

## Influência do leite com elevada contagem de células somáticas sobre características físico-químicas e processo de fermentação de iogurte

### Influence of milk with a high somatic cell count on the physical characteristics and yogurt fermentation process

Alana Paula Amaral Faria<sup>1\*</sup> , Cláudia Freire de Andrade Morais Penna<sup>2</sup> , Maximiliano Soares Pinto<sup>1</sup> , Érika Endo<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, MG, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

\*Correspondente - [alana.paula@hotmail.com](mailto:alana.paula@hotmail.com)

#### Resumo

O experimento visou avaliar o perfil de fermentação e acidez, pH e sinérese de iogurtes elaborados com leite contendo elevada e baixa contagem de células somáticas (CCS) e adicionados ou não de sólidos lácteos. No leite cru, coletado em seis dias distintos, avaliaram-se os teores de gordura, lactose, proteína, sólidos totais, extrato seco desengordurado, CCS e contagem bacteriana total (CBT). Submetidos à fermentação, verificaram-se o pH e acidez expressos em ácido láctico. No iogurte, mediram-se pH, acidez expressa em ácido láctico e sinérese. O estudo foi conduzido em delineamento em blocos casualizados, com seis repetições e em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos (níveis de CCS x adição ou não de sólidos) e, nas subparcelas, os tempos de fermentação e de armazenamento dos iogurtes. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e análises de regressão ou de correlação de Pearson, a 5% de probabilidade. Os níveis de CCS afetaram os teores de gordura e lactose do leite ( $p < 0,05$ ). Entretanto, assim como a adição de sólidos lácteos, não influenciaram o perfil de fermentação da cultura láctica e a acidez, o pH e a sinérese dos iogurtes, sugerindo menor efeito dessas variáveis sobre a qualidade dos produtos.

**Palavras-chave:** acidez; leites fermentados; mastite; qualidade do leite.

#### Abstract

The aim of this study was to evaluate the fermentation characteristics and yogurts made from milk with high or low milk somatic cell count (CCS) and added or not with milk solids. Raw milk was collected at six days and subjected to various electronic analyzes of protein, fat, lactose, total solids, CCS and total bacterial count (CBT). The profile of the fermentation was monitored by pH and acidity, expressed as lactic acid. Yoghurts were analyzed for pH, acidity expressed as lactic acid and syneresis of final product at different storage times. The experiment was conducted in a randomized block design, with six replicates and split plots with treatments in installments (CCS levels x added or not added milk solids) and fermentation times and storage periods for yogurts subplots.

Seção: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Recebido  
27 de dezembro de 2016.  
Aceito  
18 de setembro de 2019.  
Publicado  
5 de fevereiro de 2020

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)

Como citar - disponível no site, na página do artigo.

Data were subjected to analysis of variance (ANOVA), regression or Pearson Correlation analysis, according to the tests. The results showed that CCS levels had effects on some milk parameters ( $p < 0,05$ ). However, no effects were observed on the fermentation profile and characteristics of yoghurt during storage, according to the CCS levels or adding milk solids.

**Keywords:** mastitis; milk quality; fermented milk; acidity.

---

## Introdução

O iogurte é o derivado do leite mais apreciado e consumido mundialmente. São muitas as alternativas aplicadas ao produto que visam favorecer ainda mais o seu consumo. Dentre elas, a adição de leite em pó pode aprimorar as características tecnológicas e, conseqüentemente, a aceitação deste derivado lácteo, devido ao aumento da matéria sólida<sup>(1)</sup>. Essa adição pode melhorar a consistência e a textura ou até mesmo mascarar a ocorrência de defeitos leves de dessoramento e de corpo do iogurte.

Adicionalmente, visando atender às exigências da indústria de laticínios e do consumidor, as propriedades rurais têm sido exigidas em produzir leite com qualidade microbiológica e físico-química adequada, a fim de garantir produtos derivados de qualidade. Dentre os fatores que interferem na qualidade do leite, a contagem de células somáticas (CCS) tem sido considerada medida padrão de qualidade, pois, quando em altos índices, interfere na composição, rendimento industrial, além de diminuir a vida de prateleira do leite e dos produtos lácteos<sup>(2)</sup>.

Em vacas sadias são encontradas baixas CCS, geralmente menos de 50.000 células/mL de leite. Valores de CCS de até 250.000 células/mL não afetam a produção e a qualidade do leite, enquanto contagens acima de 250.000 – 300.000 células/mL podem ser indicação de infecção bacteriana do úbere<sup>(3)</sup>.

O uso de leite com alta CCS determina efeito negativo sobre o crescimento e metabolismo das culturas lácticas, comprometendo a qualidade, coagulação, aroma e textura do iogurte<sup>(4)</sup>. Apesar do conhecimento existente, ainda não foi completamente explorado o efeito de leite com elevada CCS sobre os leites fermentados<sup>(5,6,7)</sup>.

Dessa forma, objetivou-se investigar a influência do emprego de leite com elevada CCS sobre o perfil de fermentação e as características de acidez, pH e sinérese dos iogurtes tradicional e adicionado de sólidos durante 30 dias de armazenamento, bem como analisar as correlações existentes entre a CCS e os parâmetros de qualidade físico-química dos iogurtes.

