

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDRÉIA DI MARTINS CARMO COSTA

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E  
ALTERAÇÕES EM LEITE UHT (UAT) PRODUZIDO NO  
ESTADO DE GOIÁS AO LONGO DA ESTOCAGEM.**

Goiânia  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ANDRÉIA DI MARTINS CARMO COSTA

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E  
ALTERAÇÕES EM LEITE UHT (UAT) PRODUZIDO NO  
ESTADO DE GOIÁS AO LONGO DA ESTOCAGEM.**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

**Orientador:** Prof. Dr. Celso José de Moura

Goiânia  
2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

ANDRÉIA DI MARTINS CARMO COSTA

**AVALIAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E  
ALTERAÇÕES EM LEITE UHT (UAT) PRODUZIDO NO  
ESTADO DE GOIÁS AO LONGO DA ESTOCAGEM.**

Dissertação DEFENDIDA e APROVADA em 14 de junho de 2010,  
pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Edmar Soares Nicolau  
Membro - EV/UFG.

---

Prof<sup>ª</sup> Dra. Katiuchia Pereira Takeuchi  
Membro - EA/UFG.

---

Prof. Dr. Celso José de Moura  
Orientador - EA/UFG.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, pelo amor incondicional.  
Aos meus filhos, simplesmente por existirem  
e por fazerem minha vida mais feliz.  
Ao meu marido, pelo incentivo e compreensão.

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela vida, pelo amor a todos nós seus filhos, pelas oportunidades frequentes de aprendizado e de recomeço, pelo amparo... Por tudo!

À minha família, que eu tanto amo! Ao meu pai, Vilma, Alexandre e Thiago, por me acolherem em sua casa nas semanas em que eu precisava ficar em Goiânia, devido às aulas e análises no laboratório. À minha mãe, Roberta e Breno, por fazerem o mesmo. À minha irmã Patrícia e ao meu cunhado Rick Pfrogner, por me auxiliarem com o *abstract*. Ao meu marido, por me proporcionar o retorno aos estudos e, assim, eu poder chegar até aqui. Aos meus filhos, por compreenderem minha ausência durante a pós-graduação. A todos meu eterno agradecimento e amor!

Às grandes amigas que fiz durante o mestrado, Karla “grupo” Ananias, Adriane Melo, Fernanda Becker e July-Ana Tavares, pelos momentos de estudo juntas e pelos sensacionais jantares de confraternização. Amizades para toda vida e que estarão pra sempre no meu coração!

Com carinho também agradeço aos amigos: Flávio Vilela, Ludmila Czedler, Giselle Paixão e Janaína Macedo, pelo companheirismo.

A todos os colegas pós-graduandos e ao corpo docente do PPGCTA, pela convivência engrandecedora nas disciplinas e inesquecíveis momentos em sala de aula. Muito obrigada!

À Universidade Federal de Goiás, pela oportunidade de realização de um projeto profissional tão importante na minha vida! À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UFG e aos funcionários, por terem sido sempre incentivadores e solícitos, agradeço de coração.

A toda equipe de laboratórios da Escola de Engenharia de Alimentos, em especial ao Deivid, D. Tânia e Adriana Régia, pela ajuda com as análises e por serem tão prestativos e facilitarem nosso acesso, aos sempre tão requisitados, laboratórios. À Marinna Barros pela ajuda com a preparação dos solventes e reagentes, agradeço.

Ao Prof. Dr. Celso José de Moura pela orientação e pela lição de vida, obrigada!

Aos meus colegas e alunos da Universidade Estadual de Goiás, pelo incentivo e compreensão com as mudanças dos horários de trabalho, em especial, agradeço a diretora da unidade de São Luís de Montes Belos, Prof<sup>a</sup> Dra. Aracele Pinheiro Pales dos Santos e a coordenadora do curso de Tecnologia em Laticínios, Prof<sup>a</sup> Abilene Lyra.

E por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse projeto.

