

ESTUDO DO COMPORTAMENTO CINÉTICO E REOLÓGICO DA FERMENTAÇÃO LÁTICA NA PRODUÇÃO DO IOGURTE NATURAL

Anne Rafaela Silva¹, Larissa Mendes e Moro¹, Ellen Godinho Pinto², Aline Franciele Souza¹, Bruno Franco¹

1. Graduandos em Engenharia de Alimentos pela Universidade do Estado de Mato Grosso
2. Professora Mestre da Universidade do Estado de Mato Grosso (ellengodinho@hotmail.com), Rua A, s/nº - COHAB São Raimundo - Cx. Postal 92 CEP:78390-000 Barra do Bugres – MT, Brasil.

Recebido em: 04/05/2012 – Aprovado em: 15/06/2012 – Publicado em: 30/06/2012

RESUMO

O iogurte é o leite fermentado mais popular e consumido no Brasil. A obtenção do iogurte é através da fermentação láctica pela ação dos microrganismos *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. Essas bactérias consomem a lactose, eliminando o ácido láctico que coalha o leite. O leite coalhado preserva a gordura, os minerais e o conteúdo de vitaminas do leite puro, mas apresenta menor teor de lactose, facilitando a digestão. A diferença do iogurte natural é que não há adição de corantes ou aromatizantes. Neste trabalho utilizou-se o iogurte natural industrializado como uma fonte de microrganismos para a fermentação do leite UHT, e observou-se como acontece a cinética de fermentação, analisando o comportamento do pH, da acidez e viscosidade durante o processo de fermentação.

PALAVRAS-CHAVE: fermentação láctica, iogurte natural, reologia.

STUDY OF KINETIC AND RHEOLOGICAL BEHAVIOR OF LACTIC FERMENTATION IN THE PRODUCTION OF NATURAL YOGURT

ABSTRACT

Yogurt is the most popular fermented milk and consumed in Brazil. The yogurt is obtained by lactic acid fermentation through the action of microorganisms *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*. These bacteria consume lactose, eliminating the lactic acid which curdles milk. The curdled milk preserves fat mineral and vitamin content of raw milk, but has less lactose content and facilitate digestion. The difference is that the yogurt has no addition of coloring or flavoring. This work used the natural yogurt industrialized as a source for the fermentation of microorganisms of the UHT milk, and it was observed as in the fermentation process in practice, it was possible to analyze the behavior of the pH, viscosity and acidity during the process of fermentation.

KEYWORDS: lactic acid fermentation, natural yogurt, rheology.

INTRODUÇÃO

O lançamento de iogurtes no Brasil deu-se em 1970, por empresas francesas, portanto, rapidamente as tecnologias tornaram-se correntes e a produção alcançou níveis nacionais. Nos anos 80, o ritmo de crescimento desse segmento, embora

somente entre a população com renda elevada, sentiu os reflexos da crise econômica, limitando o lançamento de novos produtos. Esse aspecto permitiu às cooperativas acompanharem os passos de multinacionais (SILVA, 2005).

Entre os leites fermentados, o iogurte é o mais popular e o mais consumido no Brasil. Apesar da tendência do consumo ter sido ascendente ao longo dos últimos anos, o consumo do iogurte pelos brasileiros é muito menor que o de outros países desenvolvidos. Essa bebida é consumida principalmente por suas características organolépticas (AQUARONE *et al.*, 2001).

Iogurte é o produto obtido por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade, podendo ser realizadas com cultivos de proto-simbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* aos quais pode-se acompanhar, de forma complementar, outras bactérias ácido-láticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2000).

O iogurte Natural é fabricado sem quaisquer adições além das culturas microbianas e dos ingredientes previstos, ou seja, não apresenta pedaços de frutas, aromas, etc, no produto final. Podendo ser consumido puro, ou de acordo com a preferência do consumidor. Neste tipo de iogurte encontram-se presentes todos os nutrientes oferecidos pelo leite (proteínas, carboidratos, vitaminas e sais minerais) e o organismo recebe boa influência dos microrganismos existentes (BRASIL, 1983).

As principais matérias primas usadas na fabricação do iogurte natural são o leite e as culturas lácticas (BRASIL, 1998).

O leite, obtido em circunstâncias naturais, é uma emulsão de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave e gosto ligeiramente adocicado. O leite de vaca pode apresentar cerca de 3,5% de proteínas, 3,8% de gordura, 5,0% de lactose, 0,7% de minerais (cinzas) e 87% de água (ROBERT, 2008).

