizando a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \text{umidade ou substâncias voláteis a } 105 \text{ }^\circ\text{C por cento m/m} \quad \text{Equação (1)}$$

Sendo: N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g); P = n° de gramas da amostra (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.2.5. Determinação do resíduo por incineração (cinzas)

Foram pesadas cerca de 5 g de amostra diretamente no cadinho, previamente aquecido em mufla TEKPLUS a 550 ± 10 °C, por 30 minutos, resfriado em dessecador e pesado. A amostra foi carbonizada em chapa aquecedora na capela e incinerada em mufla a 550 ± 10 °C, pelo período aproximado de 3 horas. O resíduo ficou branco ou ligeiramente acinzentado, após, foi resfriado em dessecador e pesado. Para fazer o cálculo, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\frac{100 \cdot P}{A} = \text{resíduo por incineração (cinzas) por cento em m/v} \quad \text{Equação (2)}$$

Sendo: P = n° de g de resíduo; A = n° de mL da amostra (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1990).

2.2.6. Determinação de cloretos em cloreto de sódio – volumetria de Mohr

Foram transferidos com o auxílio de uma pipeta volumétrica, 10 mL da amostra para um balão volumétrico de 100 ml, adicionou-se 40 ml de água destilada obtida do Sistema Purificador de água Osmose Reversa OS50 LX morna (50 - 55 °C) e o volume foi completado

com água destilada à temperatura ambiente. A solução foi filtrada através de papel filtro Unifil e transferido 50 ml de cada solução a erlenmeyers de 250 ml. Em seguida, adicionou-se 1 ml de uma solução de cromato de potássio a 10% para titular com solução de nitrato de prata 0,1 M, até o aparecimento de uma coloração vermelho-tijolo. O cálculo foi feito com a seguinte fórmula:

$$\frac{V * f * 0,585}{S} = \text{cloretos, em cloreto de sódio, por cento m/v} \quad \text{Equação (3)}$$

Sendo: V = nº de mL da solução de nitrato de prata 0,1 M gasto na titulação; f = fator da solução de nitrato de prata 0,1 M; S = nº de mL da amostra contido na solução usada para a titulação (NIELSEN, 2003).

2.3. Forma de Análise dos Resultados

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os valores das determinações analíticas foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de comparação de médias por Tukey ($p \leq 0,05$) utilizando o programa estatístico Assistat (VERSÃO 7.7).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização físico-química do soro de queijo

Os resultados das análises físico-químicas dos soros de diferentes tipos de queijos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Características físico-químicas de soros de queijo minas padrão, mussarela e prato

Soro de queijo	Acidez (°D)	Cinzas (g/100g)	Cloretos (g/100g)	Densidade (g/ml)	pH	Umidade (%)
Minas Padrão	13,917±0,492a	0,575±0,019a	0,119±0,002b	1,027±0,001a	6,435±0,025c	93,638±0,447a
Mussarela	11,617±0,449c	0,575±0,014a	0,117±0,004b	1,027±0,003a	6,651±0,074a	93,321±0,147a
Prato	13,250±0,274b	0,577±0,025a	0,126±0,003a	1,027±0,007a	6,513±0,023b	92,750±0,428a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A acidez do soro obtido do queijo Minas padrão foi significativamente superior àqueles soros obtidos do queijo mussarela e prato, sendo o soro do queijo mussarela o que apresentou a menor acidez Dornic. Resultados semelhantes foram encontrados por Teixeira e Fonseca (2008), analisando soro resultante do queijo mussarela, que obtiveram uma acidez de 13,17 °D. Tais valores estão dentro do estabelecido pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite (BRASIL, 2013).

Paralelo à acidez, analisou-se também o pH das amostras, e novamente o soro de queijo Minas padrão obteve o menor valor de pH, sendo significativamente menor que os demais. O pH das amostras variou entre 6,435 a 6,651, o que está dentro dos parâmetros exigidos pela legislação (mínimo 10). Bald et al. (2014) encontraram valores médios de pH de 6,33 para o soro de queijo prato, e Teixeira e Fonseca (2008) de 6,19 para soro de queijo mussarela, o que corrobora com os resultados encontrados no presente trabalho.