## Material e métodos

O leite utilizado para a realização do experimento foi proveniente da Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), a partir da ordenha mecânica de vacas da raça Holandesa, mantidas sob sistema intensivo de criação. Em

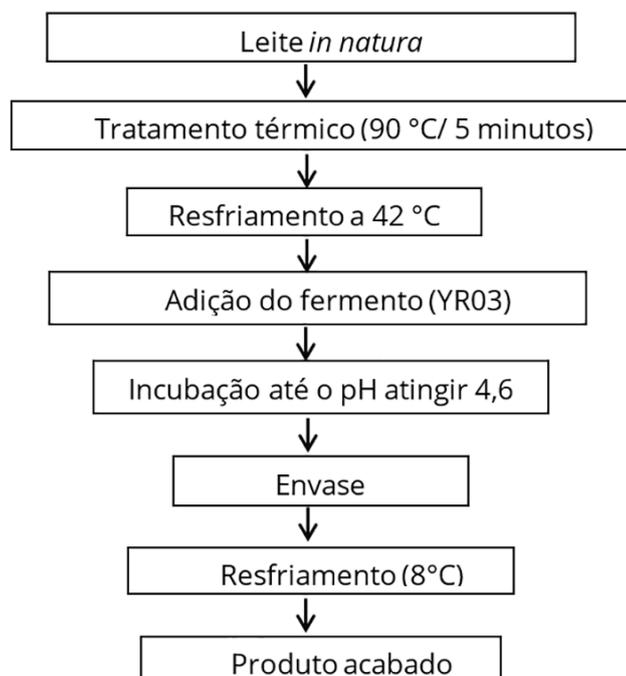
seis semanas distintas, quatro litros de leite com elevada CCS (>250.000 células/mL) e quatro litros de leite com baixa CCS (<250.000 células/mL) foram obtidos uma vez por semana e enviados para a fabricação dos iogurtes.

A coleta do leite foi realizada seguindo-se os métodos descritos por Simões et al.<sup>(8)</sup>. Visando diagnosticar vacas que produziam leite contendo elevada CCS, o teste de CMT foi realizado antes de todas as ordenhas e foram escolhidas as vacas que apresentaram o grau de três cruces (3+) no teste de CMT<sup>(9)</sup> para compor o grupo de animais que ofereceram leite com CCS elevada<sup>(10)</sup>.

Para composição das amostras de leite com baixa CCS, foi colhido leite de vacas que não apresentavam formação de gel no teste de CMT. Foi realizada linha de ordenha, sendo ordenhadas primeiro as vacas com resultado CMT negativo e, posteriormente, aquelas que tiveram CMT positivo.

As amostras de leite com elevada e baixa CCS foram homogeneizadas por agitação manual e uma alíquota foi imediatamente transferida para frascos plásticos esterilizados com capacidade de 60 mL contendo os conservantes Bronopol para análises de composição e células somáticas e Azidiol para CBT<sup>(11)</sup>. As amostras foram enviadas sob refrigeração ao Laboratório de Análise da Qualidade do Leite (LabUFMG), da Escola de Veterinária da UFMG.

Para produção dos iogurtes, os leites de animais com elevada e baixa CCS foram imediatamente encaminhados ao Laboratório de Produtos Lácteos, onde as amostras foram submetidas ao tratamento térmico sob binômio tempo/ temperatura de 90 °C por 5 minutos e resfriadas a 42 °C conforme a Figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma de fabricação do iogurte tradicional.  
Fonte: Adaptado de Abreu<sup>12</sup>

Após atingir a temperatura de 42 °C, foi adicionado ao leite por meio de inoculação direta o fermento lácteo YR03 da marca Rica Nata®, em formato de cápsulas constituídas por 70% de bactérias lácticas *Streptococcus thermophilus* (St) e 30% de *Lactobacillus delbrueckii bulgaricus* (Lb). Para fabricação do iogurte adicionado de sólidos, além do fermento lácteo, adicionou-se 4% de leite em pó integral ao leite *in natura*. Durante a fabricação dos iogurtes tradicional e adicionado de sólidos foram realizadas, em triplicatas, medidas de pH e acidez expressa em porcentagem de ácido láctico<sup>(13)</sup>, monitoradas no tempo zero e a cada 40 minutos, durante 6 horas, a fim de determinar o perfil de fermentação das culturas lácticas nos iogurtes elaborados com leite com elevada e baixa CCS.

No final das 6 horas de fermentação, os iogurtes foram imediatamente mantidos em temperatura de refrigeração a 8 °C durante 30 dias.

O leite empregado na fabricação dos iogurtes foi submetido a análises de Composição Centesimal e Contagem de Células Somáticas, por absorção de comprimento de onda na região do infravermelho médio, utilizando o equipamento eletrônico Bentley Combi System 2300® (Chaska, Estados Unidos da América), segundo protocolos propostos pelas normas IDF Standard 148 A e ISO 9622:2013<sup>(14,15)</sup>, além da Contagem Bacteriana Total, pelo princípio de citometria de fluxo, utilizando o equipamento eletrônico IBC Bacto Count IBC da Bentley Instruments Incorporated®<sup>(16)</sup>.

Visando avaliar a qualidade dos iogurtes durante o período de validade foram analisadas, em triplicatas, características físicas da sinérese, determinada pela metodologia descrita por Tamime et al.<sup>(17)</sup>, acidez, expressa em ácido láctico e pH<sup>(12)</sup>, nos intervalos de 1; 5; 10; 20 e 30 dias de armazenamento.

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC), com seis repetições e em parcela subdividida, tendo nas parcelas os tratamentos, (Tratamento 1, iogurte tradicional com CCS até 250.000 CS/mL; Tratamento 2, iogurte adicionado de sólidos com CCS até 250.000 CS/mL; Tratamento 3, iogurte tradicional com CCS maior que 250.000 CS/mL e Tratamento 4, iogurte adicionado de sólidos com CCS maior que 250.000 CS/mL) e nas subparcelas os tempos de fermentação (0; 40; 1:20; 2:00; 2:40; 3:20; 4:00; 4:40; 5:20; 6:00 horas) e de armazenamento (1; 5; 10; 20; 30 dias).

Os dados da caracterização da fermentação e do iogurte durante a validade foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análise de regressão foi realizada em função dos tempos de fermentação e de armazenamento, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados da composição do leite foram avaliados pela ANOVA e Correlação de Pearson (r). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa SISVAR, versão 5.6<sup>(18)</sup>.

## Resultados e discussão

Na tabela 1 encontram-se os resultados obtidos nas análises físico-químicas CCS e CBT do leite com elevada e baixa CCS utilizado na elaboração do iogurte.