"A auto-satisfação é inimiga do estudo.  
Se quisermos realmente aprender alguma coisa, devemos começar por libertar-nos disso.  
Em relação a nós próprios devemos ser insaciáveis na aprendizagem  
e em relação aos outros, insaciáveis no ensino."  
(Mao Tse-Tung)

## RESUMO

Com o objetivo de avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e alterações que ocorrem em leite UHT (UAT) processado no Estado de Goiás, durante seu armazenamento foi feito um estudo entre agosto e dezembro de 2008, por 135 dias, com leite UHT (UAT) de todas as marcas processadas no Estado. Foram coletadas amostras de leite cru refrigerado nos silos de estocagem de leite das indústrias, para análises físico-químicas e microbiológicas. Foi feito o acompanhamento do processamento do leite desse mesmo silo pelo sistema UHT (UAT). De cada indústria foi coletado um pacote embalado, contendo doze caixas cartonadas de um litro de leite, para análises físico-químicas, microbiológicas, teor de compostos nitrogenados e para verificação de ocorrência de sedimentação e de gordura separada do leite. As amostras de leite cru refrigerado foram colocadas em caixas isotérmicas contendo gelo e as amostras do leite UHT envasado foram encaminhadas aos laboratórios de Microbiologia e de Laticínios da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG). As análises físico-químicas do leite cru se apresentaram de acordo com os parâmetros preconizados pela legislação, com exceção do leite de três marcas, com valores de crioscopia, extrato seco desengordurado e extrato seco total. Ao longo do período de estocagem os resultados das análises de Alizarol apresentaram-se normais para o leite UHT (UAT) de todas as marcas, com exceção do leite da marca “E”, sendo esse leite o que teve mais resultados fora dos padrões estabelecidos pela legislação. Todas as amostras de leite estavam dentro dos padrões para acidez Dornic e pH. Os índices de densidade estavam normais, mas decresceram durante o estocamento. Os valores de crioscopia estavam dentro dos padrões, mas altos e os valores de extrato seco total e extrato seco desengordurado apresentaram-se baixos e em desacordo com a legislação no leite UHT (UAT) de todas as marcas. Os teores de gordura se apresentaram abaixo do teor mínimo de 3% preconizado pela legislação. Os resultados em conjunto são sugestivos de adição de água durante o processamento. Foram encontradas contagens superiores aos estabelecidos pela legislação para bactérias psicrófilas e Aeróbios Mesófilos no leite cru refrigerado. No leite UHT (UAT) apenas o leite de uma marca estava em desacordo com os parâmetros preconizados pela legislação para esporos termorresistentes de Aeróbios Mesófilos. Foi verificado aumento progressivo de sedimentação e de gordura separada do leite durante a estocagem e observada gelificação no leite de uma marca aos 135 dias de estocagem. Conclui-se que as características físico-químicas, do leite UHT (UAT), quando comparadas ao leite cru de origem, se alteraram negativamente e que a matéria-prima, o tipo de processamento térmico e o tempo de estocagem em temperatura ambiente são possíveis indicativos da origem das modificações ocorridas ao longo da vida-de-prateleira do leite UHT (UAT).

**Palavras-chave:** conservação de alimentos; métodos; laticínios; microbiologia.

## ABSTRACT

With the objective of evaluating the physical/chemical, microbiological characteristics and the changes that occur in UHT milk (UAT) processed in the State of Goiás during its storage for 135 days, a study was done between August and December 2008 with all the companies that produced UHT milk (UAT) processed in the State. Samples were collected from refrigerated raw milk stored in milk storage silos of industry for analysis of their physical/chemical and microbiological characteristics. From each company, twelve one liter cartons of milk were collected for analysis of their physical/chemical and microbiological properties as well as nitrogen compounds and the amount of fat separation from the milk and sedimentation within each sample. The samples were sent to the laboratories of Microbiology and Dairy of the School of Agronomy and Food Engineering at the Federal University of Goiás (UFG). The physico-chemical properties of raw milk were in accordance with the parameters established by legislation, except for three brands of milk, with values of freezing point, nonfat milk solids and total solids. The Alizarol test results were normal for UHT milk (UHT) of all brands, except the milk of the mark "E", which has had worst results established by legislation. All milk samples were within the standards for titratable acidity and pH. The density indices were normal, but decreased during the stock. The freezing point values were within the standards, but increased during the storage and the values of total solids and nonfat solids were low and at variance with the laws in UHT milk (UHT) of all brands. The fat found below the minimum content of 3% recommended by the legislation. All results are suggestive of water being added accidentally during processing. Scores were found higher than those established by law for psychotropic and mesophilic aerobic refrigerated raw milk. In UHT milk (UHT) milk from only one mark was at odds as the parameters established by law for heat resistant spores of aerobic mesophiles. It was verified a progressive increase in sedimentation and fat separated from milk during storage and observed age gelation in milk from one brand to 135 days of storage. From the results obtained can be verified that the physicochemical characteristics of UHT milk (UAT), when compared to raw milk source, changed negatively and that the raw material, the type of thermal processing and storage time at room temperature are possible causes for the changes that occurred throughout the shelf-life UHT milk (UAT).