Na cultura é desejável qualidades como pureza, crescimento vigoroso, produção de coágulo consistente, facilidade de conservação, a produção de um iogurte com boas características organolépticas e resistentes ao açúcar, aos bacteriófagos, a penicilina e outros antibióticos (AQUARONE *et al.*, 2001).

A fermentação láctica consiste na conversão anaeróbica parcial de carboidratos presente no leite (lactose), em que o produto final principal é o ácido láctico, além de várias outras substâncias orgânicas que influenciam nas características organolépticas do iogurte. O pH decresce pela presença do ácido láctico e provoca a coagulação das proteínas do leite e a formação do coalho utilizado na fabricação de iogurtes e queijos. Esse processo microbiano também é importante na fabricação de pickles, chucrute (SILVA, 2007).

Uma das características mais importantes da reologia de alimentos líquidos é a viscosidade. A viscosidade de um material pode ser considerada a resistência interna do líquido ao fluxo (FELLOWS, 2006).

O objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento do pH, da acidez e da viscosidade em todo processo de fermentação láctica do iogurte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento foi realizado no laboratório de Tecnologia de Alimentos, da Universidade do Estado de Mato Grosso, campus Universitário Rene Barbour, localizado em Barra do Bugres. Para a fabricação do iogurte foi utilizado um litro de

leite UHT com 3,0% de gordura, pH 6,77 e acidez de 16^oD e 20 mL de iogurte natural com pH 4,21 e acidez 110^oD. A metodologia utilizada foi proposta por MOREIRA (1999).

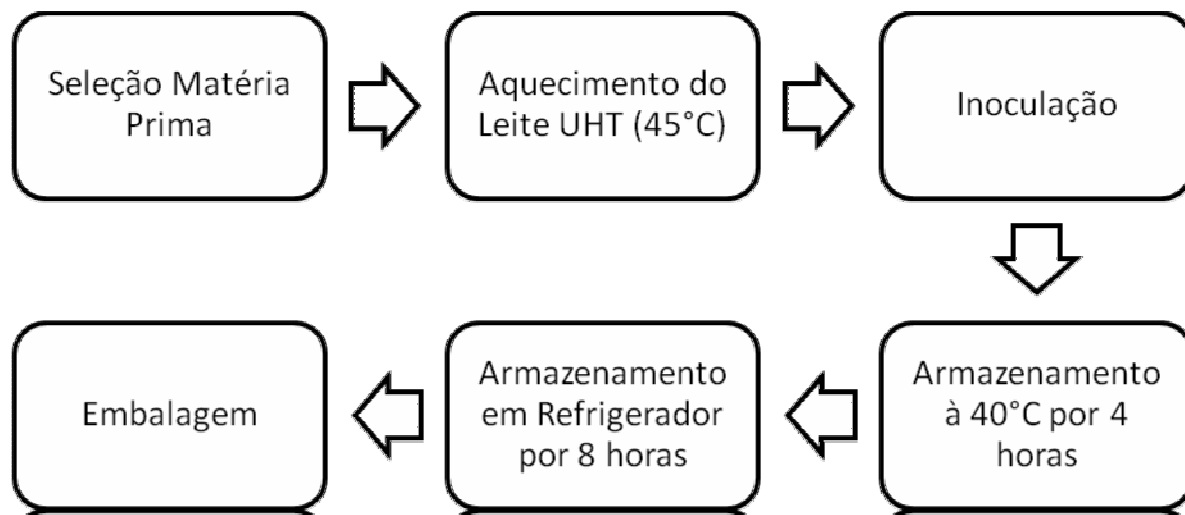


FIGURA 1: Processo de fabricação do iogurte natural

As análises físico-químicas foram realizadas no laboratório de Química do Campus, onde foram feitas as análises para determinação do pH e da acidez segundo MOREIRA, 1999:

O pH foi determinado através do contato direto com a amostra. Foram necessários 10mL desta, com auxílio do pHmêtro da marca Marconi PA 200, introduz-se o eletrodo na amostra, obtendo-se o resultado.

A acidez, em termos de ácido láctico, foi determinada titulando-se 10 mL da amostra do iogurte com solução Dornic (NaOH) por viragem do indicador fenolftaleína em solução alcoólica.