**Tabela 1.** Resultados médios das análises físico-químicas, CCS e CBT do leite com elevada e baixa CCS

Parâmetro	Elevada CCS	Baixa CCS	CV (%)
Gordura (%)	3,02 <sup>b</sup>	3,77 <sup>a</sup>	12,7
Lactose (%)	3,92 <sup>b</sup>	4,39 <sup>a</sup>	2,7
Proteína (%)	3,05 <sup>a</sup>	3,41 <sup>a</sup>	9,4
Sólidos Totais (%)	11,47 <sup>a</sup>	11,98 <sup>a</sup>	5,9
ESD (%)	8,41 <sup>a</sup>	8,44 <sup>a</sup>	5,4
CCS (x1000 CS/mL)	2.202 <sup>a</sup>	82,17 <sup>b</sup>	53,8
CBT (x1000 UFC/mL)	263 <sup>a</sup>	15,67 <sup>b</sup>	14,1

Letras diferentes na mesma linha diferem entre si (p<0,05)

CV = Coeficiente de Variação

Dentre os constituintes do leite, a gordura foi o parâmetro que apresentou maior coeficiente de variação, por ser, normalmente, o componente mais sujeito a variações devidas a diversos fatores de manejo e fisiológicos<sup>(19)</sup>. O leite com elevada CCS apresentou valor inferior de gordura (p<0,05), houve correlação entre as variáveis (r= -0,68) (p<0,005). Em relação à variação da gordura do leite decorrente do aumento da CCS, existem relatos na literatura de aumento, diminuição ou não alteração no seu teor<sup>(7,20,9,21,22)</sup>, em virtude da diminuição da produção de leite ocasionada pela infecção da glândula mamária<sup>(23)</sup> ou em virtude da redução da capacidade da secreção de gordura pelos alvéolos<sup>(20)</sup>.

Com o aumento da CCS, ocorre a redução da síntese de lactose no leite, em virtude das lesões ocorridas nos alvéolos, podendo sofrer interferência com a passagem de lactose para o sangue<sup>(20)</sup>. Os valores relativos à lactose apresentaram diferenças (p<0,05), com maiores concentrações no leite com baixa CCS, e estão de acordo com os resultados encontrados por Machado et al.<sup>(24)</sup> e Fernandes et al.<sup>(7)</sup>. Foi observada correlação (p<0,005) entre a CCS e a lactose (r= -0,69).

No leite com elevada CCS, a redução no teor de gordura não foi suficiente para comprometer a adequação do índice, que deve apresentar o teor mínimo de 3%, porém, não se apresentou adequado quanto ao teor de lactose, segundo o proposto pelo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, que deve apresentar o teor mínimo de 4,3%<sup>(25)</sup>.

Quando a CCS se encontra elevada, a síntese de proteínas, principalmente da caseína, é reduzida, pois o tecido secretor encontra-se comprometido. Porém, os níveis de proteína total são mantidos pela presença das proteínas do sangue, que são lançadas nos alvéolos mamários decorrentes do aumento da permeabilidade vascular<sup>(20)</sup>. Simultaneamente, pode haver uma significativa redução da fração de caseína, pela sua degradação por proteases bacterianas e leucocitárias e pela diminuição de sua síntese devido à inflamação da glândula mamária. Dessa forma, no leite com CCS elevada, ocorre aumento da atividade enzimática, favorecendo ativação do plasminogênio

em plasmina, a qual promove proteólise, principalmente na caseína e, mais especificamente, na  $\beta$ -caseína e  $\alpha$ S2-caseína, alterando a composição proteica do leite<sup>(26)</sup>. Não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) entre os valores de proteínas, fato que diverge dos resultados de Mazal et al.<sup>(27)</sup>, Najafi et al.<sup>(22)</sup> e Sabedot et al.<sup>(28)</sup>. Houve correlação ( $r = -0,63$ ) ( $p < 0,005$ ) entre a CCS e a proteína no leite.

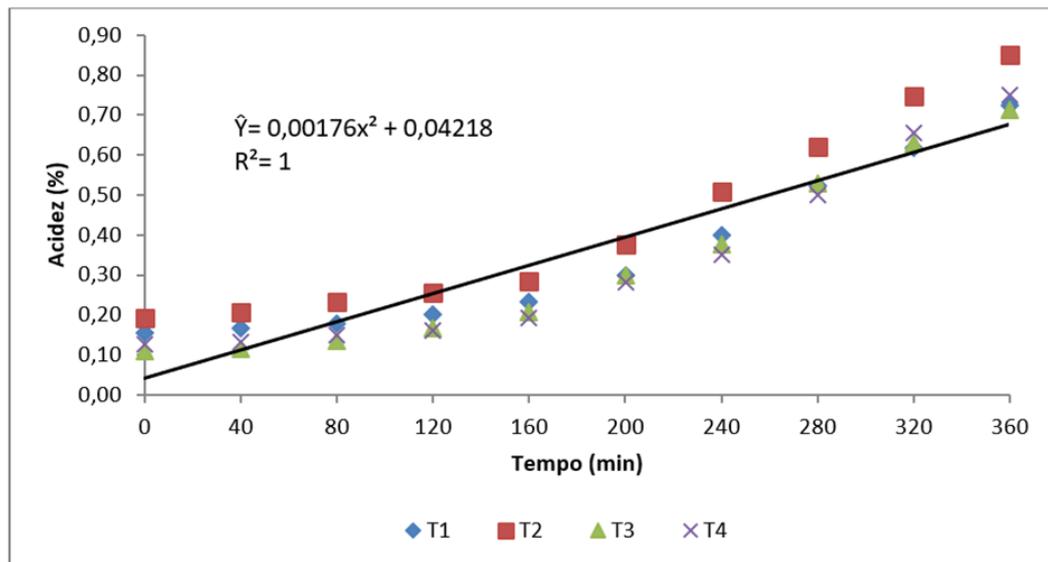
Em virtude da esperada diminuição nos teores de gordura, proteína e lactose, supõe-se que os sólidos totais apresentem menores concentrações com o aumento de células somáticas, porém, às vezes, há um pequeno aumento. Essa variação deve-se à diminuição da produção, em consequência da inflamação do úbere, acarretando uma concentração de sólidos totais no leite<sup>(29)</sup>. Não houve influência ( $p > 0,05$ ) da CCS sobre os sólidos totais do leite, apresentando correlação negativa ( $p > 0,005$ ) com o EST ( $r = -0,40$ ). Esse resultado corrobora as pesquisas de Silva et al.<sup>(30)</sup> de que os sólidos totais não são influenciados pelo aumento da CCS. Entretanto, divergem dos resultados encontrados por Fernandes et al.<sup>(7)</sup>, que observaram diminuição dos sólidos totais quando o nível de CCS supera 1.000.000 CS/mL.