**Key-words:** dairying; food preservation; methods; microbiology.

## LISTA DE TABELAS

|                  |                                                                                                                                                                                                               |    |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> | Resultados das análises físico-químicas de leite cru refrigerado coletado em silos de estocagem de indústrias de leite UHT (UAT) no Estado de Goiás, no período de julho a dezembro de 2008.....              | 33 |
| <b>Tabela 2.</b> | Resultados das análises de Álcool/Alizarol (%)*, em diferentes concentrações, de leite UHT (UAT), por 135 dias, no ano de 2008, no Estado de Goiás.....                                                       | 34 |
| <b>Tabela 3.</b> | Resultados de análises do pH e de Acidez Dornic de leite UHT (UAT), de diferentes marcas, processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                        | 35 |
| <b>Tabela 4.</b> | Resultados das análises de extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) de diferentes marcas de leite UHT (UAT), processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008..... | 37 |
| <b>Tabela 5.</b> | Contagem de micro-organismos Aeróbios Mesófilos (AM) e de Psicrotróficos (PSI) em leite cru refrigerado coletado em silos das indústrias no período de julho a dezembro de 2008, no Estado de Goiás.          | 39 |
| <b>Tabela 6.</b> | Temperaturas máximas e mínimas medidas na Estação Evaporimétrica do Setor de Engenharia Rural, Escola de Agronomia - UFG, Goiânia/GO, no ano de 2008.....                                                     | 42 |

## LISTA DE FIGURAS

|                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Produção e consumo de leite fluido, mundial e Brasil - 2006/07 a 2017/18, em bilhões de litros.....                                                                                                                                                      | 15 |
| <b>Figura 2.</b>  | Mapa da localização aproximada das indústrias processadoras de leite UHT (UAT) no Estado de Goiás e a localização aproximada da região proveniente do leite fornecido a essas indústrias.....                                                            | 30 |
| <b>Figura 3.</b>  | Fluxograma de condução do experimento com o leite cru refrigerado e UHT (UAT) de cada indústria de laticínios, no período de julho a dezembro de 2008, no Estado de Goiás.....                                                                           | 30 |
| <b>Figura 4.</b>  | Gelificação em leite UHT (UAT) da marca “E”, processado no Estado de Goiás, aos 135 dias de estocagem, no ano de 2008.....                                                                                                                               | 36 |
| <b>Figura 5.</b>  | Resultados das análises de Crioscopia de diferentes marcas de leite UHT (UAT) processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                                                                               | 37 |
| <b>Figura 6.</b>  | Resultados das análises de densidade de diferentes marcas de leite UHT (UAT), processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                                                                               | 37 |
| <b>Figura 7.</b>  | Resultados do teor de gordura do leite UHT (UAT) (A); Butirômetros com gordura em teores abaixo do preconizado pela legislação (B), em leite UHT (UAT) de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008..... | 39 |
| <b>Figura 8.</b>  | Resultados de contagem de Aeróbios Mesófilos em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                                                                       | 40 |
| <b>Figura 9.</b>  | Resultados das análises de quantificação de sedimentos no fundo da caixa do leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                                           | 41 |
| <b>Figura 10.</b> | Ocorrência de sedimentação no fundo da caixa de leite (A); Remoção de sedimentos da caixa de leite (B), em leite UHT (UAT) de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                             | 42 |
| <b>Figura 11.</b> | Resultados das análises de quantificação de compostos nitrogenados em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                                                                 | 42 |
| <b>Figura 12.</b> | Gordura separada do leite UHT (UAT) e aderida à caixa (A); Remoção da gordura aderida na caixa de leite em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.....                            | 44 |