Para as medidas reológicas do produto, utilizou-se o viscosímetro rotativo DV – I Prime, acoplado de spindle 62, com velocidades angulares de 1,0, 1,5 e 2,0 rpm.

Foram realizadas seis medições, em que a primeira foi realizada no ato da mistura do iogurte natural ao leite, a segunda após 30 minutos, a terceira após 60 minutos, a quarta após 120 minutos e a quinta após 240 minutos. A última análise foi feita após 720 minutos, que é o tempo de maturação do iogurte.

Para analisar o comportamento do pH e da acidez, foi utilizada a representação gráfica para uma melhor compreensão da fermentação, utilizando um gráfico de curva cinética.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 mostra os valores do pH encontrado em cada tempo determinado na análise. No tempo inicial (T_0) o pH sofreu uma diminuição, porém estava próximo ao pH do leite, na fermentação em estágio inicial. No período entre 30 a 60 minutos o pH encontrava-se elevado, e podendo ser observado nitidamente que a fermentação ocorria de maneira eficaz após transcorrer 120 minutos, e de acordo com o valor encontrado 4,71 está próximo ao ideal, nesse momento poderia ser interrompida a fermentação, entretanto segundo os conceitos de TAMINE & ROBINSON (1991), em que os agregados de micelas de caseína e/ou micelas

isoladas vão se associando e coalescem parcialmente à medida que se aproxima o valor de pH do ponto isoelétrico, ou seja, aproximadamente 4,6 a 4,7. Passados 240 minutos o pH encontrado foi de 4,65 estando assim no ponto ideal. Encerrou-se, o ciclo de fermentação do produto, e foi iniciado o processo de maturação, que consistiu na refrigeração do produto. Assim que o processo de maturação foi concluído o pH estabilizou em 4,75.

Os valores de pH decresceram em função da produção de ácido lático durante o período de estocagem refrigerada.

QUADRO 1 – Valores obtidos de pH, acidez e viscosidade.

| Tempo (min) | pH | Acidez (D°) | Viscosidade (cp) |
|-------------|------|-------------|------------------|
| 0 | 6,45 | 20 | 30 |
| 30 | 6,35 | 22 | 45 |
| 60 | 6,16 | 25 | 90 |
| 120 | 4,71 | 58 | 738.8 |
| 240 | 4,65 | 61 | 903 |
| 720 | 4,75 | 67 | 3179 |

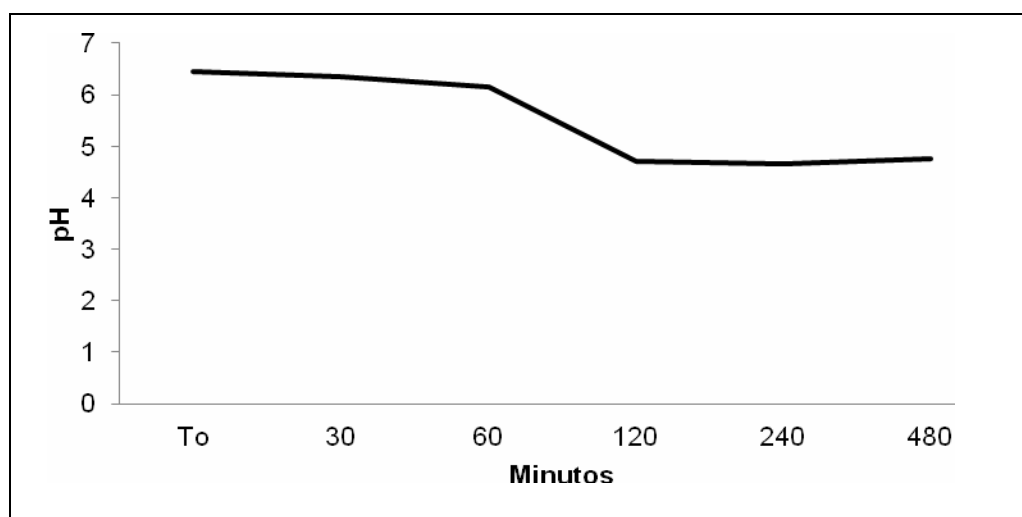


FIGURA 2- Curva pH do iogurte no decorrer do tempo.