O ESD compreende os componentes sólidos desengordurados do leite e é importante para o rendimento dos produtos derivados. Neste estudo não foi observada influência ( $p > 0,05$ ) da CCS sobre o ESD do leite e houve correlação ( $p > 0,005$ ) entre a CCS e o ESD ( $r = -0,16$ ). Esses resultados divergem daqueles verificados por Reis et al.<sup>(31)</sup> e Lima et al.<sup>(32)</sup>.

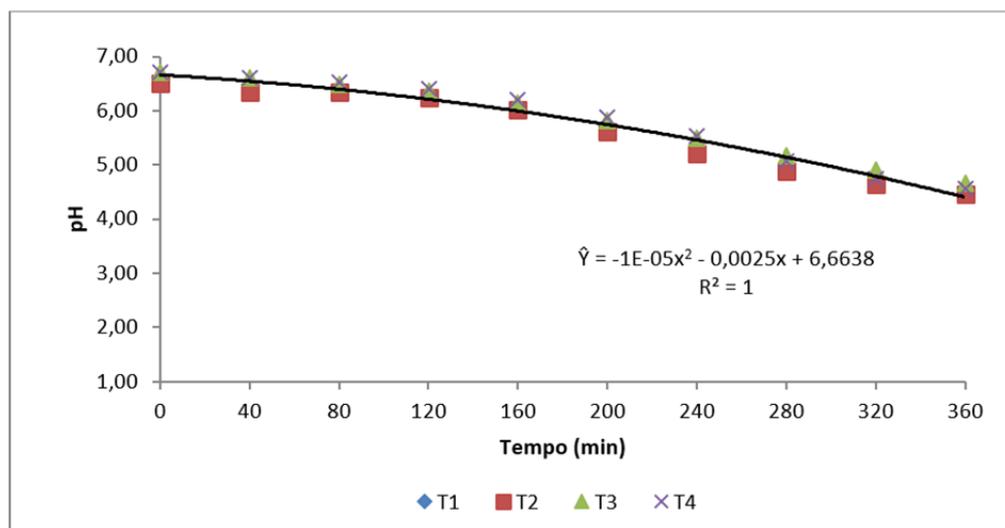
Houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre as amostras de leite com elevada e baixa CCS, indicando adequação na obtenção das amostras do experimento, uma vez que o leite que apresentou grau de três cruzeiros (3+) no teste de CMT estava realmente com valor de CCS bem superior ao determinado pela legislação<sup>(33)</sup>, que preconiza contagens máximas de  $5 \times 10^5$  CS/mL para o leite cru entregue nos laticínios.

O valor máximo de CBT preconizado pela legislação é de  $3 \times 10^5$  UFC/mL<sup>(33)</sup>, indicando que o leite é de qualidade aceitável. O leite com elevada CCS apresentou valor de CBT superior ( $p < 0,05$ ) ao leite com baixa CCS, porém, ambos se encontram dentro dos limites preconizados pela legislação. Na análise de correlação entre CCS e CBT, houve correlação ( $p = 0,0522$ ) entre os parâmetros ( $r = -0,57$ ). Para evitar altas contagens bacterianas, é preciso trabalhar com higiene e refrigerar o leite o mais rapidamente após a ordenha. Santos e Fonseca<sup>(20)</sup> relataram que geralmente o aumento na CCS não tem relação direta com a CBT, excetuando nas infecções em que o agente etiológico da mastite seja *Streptococcus agalactiae* ou *S. dysgalactiae*.

De acordo com Viotto e Cunha<sup>(34)</sup>, a produção de antimicrobianos pelos leucócitos, decorrente do aumento da CCS, poderia inibir o desenvolvimento da cultura láctica, retardando o processo de fermentação e coagulação do iogurte. Ao analisar a curva de fermentação dos iogurtes com baixa e elevada CCS, observa-se que não houve mudança ( $p > 0,05$ ) no comportamento de acidez e pH (Figuras 2 e 3). Fernandes et al.<sup>(7)</sup> também não verificaram diferenças significativas nos valores de acidez de iogurtes produzidos com leite contendo diferentes níveis de CCS. Okello-Uma e Marshall<sup>(35)</sup> constataram que altas CCS no leite não ocasionaram diferenças ( $p > 0,05$ ) no crescimento dos microrganismos da cultura starter utilizada para a fabricação do iogurte.



**Figura 2.** Acidez (% de ácido lático) dos processos fermentativos para a obtenção do iogurte tradicional elaborado com baixa CCS (T1), iogurte adicionado de sólidos elaborado com baixa CCS (T2), iogurte tradicional elaborado com elevada CCS (T3) e iogurte adicionado de sólidos elaborado com elevada CCS (T4) em função do tempo de fermentação.



**Figura 3.** pH dos processos fermentativos para a obtenção do iogurte tradicional elaborado com baixa CCS (T1), iogurte adicionado de sólidos elaborado com baixa CCS (T2), iogurte tradicional elaborado com elevada CCS (T3) e iogurte adicionado de sólidos elaborado com elevada CCS (T4) em função do tempo de fermentação.

Quanto ao perfil de fermentação dos iogurtes, os teores de ácido lático e pH foram influenciados apenas pelo tempo de fermentação ( $p < 0,05$ ), demonstrando atividade metabólica do fermento lácteo adicionado. A acidez dos quatro tipos de iogurtes

permaneceu estabilizada por cerca de 120 minutos, tendo rápido aumento após esse período até o final da fermentação, como observado na Figura 2. Observa-se que durante o tempo de fermentação de 6 horas os quatro tipos de iogurtes geraram produtos dentro dos valores estabelecidos pela legislação, entre 0,6 a 1,5% de ácido láctico<sup>(36)</sup>, de 0,72%, 0,85%, 0,71% e 0,75% respectivamente, para T1, T2, T3 e T4.

