

## OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA RICOTA

**Indianara Ues(1), Everton Pizatto (2), Simone Beux (2), Alexandre da Trindade Alfaro (3)**

(1) Acadêmicos de Tecnologia em Química Industrial da UTFPR. (2) Acadêmicos da UTFPR

[indianaraues@bol.com.br](mailto:indianaraues@bol.com.br).

**Resumo** - Embora o soro contenha substâncias de alto valor nutricional, esse se torna um dos maiores problemas das indústrias de laticínios em todo o mundo; por ser um resíduo com alta concentração de matéria orgânica, está sujeito à rápida alteração pelos microorganismos, possui uma alta demanda biológica de oxigênio (DBO), entre 30000 a 40000 mg de O<sub>2</sub>/L de soro. Contudo, há possibilidade de transformar estes despejos em produtos comerciais, agregando valor e diminuindo seu efeito poluidor. O resíduo estudado neste trabalho trata-se de um efluente oriundo do processo de beneficiamento do leite para produção de queijo mussarela. Este trabalho fundamenta-se em recentes estudos sobre o reaproveitamento do soro do leite para a fabricação da ricota. O estudo utilizou uma ferramenta baseada em planejamento fatorial de experimentos, considerando os fatores: Temperatura, pH e % de leite adicionado. O melhor resultado em se tratando de rendimento foi com temperatura de 95°C, pH de 5,3 e 10% de leite adicionado. O peso médio deste experimento foi de 337,71g de ricota produzida com 4 litros de soro. A DQO do soro bruto foi de 94197,6 mg/L O<sub>2</sub> e do soro processado foi de 61516,8 mg/L de O<sub>2</sub>.

**Palavras-Chave** - soro, ricota, pH, temperatura, porcentagem de leite.

# OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA RICOTA

## 1. INTRODUÇÃO

A ricota é um produto de origem italiana, proveniente da precipitação das proteínas do soro do leite. O soro é um subproduto do processamento do queijo, composto por lactose, proteínas e sais. Do volume de leite destinado à fabricação de queijos, entre 75 e 85% resulta em soro. A expressiva produção de queijo gera grande quantidade dessa matéria prima ainda sub-aproveitada, pois uma pequena parte do soro é empregada na fabricação de ricota e na produção de bebidas lácteas, sendo mais comum a utilização do soro na alimentação de suínos ou seu lançamento em rios ou lagoas de maturação. O soro lácteo, “em si”, não é poluente, mas quando lançado em recursos d’água provoca enorme efeito poluidor pelo consumo de oxigênio o que reduz a vida aquática.

O princípio de fabricação da ricota é baseado na precipitação das proteínas do soro por meio de calor associado a acidificação, constituindo uma alternativa para o aproveitamento do soro.

O objetivo principal deste estudo foi verificar a influência das variáveis temperaturas, pH e porcentagem de leite adicionado, utilizando planejamento fatorial  $2^3$ , no processo de precipitação das proteínas do soro na produção da ricota, visando analisar o processo sob o ponto de vista econômico (agregação de valor) e a diminuição do efeito poluidor do soro do leite. A resposta avaliada foi à quantidade de ricota produzida (rendimento).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

#### 2.1.1 Soro

As amostras do soro para elaboração deste estudo foram fornecidas por uma agroindústria de beneficiamento de leite,

localizada no interior do município de Pato Branco. Trata-se do soro gerado a partir do queijo do tipo Mussarela (soro tipo doce).

### 2.1.2 Materiais equipamentos e reagentes

- Medidor de pH; Termômetro; Béckers; Pipetas; Escorredor de soro; Balança analítica e Acido acético glacial P.A.

## 2.2 Planejamento Fatorial

Com base na literatura e informações fornecidas pelo laticínio, foram possíveis definir as variáveis e os níveis de trabalho, auxiliando na elaboração do planejamento fatorial, os níveis e as variáveis deste planejamento estão apresentados na tabela a seguir.