**Figura 13.** Resultados das análises de quantificação de massa de gordura separada do leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008..... 44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                |                                                     |
|----------------|-----------------------------------------------------|
| <b>AM:</b>     | micro-organismos Aeróbios Mesófilos                 |
| <b>BSP:</b>    | micro-organismos <i>Bacillus sporothermodurans</i>  |
| <b>CPP:</b>    | Contagem Padrão em Placas                           |
| <b>CBT:</b>    | Contagem Bacteriana Total                           |
| <b>D0:</b>     | Dia zero, dia inicial de condução do experimento.   |
| <b>°D:</b>     | Graus Dornic                                        |
| <b>ESD:</b>    | Extrato Seco Desengordurado                         |
| <b>EST:</b>    | Extrato Seco Total                                  |
| <b>FUHT:</b>   | <i>Commercial Fresh Ultra High Temperature</i>      |
| <b>°H:</b>     | Graus Hortvet                                       |
| <b>HTST:</b>   | <i>High Temperature in Short Time</i>               |
| <b>IN:</b>     | Instrução Normativa                                 |
| <b>UAT:</b>    | Ultra Alta Temperatura                              |
| <b>UHT:</b>    | <i>Ultra High Temperature</i>                       |
| <b>MAPA:</b>   | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. |
| <b>NT:</b>     | Nitrogênio Total                                    |
| <b>NNC:</b>    | Nitrogênio Não-Caseínico                            |
| <b>NNP:</b>    | Nitrogênio Não-Proteico.                            |
| <b>PCA:</b>    | <i>Plate Count Agar</i>                             |
| <b>PSI:</b>    | micro-organismos Psicrotróficos                     |
| <b>RTIQ:</b>   | Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade       |
| <b>RUHT:</b>   | <i>Recombined Ultra High Temperature</i>            |
| <b>UFC/mL:</b> | Unidades Formadoras de Colônia/mL.                  |
| <b>UFG:</b>    | Universidade Federal de Goiás                       |

## SUMÁRIO

|          |                                                                                   |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                                            | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>                                                 | <b>14</b> |
| 2.1      | Leite.....                                                                        | 14        |
| 2.2      | Mercado do leite.....                                                             | 14        |
| 2.3      | Leite UHT (UAT).....                                                              | 16        |
| 2.4      | Vida-de-prateleira do leite UHT (UAT).....                                        | 17        |
| 2.5      | Legislação brasileira para leite cru refrigerado e UHT (UAT).....                 | 18        |
| 2.6      | Alterações no leite UHT (UAT) durante a estocagem.....                            | 19        |
| 2.6.1    | <b>Proteínas do leite.....</b>                                                    | <b>22</b> |
| 2.6.2    | <b>Sedimentação em leite UHT (UAT).....</b>                                       | <b>23</b> |
| 2.6.3    | <b>Alterações na gordura do leite UHT (UAT).....</b>                              | <b>24</b> |
| 2.6.4    | <b>Alterações microbiológicas em leite UHT (UAT).....</b>                         | <b>25</b> |
| <b>3</b> | <b>OBJETIVOS.....</b>                                                             | <b>28</b> |
| 3.1      | OBJETIVO GERAL.....                                                               | 28        |
| 3.2      | OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                                        | 28        |
| <b>4</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                                                    | <b>29</b> |
| 4.1      | MATERIAL.....                                                                     | 29        |
| 4.2      | MÉTODOS.....                                                                      | 31        |
| 4.2.1    | <b>Análises físico-químicas do leite cru refrigerado e leite UHT (UAT).....</b>   | <b>31</b> |
| 4.2.2    | <b>Análises microbiológicas do leite cru refrigerado e do leite UHT (UAT)....</b> | <b>31</b> |
| 4.2.3    | <b>Análises dos compostos nitrogenados do leite UHT (UAT).....</b>                | <b>32</b> |
| 4.2.4    | <b>Quantificação da sedimentação no fundo da caixa de leite UHT (UAT).....</b>    | <b>32</b> |
| 4.2.5    | <b>Quantificação da massa de gordura separada do leite UHT (UAT).....</b>         | <b>33</b> |
| 4.2.6    | <b>Análise estatística.....</b>                                                   | <b>33</b> |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                                                | <b>34</b> |
| 5.1      | Resultados das análises físico-químicas do leite cru refrigerado.....             | 34        |
| 5.2      | Resultados das análises físico-químicas do leite UHT (UAT).....                   | 35        |
| 5.3      | Resultados das análises microbiológicas do leite cru refrigerado e UHT (UAT)..... | 39        |
| 5.4      | Resultados das análises de sedimentação no leite UHT (UAT).....                   | 42        |
| 5.5      | Resultados das análises de gordura e de gordura separada do leite UHT (UAT).....  | 43        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES.....</b>                                                            | <b>46</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                           | <b>47</b> |
|          | <b>APÊNDICES.....</b>                                                             | <b>54</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