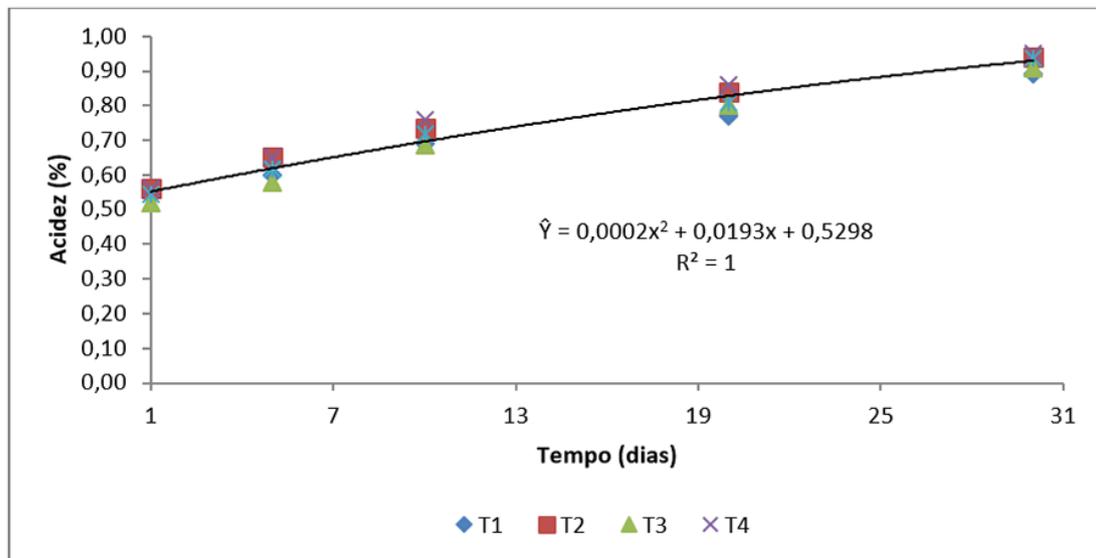
O iogurte tem um perfil fermentativo característico que pode mudar com a adição de sólidos totais. Essa adição pode influenciar no aumento ou diminuição da atividade fermentativa das bactérias, que por sua vez influenciam nas características físico-químicas do produto. O leite em pó (integral, semidesnatado ou desnatado) tem sido amplamente utilizado com o objetivo de alcançar a concentração de sólidos necessária para a melhoria de sua consistência<sup>(37)</sup>. Porém, nessa pesquisa, a adição de 4% de leite em pó não foi suficiente para promover alterações sobre o tempo de fermentação dos iogurtes ( $p > 0,05$ ), contrariando os achados de Martínéz et al.<sup>(38)</sup>.

A legislação brasileira não estabelece limites em relação ao pH de iogurtes<sup>(36)</sup>. Valores de pH entre 3,7 a 4,6 são normalmente encontrados nos iogurtes e valores entre 4,6 a 4,7 são considerados próximos do ideal, pois o produto nessa faixa não se apresenta excessivamente amargo ou ácido<sup>(37)</sup>. Os quatro tipos de iogurte apresentaram valores de pH de 4,4, 4,5, 4,7 e 4,6 no final da fermentação, respectivamente, para T1, T2, T3 e T4. No início da fermentação, todos os quatro tipos de iogurte permaneceram estabilizadas por aproximadamente 80 minutos e então começaram a decrescer até o final das 6 horas de fermentação (Figura 3). Valores semelhantes foram observados por Fernandes et al.<sup>(7)</sup>, com pH de 4,6 para o iogurte com baixa CCS e 4,5 para iogurte com elevada CCS. Oliveira et al.<sup>(5)</sup> concluíram que o pH do iogurte produzido com leite com diferentes níveis de CCS não é diferente ( $p > 0,05$ ).

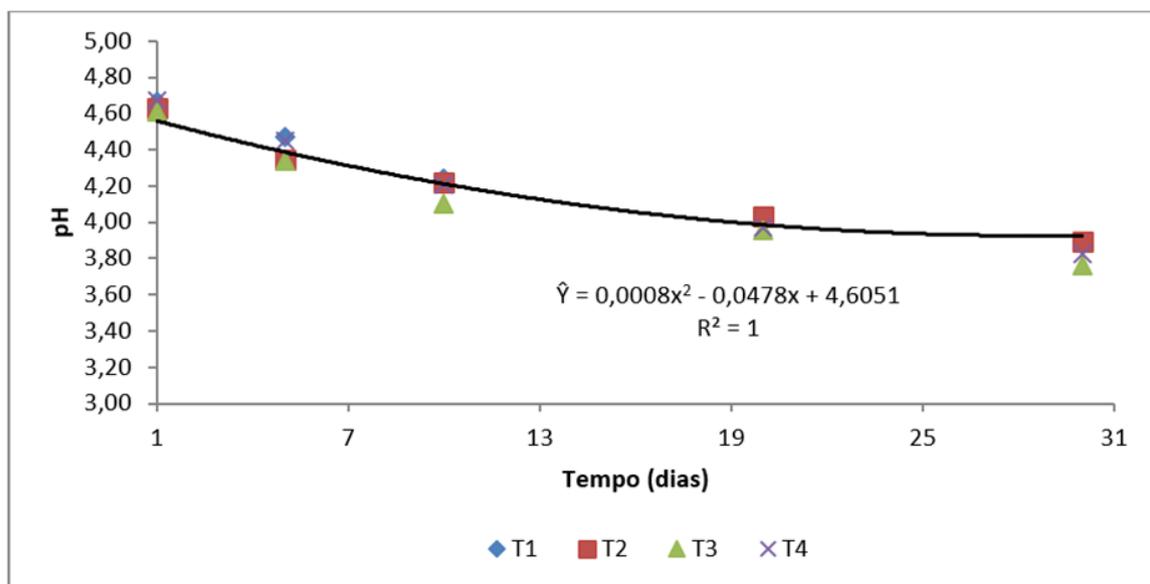
Analisando a qualidade do iogurte durante seu armazenamento, verificou-se que a CCS do leite não influenciou as características físico-químicas dos iogurtes ( $p > 0,01$ ) (Figuras 4, 5 e 6). Os teores de acidez expressos em ácido láctico, pH e sinérese foram influenciados apenas pelo tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ).