Os valores de acidez e pH estão diretamente relacionados com a contagem bacteriana total, uma vez que essas bactérias são capazes de fermentar a lactose presente no leite, formando ácido lático, o que aumenta a acidez e conseqüentemente diminui o pH. Portanto, esses parâmetros estão diretamente relacionados com o grau de acidez da matéria prima, que normalmente está entre 15 e 18°D. Os valores de acidez obtidos no soro foram inferiores a 15°D, provavelmente devido à ação do fermento, o qual é utilizado na produção dos queijos analisados. No caso do queijo Minas padrão utilizou-se fermento láctico mesofílico à base de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcuslactis* subsp. *cremoris*, no queijo mussarela utilizou-se composição diferente dessa, enquanto que no queijo prato utilizou-se fermento láctico mesofílico à base de *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* e *Lactococcuslactis* subsp. *cremoris*.

O teor de cinzas não diferiu significativamente entre os soros dos queijos analisados, ficando em torno de 0,57 g/100g. Outros trabalhos encontraram valores semelhantes para soro de queijo prato com 0,51 g de cinzas/100g (BALD et al. 2014) e para soro de queijo mussarela com 0,52 g de cinzas/100 (BALD et al. 2014) e de 0,47 g de cinzas/100g (TEIXEIRA; FONSECA, 2008). Com o intuito de fornecer melhor detalhamento neste parâmetro, o ideal seria fazer determinações dos teores de minerais, para se diferenciar as devidas concentrações destes entre os soros.

Os cloretos variaram de 0,117 a 0,126 g/100g nas amostras analisadas, sendo o soro do queijo prato significativamente superior aos demais. Teixeira e Fonseca (2008) encontraram valores de 0,19 g/100g para cloretos de soro de queijo mussarela. Os teores de cloretos no soro variam de acordo com o processamento dos queijos, com opção de se adicionar sal à massa ou somente fazer a salga seguida da salmoura após a retirada do soro, sendo que no primeiro caso o teor de cloretos no soro é maior do que para o segundo. No presente trabalho, todos os queijos analisados foram salgados após a dessora, não havendo salga direto na massa, o que justifica os baixos teores de cloreto nas amostras analisadas.

A umidade dos três soros analisados foram relativamente altas, como era esperado, variando de 92 a 93%, sendo que não houve diferença significativa entre as três amostras analisadas. Esse resultado corrobora com os resultados encontrados na literatura, como estudo realizado por Bald et al. (2014), que obteve uma umidade de 94% para o soro de queijo prato e de 94,35% para o soro do queijo mussarela. Segundo Teixeira e Fonseca (2008), a umidade para o soro de queijo mussarela foi de 93,67%.

Os valores de densidade dos soros foram de aproximadamente 1,03 g/ml, próximo aos valores obtidos para leite fluido. Teixeira e Fonseca (2008) obtiveram densidade de 1,0253 g/ml para o soro de queijo mussarela e 1,0249 g/ml para o soro de queijo Minas padrão, resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho. Este parâmetro depende basicamente do teor de água, gordura e sólidos não gordurosos. A água apresenta densidade menor que o soro de leite, já a gordura possui densidade menor que a água e os sólidos não-gordurosos são caracterizados com densidade maior que a água, permitindo então, a determinação de adulterações, tanto pela adição de água ou outras substâncias, retirada de gordura, ou até mesmo estado nutricional da vaca que produziu o leite utilizado na produção de queijos (BRITO, et al., 2015).

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os parâmetros obtidos cinzas, cloretos, densidade e umidade referente aos três tipos de soro de queijos analisados não diferiram significativamente entre si, com exceção dos valores de acidez e pH, e estão dentro dos resultados obtidos na literatura e dos parâmetros exigidos pela legislação, que são parâmetros de acidez, pH e sólidos totais, independente do queijo o qual o soro foi obtido. Porém deve-se definir um padrão físico-

químico mais completo para o soro de queijo produzido, facilitando o desenvolvimento de novas formas racionais seguras para o uso deste.

Mais estudos devem ser realizados com o soro de queijo, como análises de outros parâmetros importantes nesse produto, tal como lactose e proteínas, as quais podem ser extraídas e aplicadas, permitindo o desenvolvimento e enriquecimento de produtos com propriedades funcionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PROGRAD pela bolsa do programa PET Institucional do curso de Engenharia de Alimentos.