TABELA 01 – Tabela de níveis e variáveis que foram estudadas

FATORES	NÍVEL INFERIOR (-)	NÍVEL SUPERIOR (+)
pH	4,3	5,3
TEMPERATURA (°C)	90	95
QUANTIDADE DE LEITE (%)	5	10

Para a produção da ricota, o soro foi aquecido até a temperatura de 65°C em banho-Maria, e adicionada a quantidade de leite desejada, nas proporções de 5% e 10%. Em seguida, a temperatura da mistura (soro + leite) foi elevada até chegar em 85°C, adicionando a solução de ácido acético glacial (2:1) até a obtenção do pH de operação sob agitação para a perfeita homogeneização, aquecendo a amostra até a temperatura desejada, deixando a mistura em repouso por 5 minutos durante a sua precipitação até a coleta da massa. Em seguida, transferimos a massa para recipientes com um escorredor, visando o dessoramento, que ocorreu sob refrigeração por 24 horas para efetuar completa dessoragem e realizar a pesagem para cálculo de rendimento.

No soro do queijo mussarela (bruto) e no soro gerado pela produção da ricota (processado) com menor rendimento, foram

analisados o teor de lactose e DQO para verificação do seu potencial poluidor.

### **3. SORO**

O soro é o subproduto do processamento do queijo, da caseína ou de algum produto de leite dessorado ou acidificado (ABREU, 1999). Possui alto valor nutricional, conferido pela presença de proteínas com elevado teor de aminoácidos essenciais, destacando-se no conteúdo em sulfurados (SCHMIDT, F. L.; VITALI, A.; GUMERATO, H. F. et al., 2005).

De acordo com Abreu 1999, existem dois tipos de soro, o soro doce e ao ácido. O soro doce é proveniente da coagulação enzimática do leite em pH próximo de 6,7 ou coagulação da caseína por enzimas proteolíticas, a exemplo da renina, com pH mínimo de 5,6. É obtido, de queijos tipo: minas padrão, mussarela, ou queijos de coagulação rápida, onde se encontra boa parte da lactose do leite. O soro ácido provém da manufatura de queijos tipo quark, requeijão e caseína, dentre outras, ou queijos de coagulação lenta, onde ocorre grande transformação de lactose em ácido láctico e é obtido pela coagulação lenta, onde ocorre grande transformação de lactose em ácido láctico e é obtido pela coagulação da caseína em pH inferior a 5,1.

#### **3.1 Soro e suas alternativas para seu beneficiamento.**

Embora o soro contenha todas essas substâncias de alto valor nutricional, esse se torna um dos maiores problemas das indústrias de laticínios em todo o mundo (ABREU, 1999). Visto que, são produzidas nacionalmente, 350.000 toneladas de queijo por ano e assim, 3.150.000 toneladas de soro anualmente. Já mundialmente, a quantidade chega a 15.000.000 toneladas de queijo ao ano e 135.000.000 toneladas de soro por ano (PINHEIRO et al., 1993). Por ser um resíduo com alta concentração de matéria orgânica, está sujeito à rápida alteração pelos microorganismos, possuindo conseqüentemente, uma alta demanda biológica de oxigênio (DBO).

### **3.2 Ricota**

Conhecida também como “queijo albumina”, constitui-se basicamente de lactoalbumina e lactoglobulina, que representam cerca de 80% das proteínas do soro. Estas proteínas são facilmente desnaturadas e precipitadas pelo calor, sob influência de acidificação, o que constitui o princípio básico da fabricação da ricota (MORAIS et al, 2006).