Ao comparar os valores de pH e acidez expressa em ácido láctico obtidos durante o período de armazenamento refrigerado dos iogurtes (Figuras 4 e 5), verifica-se que houve aumento no valor de acidez e decréscimo no valor do pH, em virtude da produção contínua de ácidos pelas bactérias lácticas.

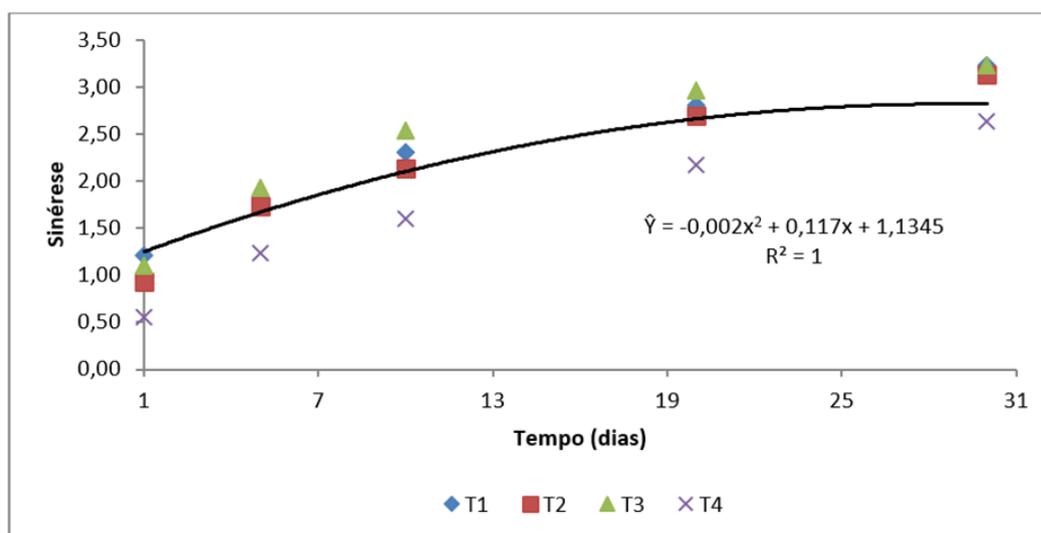
No primeiro dia de análise, os valores de acidez expressos em ácido láctico para os tipos de iogurtes, T1, T2, T3 e T4, foram de 0,54%, 0,56%, 0,52% e 0,56%, respectivamente, aumentando gradativamente até alcançar 0,89%, 0,94%, 0,91% e 0,95% no 30º dia, correspondente ao período final de armazenamento (Figura 4). Segundo Gallina et al.<sup>(39)</sup>, os iogurtes estão sujeitos ao decréscimo de pH e aumento da acidez durante o armazenamento refrigerado, em decorrência da persistente atividade das bactérias durante o armazenamento do produto. Fernandes et al.<sup>(7)</sup> observaram aumento da acidez de 0,69% de ácido láctico no primeiro dia após a fabricação para 0,72% no 30º dia de armazenamento para o iogurte com baixa CCS, e o aumento da acidez de 0,70% de ácido láctico no primeiro dia após a fabricação para 0,76% no iogurte com leite contendo mais de 800.000 CS/mL ( $p < 0,05$ ).



**Figura 4.** Valores médios de acidez (% de ácido láctico) durante o tempo de armazenamento do iogurte tradicional elaborado com baixa CCS (T1), iogurte adicionado de sólidos elaborado com baixa CCS (T2), iogurte tradicional elaborado com elevada CCS (T3) e iogurte adicionado de sólidos elaborado com elevada CCS (T4).



**Figura 5.** Valores médios de pH durante o tempo de armazenamento do iogurte tradicional elaborado com baixa CCS (T1), iogurte adicionado de sólidos elaborado com baixa CCS (T2), iogurte tradicional elaborado com elevada CCS (T3) e iogurte adicionado de sólidos elaborado com elevada CCS (T4).



**Figura 6.** Valores médios de sinérese durante o tempo de armazenamento do iogurte tradicional elaborado com baixa CCS (T1), iogurte adicionado de sólidos elaborado com baixa CCS (T2), iogurte tradicional elaborado com elevada CCS (T3) e iogurte adicionado de sólidos elaborado com elevada CCS (T4).

Estudos realizados por Donkor et al.<sup>(40)</sup> mostraram que em iogurtes armazenados sob refrigeração a acidez titulável pode apresentar alterações em maior ou menor grau, dependendo do valor inicial dela, da temperatura de refrigeração, do tempo de armazenamento e do poder de pós-acidificação das culturas utilizadas. O aumento da acidez titulável é diretamente proporcional à temperatura e ao tempo de armazenamento<sup>(41)</sup>.

No primeiro dia de análise, os valores de pH para quatro os tipos de iogurtes, T1, T2, T3 e T4, foram de 4,7; 4,6; 4,6 e 4,7, respectivamente, reduzindo gradativamente até alcançar 3,9; 3,9; 3,8 e 3,8 no 30º dia, correspondente ao período final de armazenamento (Figura 5). Luz et al.<sup>(42)</sup> observaram diminuição de pH em iogurtes durante o período de 30 dias de armazenamento.

Conforme Damini et al.<sup>(43)</sup>, a redução do pH dos iogurtes nos sete primeiros dias de armazenamento está relacionada à hidrólise de lactose e produção de ácido lático e galactose, mostrando a existência da atividade metabólica da bactéria láctica. O valor de pH implica na atividade metabólica das bactérias, podendo favorecer determinado grupo em detrimento de outro, e no iogurte as bactérias do gênero *Lactobacillus* crescem e toleram valores de pH mais baixos que *Streptococcus* spp..