O leite UHT é o leite processado em *Ultra High Temperature* (UAT) tem larga preferência pelo consumidor e, em relação aos atributos que considera para escolha do tipo de leite que consome, está a conveniência de sua embalagem, por ser menos perecível e por poder ser armazenado em temperatura ambiente.

As características físico-químicas podem indicar a qualidade do leite, entretanto, o RTIQ (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade) do leite UHT (UAT), preconiza como seus parâmetros físico-químicos mínimos de qualidade, apenas o teor de gordura, acidez, estabilidade ao etanol/alizarol e ESD (Extrato Seco Desengordurado). Para verificação dos outros parâmetros como o pH, densidade relativa e crioscopia, precisa-se utilizar o RTIQ do leite cru refrigerado.

O processamento térmico do leite UHT (UAT) é feito em temperaturas de 130 °C a 150 °C, de dois a quatro segundos, mas não altera significativamente seu valor nutritivo e tem alta eficiência quando utiliza matéria prima adequada, porém, o leite cru pode ter sua qualidade alterada, desde a ordenha deficiente em condições higiênico-sanitárias e devido ao armazenamento refrigerado por tempo superior ao estabelecido pela legislação, na propriedade rural, durante o transporte e no silo de estocagem de leite da indústria.

Durante a armazenagem do leite UHT (UAT), em temperatura ambiente, suas características físico-químicas podem se alterar diminuindo sua qualidade negativamente. Também pode haver ocorrência de sedimentação na caixa do leite, gordura separada do leite e gelificação do produto, sendo a presença de micro-organismos no leite cru, e possivelmente o processamento térmico, pelo sistema UHT (UAT), indicativos da origem dessas alterações ao longo da estocagem.

Diante de alterações como essas, o leite longa vida ou de “caixinha”, como é popularmente conhecido, pode ter o prazo de validade menor que os seis meses permitidos pela legislação, ou que os quatro meses recomendados pela indústria de laticínios, sendo necessários estudos para verificação das alterações para melhor conhecimento das causas e posterior aprimoramento da qualidade do leite UHT (UAT).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Leite

Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outras espécies deve denominar-se segundo a espécie da qual proceda (BRASIL, 2002a). Ou seja, o leite de outros animais, que não sejam bovinos, deve ter sua denominação especificada no rótulo da embalagem do produto. Mas, pode-se dizer que, de forma geral, os leites de vaca e de búfala são preferidos pelo consumo direto aos de cabra e de ovelha, sendo estes dois últimos consumidos mais de forma indireta, como queijos (EBING et al., 2005).

Do ponto de vista biológico Pereda et al. (2005), classificam o leite como o produto da secreção das glândulas mamárias de fêmeas mamíferas, cuja função natural é a alimentação dos filhotes. Quanto ao aspecto físico-químico, González (2001) define o leite como sendo uma emulsão de glóbulos de gordura e uma suspensão de micelas de caseína (caseína, cálcio e fósforo) em uma fase aquosa, que contém solubilizadas moléculas de lactose, proteínas do soro do leite e alguns minerais, sendo os leucócitos a parte da fase suspendida”.