A aplicação da temperatura elevada é de extrema importância para a formação do coágulo flutuante que será o queijo ricota (KOSIKOWSKI, 1997). Mais rendimento ocorrerá se a presença de lactoalbumina, lactoglobulina e caseína estiverem em quantidades adequadas e se o efeito da temperatura atuar de maneira uniforme sobre esses componentes. A temperatura de 80°C inicia o processo de flutuação da massa, indicando que esta é adequada. Os flocos formados e presentes na superfície devem ser apanhados com auxílio de uma escumadeira própria, pois a permanência exagerada sobre o líquido quente altera as propriedades organolépticas do queijo (SCHMIDT, F. L.; VITALI, A.; GUMERATO, H. F. et al., 2005). Após ser aquecido, o soro é acidificado, porém a temperatura não pode ser inferior que 74°C. A acidificação auxilia no processo final da flutuação do coalho ou massa que formará o queijo e fornece o flavor adequado a partir de pH fixado em 5,6 no máximo. Sendo assim, a verificação periódica do pH após a adição do ácido é primordial na condução da fabricação da ricota (MORAIS et al 2006). A coalhada que flutua, isto é, quando permanece na superfície, sofre coalescência formando uma camada única. Logo, esta deve ser apanhada. Esse processo deve ser delicado e bem conduzido, pois o produto irá conferir a textura e firmeza do queijo final (MORAIS et al 2006).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Para a otimização do processo de produção das ricotas, foram considerados dados fornecidos pelo laticínio e obtidos de referências bibliográficas. A interação dos fatores experimentais apresentados na tabela abaixo, através de um planejamento fatorial 2<sup>3</sup>, gerou uma bateria de 08 experimentos.

TABELA 02 – Pontos experimentais

<b>ENSAIOS</b>	<b>TEMPERATURA</b>	<b>pH</b>	<b>% DE LEITE</b>
01	-	-	-
02	+	-	-
03	-	+	-
04	+	+	-
05	-	-	+
06	+	-	+
07	-	+	+
08	+	+	+

Conforme o planejamento fatorial, as amostras foram submetidas a pH, temperatura e % de leite diferentes, fornecendo ao final do processo oito experimentos, efetuados em duplicatas, gerando assim, uma média entre os valores encontrados. Na Tabela 03 são apresentados os resultados dos experimentos, ou seja, a pesagem e suas respectivas médias de valores.

TABELA 03 – Rendimento das ricotas

<b>ENSAIOS</b>	<b>PESO 01 (g)</b>	<b>PESO 02 (g)</b>	<b>MÉDIA DOS PESOS (g)</b>
01	183,58	177,82	180,70
02	207,85	210,51	209,18
03	195,71	192,80	194,255
04	229,16	235,23	232,195
05	194,60	218,46	206,53
06	278,91	270,86	274,885
07	301,54	301,00	301,27
08	322,68	352,74	337,71

Na tabela acima, é possível observar, que o experimento número 08 gerou um melhor rendimento em gramas.

#### **4.1 Análises dos efeitos experimentais**

Na Tabela 7 pode observar-se os efeitos de cada fator experimental em relação ao rendimento da ricota, assim como o valor P, e o erro padrão.

TABELA 04 – Efeitos estimados na variável resposta.

	<b>EFEITO (g)</b>	<b>ERRO</b>	<b>P</b>
Temperatura: A	40,2725	+/-12,8625	0,1968
pH: B	46,0025	+/-12,8625	0,1736
Leite add: C	73,4975	+/-12,8625	0,1103
AB	-8,1325	+/-12,8625	0,6411
AC	7,0625	+/-12,8625	0,6803
BC	27,7225	+/-12,8625	0,2766

Observou-se inicialmente que as variáveis, pH, temperatura e porcentagem de leite adicionado não apresentaram significância ( $p < 0,05$ ) em relação ao rendimento, assim como o efeito combinado dos mesmos. Os efeitos sobre a variável resposta estão representados no gráfico de Pareto pela linha azul (Figura 01).