O valor do pH é importante, pois o iogurte com baixa acidez (pH < 4,6) favorece a separação do soro decorrente da não adequada formação do gel. Por outro lado, em pH inferior a 4,0 pode ocorrer contração do coágulo, devido à redução da hidratação das proteínas, também conduzindo ao dessoramento do produto<sup>(44)</sup>.

A sinérese é um fenômeno causado pela liberação espontânea de soro, acompanhada pela redução do seu volume e intensificado por mudanças na temperatura, pH e fatores mecânicos<sup>(45)</sup>. A sinérese não foi influenciada pela CCS do leite e sim pelo do tempo de armazenamento que favoreceu o aumento da produção do soro na superfície dos iogurtes ( $p < 0,05$ ).

No primeiro dia de análise, os valores de sinérese para os tipos de iogurtes, T1, T2, T3 e T4, foram de 1,22%, 0,93%, 1,10% e 0,55%, respectivamente, aumentando gradativamente até alcançar 3,23%, 3,13%, 3,23% e 2,63% no 30º dia, correspondente ao período final de armazenamento (Figura 6).

Observa-se que houve produção de soro em todos os quatro tipos de iogurtes. A adição de leite em pó na elaboração dos iogurtes ajuda a melhorar a firmeza e a reduzir a sinérese no produto<sup>(37)</sup>. Porém, a adição realizada nesse experimento não foi suficiente para alcançar esses objetivos, pois houve dessoragem nos iogurtes que tinham leite em pó na sua constituição. Küçükçetin<sup>(46)</sup> também não encontrou efeito da adição de sólidos sobre a sinérese.

## Conclusão

A utilização de leite com elevada CCS não interferiu no tempo de fermentação e no crescimento da cultura láctica utilizada na elaboração dos iogurtes durante as seis horas de fermentação e nas características de acidez, pH e sinérese dos iogurtes.

A adição do leite em pó na confecção do iogurte adicionado de sólidos não foi suficiente para promover mudanças no índice de sinérese entre os dois tipos de produto, assim como a CCS do leite cru também não afetou essa resposta.

## Referências

1. Ramos T M, Gajo AA, Pinto SM, Abreu LR, PINHEIRO AC. Perfil de textura de Labneh (iogurte grego). Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes. 2009; 64(369): 8-12.
2. Oliveira CAF, Fonseca LFL, Germano PML. Aspectos relacionados à produção, que influenciam a qualidade do leite. Higiene Alimentar. 1999;13(62):10-13.
3. Magalhães HR, El Faro L, Cardoso VL, Paz CCP, Cassoli LD, Machado PF. Influência de fatores ambientais sobre a contagem de células somáticas e sua relação com perdas na produção de leite de vacas da raça Holandesa. Revista Brasileira de Zootecnia. 2006; 35(2): 415-421.
4. Santos MV. Alto nível de CCS prejudica leite e derivados [Internet]. Revista Mundo do Leite; 2015 Aug 12 [cited 2016 Jan 15]. Available from: <http://www.portaldbo.com.br/mundo-do-leite/artigos/alto-nivel-de-ccs-prejudica-leite-e-derivados/13465>. Portuguese.
5. Oliveira CAF, Fernandes AM, Cunha Neto OC, Fonseca LFL, Silva EOT, Balian SC. Composition and sensory evaluation of whole yogurt produced from milk with different somatic cell counts. The Australian Journal of Dairy Technology. 2002; 57(3):192-196.
6. Vivar-Quintana AM, DE LA Mano EB, Revilla I. Relationship between somatic cell counts and the

properties of yoghurt made from ewes' milk. *International Dairy Journal*. 2006; 16:262-267.

7. Fernandes AM, Oliveira CAF, Lima CG. Effects of somatic cell counts in milk on physical and chemical characteristics of yogurt. *International Dairy Journal*. 2007; 17:111-115.

8. Simoes TVMD, Oliveira AA, Teixeira KM, Rodrigues Junior AS, Freitas IM. Identificação laboratorial de *Staphylococcus aureus* em leite bovino. 1 st ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 2013. 15p. Portuguese.

9. Cunha RPL, Molina LR, Carvalho AU, Facury Filho EJ, Ferreira PM, Gentilini MB. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite de vacas da raça Holandesa. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 2008; 60(1):19-24.

10. EMBRAPA, Sistemas de Produção de Leite para diferentes regiões do Brasil. [Internet]. Embrapa Gado de Leite; 2011 Nov [cited 2015 dez 13]. Available from: <http://www.cnpqi.embrapa.br/sistemaproducao/>. Portuguese.

11. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk and Milk Products. Determination of Nitrate and Nitrite. Brussels: International Dairy Federation. 2003. 189p.

12. Abreu, L. R. de. Tecnologia e aproveitamento do leite. Lavras: FAEPE. 1997. 149 p.

13. BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 68, de 12 dezembro de 2006 – Oficializar os Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos, para Controle de Leite e Produtos Lácteos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília*, 2006. Portuguese.

14. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. Milk: enumeration of somatic cell. IDF Standard 148A. Brussels: International Dairy Federation. 1995. 8p.

15. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF) ISO 9622:2013 (IDF 141) Milk and liquid milk products - Guidelines for the application of mid-infrared spectrometry, 2013.

16. BENTLEY INSTRUMENTS INC. Bactocount 150 operator's manual. Chaska: Bentley Instruments Inc. 2002. 49p.

17. Tamime AY, Barrantes EA, Sword M. The effects of starch-based fat substitutes on the microstructure of set-style yogurt made from reconstituted skimmed milk powder. *Journal of Society of Dairy Technology*. 1996; 49(1):1- 10.

18. Ferreira D. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*. 2014; 38(2):109-112.

19. Brito AS, Nobre FV, Fonseca JRR. Bovinocultura leiteira: informações técnicas e de gestão [Internet]. Natal: SEBRAE/RN; 2009 Dec 01 [cited 2016 Feb 11]. Available from: [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/59F7F0013C0E7280832576EB00692AFE/\\$File/NT00043CA6.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/59F7F0013C0E7280832576EB00692AFE/$File/NT00043CA6.pdf). Portuguese.