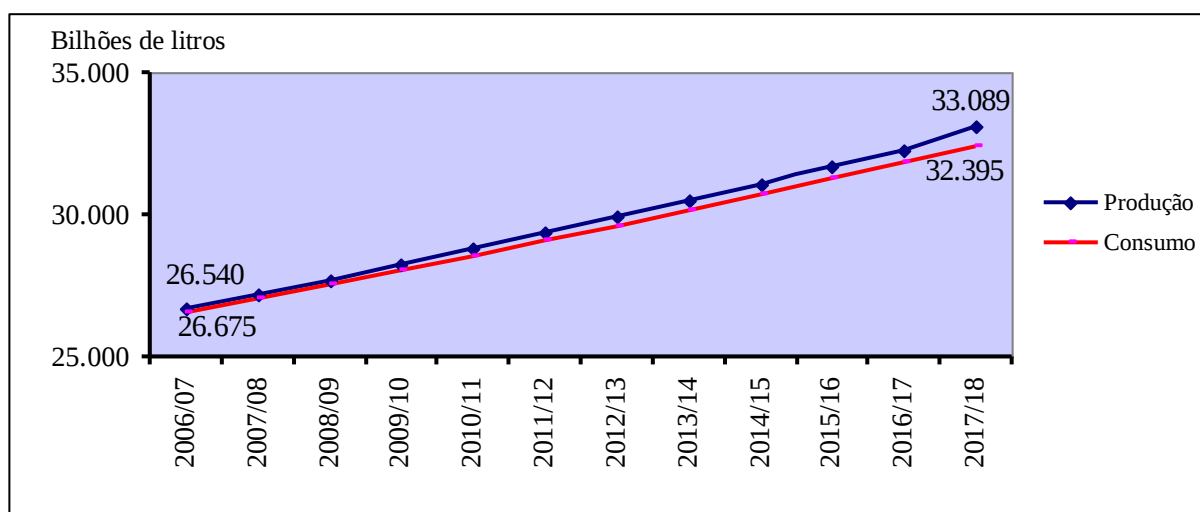
O leite também pode ser descrito como um líquido uniforme, mas turvo, quando observado sob um microscópio com pequeno aumento (5x). Numa ampliação de 500x, glóbulos de gordura podem ser vistos. Enquanto em uma maior ampliação (50.000x), as micelas de caseína podem ser visualizadas (GOFF, 2009).

### 2.2 Mercado do leite

Em 2008 houve aumento da produção em todos os importantes países exportadores de leite, enquanto que os países consumidores diminuíram suas importações. No Brasil, o consumo de leite nesse mesmo ano apresentou retração devido à inflação dos alimentos causada pela alta do petróleo e do preço dos fertilizantes que elevou em 16% o custo de produção refletindo na cesta básica, no período de setembro/2007 a setembro/2008. Em outros países houve uma desaceleração do consumo ocasionada pela recessão mundial (MARTINS, 2009).

O Brasil apresenta vantagens comparativas no cenário internacional em relação aos demais grandes produtores mundiais de leite, uma vez que esses têm seu crescimento limitado por questões relacionadas à água, meio ambiente, custos de produção, competição por terra, por distorções do mercado, como quotas de produção e subsídios à exportação. Mas, para que esse crescimento ocorra é necessária a ampliação de ações que aumentem o consumo interno, as importações e o fortalecimento da cadeia láctea (ALVIM; LUCCHI; MARTINS, 2009).

Em uma visão prospectiva do agronegócio Mundial e brasileiro para os próximos anos, fundamento para o planejamento estratégico do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Gasques et al. (2009) projetam um acréscimo de produção para o leite de 24 % em relação à atual, a uma taxa anual de 1,92% referente ao período 2007/08 a 2017/18. Já para o consumo a perspectiva no mesmo período é de crescimento a uma taxa anual de 1,84%, atingindo 32,4 bilhões de litros em 2017/2018. Sendo que, em seu limite superior, o consumo de leite poderá atingir 37,1 bilhões de litros no final da projeção (Figura 1).



**Figura 1.** Produção e consumo de leite fluido, mundial e Brasil - 2006/07 a 2017/18, em bilhões de litros.

Fonte: Gasques et al. (2009).

O leite UHT representava no ano de 1993, apenas 14,4% do total das vendas internas do leite fluido brasileiro (Leite UHT (UAT), que Leite tipos A, B, C, desnatados, especiais, reidratado e bebidas lácteas). Já no ano de 2007, passou a representar 70,6% das vendas, um crescimento de 56,2%. A produção leiteira desse tipo de leite aumentou de 449 milhões de

litros no ano de 1993 para 5,038 milhões de litros, no ano de 2007. Nesse mesmo ano foi necessário importar cinco milhões de litros para abastecer o mercado interno, sendo que nenhum litro de leite UHT (UAT) foi exportado nesse mesmo ano de 2007 (ABLV, 2009).