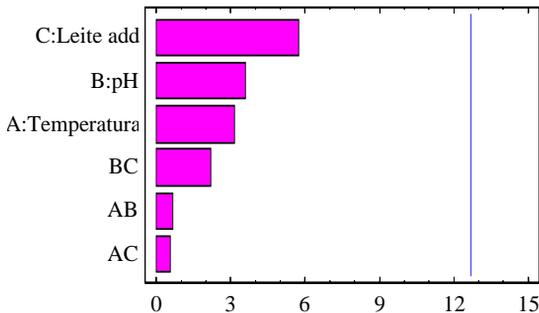


Figura 01 - Gráfico referente ao efeito padronizado

Através do gráfico, podemos perceber que o aumento na % de leite adicionado, resultou em um efeito mais significativo ( $P < 0,05$ ) sobre a variável resposta, em média 73,49g, o que já era esperado devido ao aumento de proteínas e gordura ao soro. Apesar da grande quantidade de água contida no leite, aproximadamente 87%, a maior parcela das proteínas se encontram na forma de

caseína (80%) e apenas uma pequena parcela (20%) como proteínas do soro.

Analisando o pH e a temperatura, observamos que ambos apresentaram um rendimento parecido ( $p < 0,05$ ) em média 46,00 e 40,27 respectivamente. Considerando que a temperatura e a acidificação são de extrema importância para a formação do coágulo flutuante, teremos um maior rendimento se as mesmas atuarem de maneira uniforme sobre as proteínas do soro. Para temperaturas acima de 80°C, as proteínas do soro perdem a sua solubilidade por desnaturação. Além disso, o ponto isoelétrico das mesmas exerce influência sobre a coagulação destas proteínas.

As figuras 02 e 03 forneceram a interpretação da resposta rendimento em relação aos três fatores (temperatura, pH e % de leite adicionado).

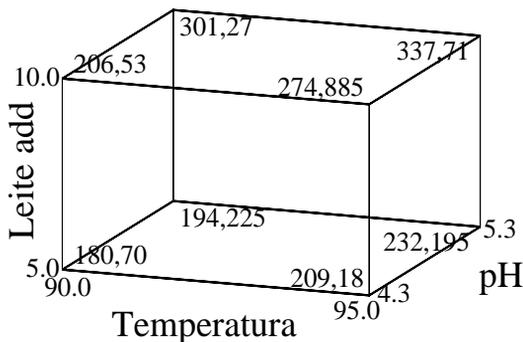


Figura 02 – Interação das variáveis temperatura, pH e % de leite adicionado

Pode-se observar a partir da figura 02 que o melhor rendimento apresenta-se no ponto onde a porcentagem de leite temperatura e pH são maiores (rendimento em média de 337,71g). Entretanto, é necessário mencionar que a adição de leite ao soro

na produção da ricota, pode gerar uma diminuição da receita líquida na sua produção. Portanto, seria necessário um estudo preliminar para verificar a viabilidade econômica da quantidade de leite adicionada, com relação à diferença de rendimento proporcionada pelo experimento 04, com pH e temperatura superiores e % leite adicionada inferior (rendimento em média 232,19). Desta forma, podemos observar um valor mais significativo para o rendimento em temperatura e pH mais elevados, aumentando significativamente em função da quantidade de leite incorporado ao soro.

A superfície de resposta mostra a dependência do rendimento com relação à quantidade de leite adicionado.

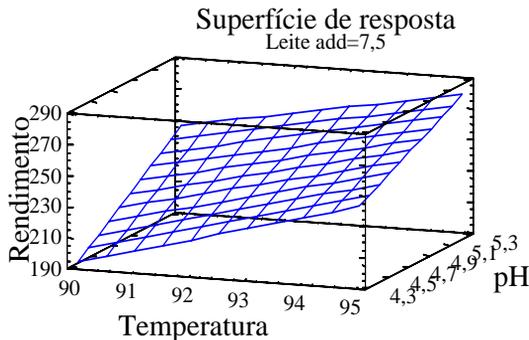


Figura 03- Superfície de resposta das variáveis pH e temperatura em função do rendimento.

## 5. CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO E PROCESSADO

Após a verificação do melhor rendimento, o soro lácteo foi caracterizado através do teor de lactose e da DQO. A tabela 05 apresenta estes resultados.