Na Figura 3 esta representado o comportamento da acidez, e pode-se observar o que ocorreu com os valores da acidez são inversos ao do pH. Esse efeito esta relacionado com a degradação da lactose. Os microrganismos adicionados ao leite transformam parte da lactose em ácido lático. Devido ao meio ácido, as proteínas coagulam e o iogurte começa a adquirir sua textura característica (TAMIME & ROBINSON, 1991).

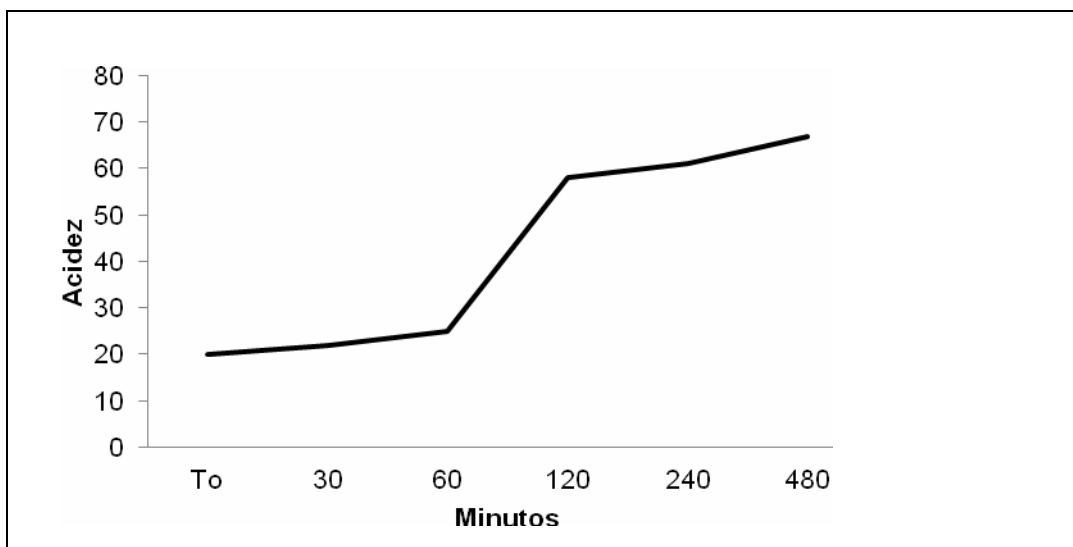


FIGURA 3- Curva de variação da acidez em relação ao tempo.

O processo de fermentação se inicia quando as culturas do iogurte convertem parte da lactose em ácido lático, conseqüentemente, diminui o pH até o ponto em que a caseína torna-se insolúvel e aumenta a viscosidade do leite. A produção gradual de ácido lático começa por desestabilizar os complexos de caseína e proteína do soro desnaturado por solubilização do fosfato de cálcio e dos citratos (TAMIME & ROBINSON, 1991).

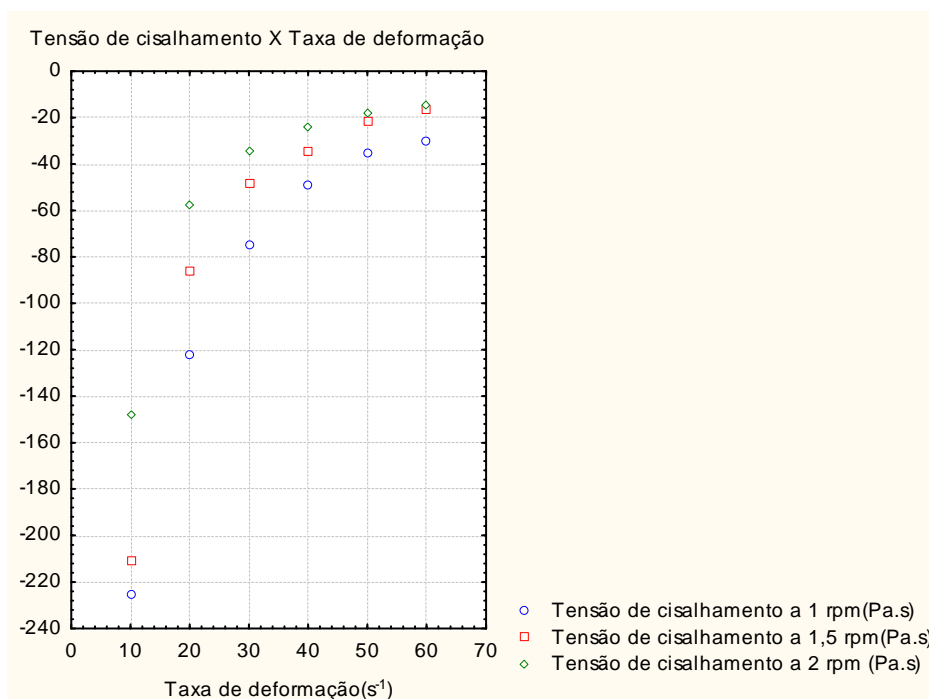


FIGURA 4 - Tensão de Cisalhamento x Taxa de deformação do iogurte Natural.