REFERÊNCIAS

ABIQ - Associação Brasileira das Indústrias de Queijos. **Avanços e perspectivas da indústria brasileira de queijos.** Disponível em: <http://www.abiq.com.br/imprensa_ler.asp?codigo=1003&codigo_categoria=2&codigo_subcategoria=17>. Acesso em: 14 nov. 2014.

AFONSO, W. de O. **Obtenção de hidrolisados enzimáticos do concentrado protéico do soro de leite com elevado teor de di-tripeptídeos para utilização em nutrição clínica.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis. 15 ed. Virginia: Association of Official Analytical Chemists, 1990. v. 2.

BALD, J. A. et al. Características físico-químicas de soros de queijo e ricota produzidos no Vale do Taquari, RS. **Revista Jovens Pesquisadores**, Santa Cruz do Sul, v. 4, n. 1, p. 90-99, 2014.

BRAGANÇA, M. G. L.; SOUZA, C. M. **Processamento do Leite: Queijo Minas Frescal, Meia-cura, Mussarela.** Disponível em: <
<http://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/LivrariaVirtual/processamento%20do%20leite.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Portaria nº 146, de 7 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Decreto nº 30.691 de 29/03/52, alterado pelos Decretos nº 1.255 de 25/06/62, 1.236 de 2 de setembro de 1994, 1.812 de 8 de fevereiro de 1996 e nº 2.244 de 4 de junho de 1997. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1997a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 358, de 4 de setembro de 1997. Fixação de identidade e qualidade do queijo prato. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1997b, 3 p.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 13 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1998.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, de Leite Cru Refrigerado, de Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 53, de 10 de abril de 2013. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Soro de Leite. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2013.

BRITO, M. A. et al. **Densidade relativa**. Disponível em: <
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_196_21720039246.htm
>. Acesso em: 22 jun. 2015.

CARDOSO, G. S. P. **Avaliação físico-química e microbiológica do leite cru refrigerado e soros dos queijos minas frescal e mussarela estocados sob diferentes temperaturas**. 2014. 125 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

CARVALHO, K. D. **Utilização de soro de leite doce na fabricação de sorvete de massa**. 2012. 195 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável e Qualidade de Vida) - Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino – FAE, São João da Boa Vista, 2013.

CORTEZ, N. M. S. **Diagnóstico da produção do soro de queijo no estado do Rio de Janeiro**. 2013. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

COSTA, W. N. **Análise físico-química de queijo minas padrão, comercializados em feiras livres na cidade de Goiânia**. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Química Industrial) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

NIELSEN, S. S. **Análises de los alimentos: Manual de laboratorio**. Zaragoza: Acribia, 2003. p. 71.

PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.

PINTO, F. A. **Metodologia da espectroscopia no infravermelho para análise dos soros provenientes da fabricação de queijos Minas padrão e prato**. 45 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizontes, 2010.

QUEIJOS NO BRASIL. **Queijo mussarela.** Disponível em: <<http://www.queijosnobrasil.com.br/fabricar-mussarela-queijo.html>>. Acesso em: 20 jun. 2015a.

QUEIJOS NO BRASIL. **Queijo prato.** Disponível em: <<http://www.queijosnobrasil.com.br/queijosprato.html>>. Acesso em: 20 jun. 2015b.

SILVA, K.; BOLINI, H. M. A.; ANTUNES, A. J. Soro de leite bovino em sorvete. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 187-196, 2004.

SOUZA, J. R. M.; BEZERRA, J. R. M. V.; BEZERRA, A. K. N. A. Utilização de soro de queijo na elaboração de pães. **Ciências Exatas e Naturais**, v. 7, n. 1, jan./jul. 2005.

VIEIRA, V. F. **Características físico-químicas e sensoriais de queijos mussarela elaborados a partir de leites com diferentes contagens de células somáticas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010.

TEIXEIRA, L. V.; FONSECA, L. M. Perfil físico-químico do soro de queijos mozzarella e minas-padrão produzidos em várias regiões do estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 243-250, 2008.