20. SANTOS MV, FONSECA LFL. Estratégias para controle de mastite e melhoria da qualidade do leite. 1nd ed. Barueri: Manole; 2007. p. 314. Portuguese.

21. Vianna PCB, Mazal G, Santos MV, Bolini HMA, Gigante ML. Microbial and sensory changes throughout the ripening of Prato cheese made from milk with different levels of somatic cells. *Journal of Dairy Science*. 2008; 91:1743-1750.

22. Najafi NM, Mortazavi SA, Koocheki A, Khorami J, Rekik B. Fat and protein contents, acidity and somatic cell counts in bulk milk of Holstein cows in the Khorosan Razavi Province, Iran. *International Journal of Dairy Technology*. 2009; 62:19-26.

23. Hanuš O, Vegricht J, Frelích J, Macek A, Bjelka M, Louda F, Janů L. Analysis of raw milk quality according to free fatty acid contents in the Czech Republic. *Czech Journal Animal Science*. 2008; 53(1):17-30.
24. Machado PF, Pereira AR, Sarríes GA. Composição do leite de tanques de rebanhos brasileiros distribuídos segundo sua contagem de células somáticas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2000; 29(6):1883-1886.
25. BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal-RIISPOA. Decreto 9.013 de 29 de março de 2017. 248 art. 69 p. 2017 Portuguese.
26. Harmon RJ. Physiology of mastitis and factors affecting somatic cell counts. *Journal of Dairy Science*. 1994;77(7):2103-2112.
27. Mazal G, Vianna PCB, Santos MV, Gigante ML. Effect of somatic cell count on prate cheese composition. *Journal of Dairy Science*. 2007; 90:630-636.
28. Sabedot MA, Pozza MSS, Pozza PC, Almeida RZ, Nunes RV, Eckstein II. Correlação entre contagem de células somáticas, parâmetros microbiológicos e componentes do leite em amostras de leite *in natura*. *Arquivo de Ciência Veterinária e Zootecnia*. UNIPAR. 2011;14(2):101-106.
29. Matioli GP, Pinto SM, DE Abreu LR, Xavier L, Teixeira LAM. Influência do leite proveniente de vacas mastísticas no rendimento do queijo minas frescal. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*. 2000; 54(313): 38-45.
30. Silva LFP, Pereira AR, Machado PF, Sarriés GA. Efeito do nível de células somáticas sobre os constituintes do leite II – lactose e sólidos totais. *Brazilian Journal Veterinary Research and Animal Science*. 2000;37(4):330-333.
31. Reis LG, Alves AA, Lana AMQ, Coelho SG, Souza MR, Cerqueira MMOP, Penna CFAM, Mendes EDM. Procedimentos de coleta de leite cru individual e sua relação com a composição físico-química e a contagem de células somáticas. *Revista Ciência Rural Brasileira*. 2007;37(4):1134-1138.
32. Lima MCG, Sena MJ, Mota RA, Mendes ES, Almeida CC, SILVA RPPE. Contagem de células somáticas e análises físico-químicas e microbiológicas do leite cru tipo C produzido na região agreste do estado de Pernambuco. *Arquivos do Instituto Biológico*.2006;73(1):89-95.
33. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 07, de 03 de maio de 2016. Altera a Instrução Normativa MAPA nº 62 de 2011, que altera o caput, exclui o parágrafo único e insere os §§ 1º ao 3º, todos do art. 1º, da Instrução Normativa MAPA nº 51, de 18 de setembro de 2002. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília*, 04 de maio de 2016. Seção 1. Portuguese.
34. Viotto WH, Cunha CR. Teor de sólidos do leite e rendimento industrial. In: Albenones JM, Dürr JW, Coelho KO. *Perspectivas e avanços da qualidade do leite no Brasil*. 1nd ed. Goiânia: Talento Gráfica e Editora; 2006. p. 241-258. Portuguese.
35. Okello-Uma I, Marshall VME. Influence of mastitis on growth of starter organisms used for the manufactured of fermented milks. *Journal of Dairy Research*.1986; 53:631-637.
36. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. *Diário Oficial da União, Brasília, DF*, 24 out. 2007. Seção I, p.5. Portuguese.
37. Tamime AY, Robinson R K. *Yogurt: Science and Technology*. 2 st ed. New York: CRC. Press; 2007. 791p.
38. Martínéz C, Becerra M, Cháfer M, Albors A, Carot JM, Chiralt A. Influence of substituting milk powder for whey powder on yogurt quality. *Trends Food Science and Technology*. 2002;13(9):334-340.

39. Gallina DA, Alves ATS, Trento FKHS, Carusi J. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticas durante a vida de prateleira. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde. 2011; 13(14):239-244.
40. Donkor O N, Henriksson A, Vasiljevic T, Shah NP. Effect of acidification on the activity of probiotics in yoghurt during cold storage. International Dairy Journal. 2006; 16(10):1181-1189.
41. Pimentel TC. Iogurte probiótico com fruta tipo inulina de diferentes graus de polimerização: características físico-químicas e microbiológicas e estabilidade ao armazenamento. Ciências Agrárias. 2012; 33(3):1059-1070.
42. Luz LM, Sprangoski AL, Bortolozo EAFQ. Processo de produção de "iogurte de soja" na unidade de produção de alimentos. Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimento em Tecnologia de Alimentos. 2007; 1: 41-46.
43. Damin MR, Alcântara MR, Nunes AP, Oliveira MN. Effects of milk supplementation with skim milk powder, whey protein concentrate and sodium caseinate on acidification kinetics, rheological properties and structure of nonfat stirred yogurt. Food Science of Technology. 2009; 42(10):1744-1750.
44. Brandão SCC. Tecnologia da produção industrial de iogurte. Leite e Derivados. 1995; 5(25):24-38.
45. Françoise KA, Kablan T, Kamenan A, Lagaude A. Rheological and Biochemical Properties of Acidified Milk/ Pectin Co- Gels. European Journal of Scientific Research. 2009; 259(4):584-596.
46. Kücücetin A. Effect of heat treatment of skim milk and final fermentation pH on graininess and roughness of stirred yogurt. International Journal of Dairy Technology. 2008; 61(4):385-390.