As amostras de iogurte apresentaram comportamento de um fluido não newtoniano, pseudoplástico (Figura 4), ou seja, a viscosidade diminuiu com o

aumento da taxa de deformação, resultados obtidos por CUNHA *et al.*, (2008) em estudo realizado para avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos, já os autores PENNA *et al.*, (2001) encontraram que o iogurte é um pseudoplástico em um estudo feito com bebidas lácteas comerciais de várias marcas. TELES & FLORES (2007), observaram que o iogurte desnatado com a adição de espessantes também apresenta um comportamento de um fluido não newtoniano.

CONCLUSÃO

No caso do iogurte natural, o processo de fermentação ocorreu da forma esperada, atingindo níveis toleráveis de pH e acidez, e outras características que não foram avaliadas mais que estão ligadas com a qualidade da fermentação como, odor e sabor estavam agradáveis e aparentemente dentro dos padrões.

Quanto à viscosidade aparente, um dos parâmetros mais importantes para o consumo do produto final, observou-se resultados esperados, não sendo necessários adições de espessantes. A viscosidade (Pa.s) do iogurte natural diminuiu com o aumento da taxa de deformação (s^{-1}) indicando comportamento de fluido não newtoniano, fluido pseudoplástico.

REFERÊNCIAS

AQUARONE, E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W., LIMA, U.A. **Biotecnología industrial: biotecnología na produção de alimentos**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher LTDA, 2001.v. 4. p. 214.

CUNHA, T. M. C.; DE CASTRO, F. P.; BARRETO, P. L. M.; BENEDET, H. D.; PRUDÊNCIO, E. S. **Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos**. Semina: Ciências Agrárias, v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. p. 29.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução nº 5**, de 13 de Novembro de 2000. Disponível em: http://www.agais.com/normas/leite/leite_fermentado.html> Acesso em: 26 mar. 2012.

BRASIL. Secretaria de vigilância sanitária. **Nova legislação de produtos lácteos e de alimentos para fins especiais** - diet, light e enriquecidos. Portaria n. 29 de 13 de janeiro de 1998. São Paulo: Fonte Comunicações, p.123-130, 1998.

BRASIL. Secretaria Regional do Comércio e da Indústria, Portaria Nº 79/1983 de 25 de Outubro de 1983. **Jornal Oficial da Região Autónoma dos Açores núm. 40**, 25 de Outubro de 1983. Disponível em: <<http://azores.vlex.pt/vid/portaria-outubro-31865659>> Acesso em: 26 mar. 2012

MOREIRA, S.R, SCHWAN, R. F.; CARVALHO, E. P.; FERREIRA, C. **Análise microbiológica e química de iogurtes comercializados em Lavras – MG** Ciênc. Technol. Aliment. vol.19 n.1 Campinas. 1999

PENNA, A. L. B.; SIVIERI, K.; OLIVEIRA, M. N. **Relation between quality and rheological properties of lactic beverages**. Journal of Food Engineering, v. 49, n. 1, p. 7-13, 2001.

ROBERT, N. F. **Fabricação de iogurtes - Dossiê Técnico**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, 2008.

SILVA, C. A. B. & FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais – produtos de origem animal**. Viçosa: UFV, v.1. p.144, 2005.

SILVA, S. V. **Desenvolvimento de iogurte probiótico com prebiótico**. Dissertação de Mestrado. (Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, p. 59-68, 2007.

TAMIME, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yogurt: ciencia y tecnologia**. Zaragoza: Acribia, 1991. 368 p.

TELES, C. D.; FLÔRES, S. H. **Influência da adição de espessantes e leite em pó nas características reológicas do iogurte desnatado**. B.CEPPA, Curitiba v. 25, n. 2, p. 247-256 . 2007.