O efluente resultante do processo não apresentou eficiência de relevância ambiental. O teor de lactose permaneceu

praticamente inalterado no soro, diminuiu de 4,5% para 4,0% e a DQO de 94.197,6 mg/L para 61.516,8 mg/L, demonstrando que esse procedimento não apresenta interesse para remediação deste efluente. Esse valor elevado da DQO é devido ao teor de lactose que permanece no soro.

## 6. CONCLUSÕES

O processo estudado para produção da ricota gerou diferentes valores de rendimento, obtidos pelo planejamento fatorial adotado. A recuperação de grande parte das proteínas do soro diminui o desperdício dessa matéria prima e agrega valor ao soro. Podemos observar que a interação entre as variáveis, não apresentou rendimento significativo. A adição de leite na produção torna-se necessária, produzindo uma ricota com melhor rendimento e consistência da massa produzida. Em relação ao pH e a temperatura, observamos que esses fatores são importantes para que ocorra a precipitação das proteínas porém, isoladamente não se mostraram independentes em relação a variável resposta

A adição de leite ao soro melhora o rendimento do processo, porém a retirada das proteínas não exerce grande influência na redução do seu efeito poluidor, já que a carga orgânica não apresentou redução significativa no valor da DQO, de 94.197,6 mg/L de O<sub>2</sub> para 61.516,8 mg/L de O<sub>2</sub> sendo necessário ainda realização de um tratamento secundário para diminuição da DQO.

## 7. REFERÊNCIAS

ABREU, L.R.; Tecnologia de leite e derivados. Lavras. Editora Gráfica Universitária UFLA, 1999. 215p.

BEHMER, M.L.A.; Tecnologia do Leite. São Paulo. Editora Nobel, 1984. 15. ed. 320p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O.; Química de Processamento de Alimentos. São Paulo. Editora Varela, 2001. 3. ed. 143p.

CEFET-PR; Apostila de Análises Físico-Química do Leite. 2002. 115p.

COULTATE, T.P.; Manual de Química Y Bioquímica de Los Alimentos. Zaragoza-Espanha. Editora Acribia S.A, 1998. 2. ed. 366p.

GIROTO, J.M.; PAWLOWSKY, U.; O soro de leite e as alternativas para o seu beneficiamento. Disponível em: <<http://brasilalimentos.com.br>> on line em Janeiro de 2006 (Dados SET/OUT 2001).

MORAIS, M.V.T.; ABREU, P.R.; NETO, L.G.G.; PENNA, C.F.A.M.; CERQUEIRA, M.M.O.P; OLIVEIRA, A.L.; Produção industrial de ricota. Disponível em: <<http://www.dipemar.com.br>> on line em Fevereiro 2006.

OLIVEIRA, J.S.; Queijo: Fundamentos Tecnológicos. Campinas. Editora Ícone, 1986. 2. ed. 146p.

OWEN, R.F.; Química de Los Alimentos. Editora Acribia S.A., 2000. 2. ed. 1247p.

RODRIGUES, R. M. Valorização da fração protéica do soro de queijo, 2001. Disponível em: <<http://www.ceb.uminho.pt/teses/mestrado>> on line fevereiro de 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO; Programa Minas de leite - Unidades regionais de beneficiamento de soro de leite, 2006. Disponível em: <<http://www.agridata.mg.gov.br/pesquisas>> on line fevereiro de 2006.

SCHMIDT, F. L.; VITALI, A.; GUMERATO, H. F. et al. Recuperação de proteínas do soro de leite por meio de coacervação com polissacarídeo, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.com.br/scielo>> on line fevereiro de 2006.

SQUILASSI, K.M.B.S.; OLIVEIRA, M.A.B.; NICOLAU, E.S.; MESQUITA, A.J.M; Soro do Queijo – Alternativas para o Aproveitamento na Alimentação Humana. Disponível em: <<http://www.laticinio.net>> on line em Janeiro 2006.