Entre abril e maio de 2009, os preços de leite UHT (UAT), nas gôndolas dos supermercados apresentaram valores maiores que a inflação medida pelo IPCA. O inconveniente dessa questão é que a partir de certo ponto, os consumidores passam a se incomodar com os preços, podendo reduzir o seu consumo ou substituir o leite por outro produto, como por sucos prontos para beber, que hoje estão presentes em 30% das residências e com crescimento de consumo de 30% ao ano (ALVIM; LUCCHI; MARTINS, 2009).

Em relação aos atributos que o consumidor considera para escolha do tipo de leite que consome, o leite UHT (UAT) tem larga preferência (70%) devido à conveniência de sua embalagem e por ser menos perecível (SANTOS, 2003). O tipo de leite, se UHT (UAT), A, B ou C, é a primeira característica observada (35%). O segundo critério é o teor de gordura, se integral, desnatado ou semi-desnatado. A marca do leite é o terceiro critério considerado para o consumo (13%) e o preço representa 12% das opções de compra (CASTRO et al., 2006).

Uma das vantagens de leite tipo UHT (UAT) é de que pode ser produzido em épocas de maior oferta de leite e estocado, para ser comercializado ao longo do ano, podendo formar estoques reguladores (ANDRIOLI et al., 2001). Em pesquisa sobre os hábitos de consumo Santos et al. (2003), verificaram que uma parcela significativa de consumidores (25,9%) prefere adquirir de 10 a 15 litros de leite UHT (UAT) por vez, com o intuito de estocar e assim diminuir a frequência de ida ao local de compra, hábito esse que seria impossível com o leite pasteurizado, que tem no máximo de três a cinco dias de validade, e precisa ser mantido sob refrigeração.

Em virtude do aumento de consumo de leite UHT (UAT) e de sua importância econômica para o mercado de produtos lácteos, torna-se evidente a necessidade de mais pesquisas para que haja aferição mais detalhada dos fenômenos que reduzem a qualidade e a vida-de-prateleira desse leite produzido no Brasil (CUNHA, 2001).

### 2.3 Leite UHT (UAT)

Entende-se por leite UHT (UAT) o leite homogeneizado que foi submetido, durante dois a quatro segundos, a uma temperatura entre 130 °C e 150 °C, mediante um processo térmico de fluxo contínuo, imediatamente resfriado a uma temperatura inferior a 32 °C e

envasado sob condições assépticas em embalagens estéreis e hermeticamente fechadas (BRASIL, 2002a). Este processo é conhecido por “esterilização comercial” porque não destrói totalmente os micro-organismos que estavam presentes no leite e sim nove ciclos logaritmos da sua carga inicial e os que sobrevivem ao processo não causam danos ao leite durante a sua estocagem, mas depois de aberta a embalagem deve ser mantida sob refrigeração (FERREIRA, 2007; GOFF, 2009; PRATA, 2001).

Este procedimento quando utiliza matéria prima adequada tem alta eficiência e deveria ser suficiente para garantir a qualidade do produto e uma vida-de-prateleira maior do que os 120 dias contados a partir da sua data de fabricação, porém devido à baixa qualidade do leite cru refrigerado e estocado desde a unidade produtora, não é bem isso o que acontece, as alterações no leite levam o produto a sofrer alterações e diminuir sua vida-de-prateleira (BIZARI et al., 2003).

O processamento UHT (UAT) não altera significativamente o valor nutritivo do leite, comparando-se com a esterilização convencional feita a uma temperatura de 120 °C entre 15 a 20 min. Com exceção de algumas vitaminas, não há modificações expressivas das proteínas e aminoácidos, lactose, gordura e sais minerais (GUEDES NETO et al., 2002).

## 2.4 Vida-de-prateleira do leite UHT (UAT)

Vida-de-prateleira é o tempo em que um produto pode ser mantido, sob certas condições e sem aparentes modificações indesejáveis. Nesse período, as mudanças podem ser distinguidas no leite de consumo através de decomposições por crescimento bacteriano, pela ação de enzimas nativas ou pela ação de enzimas bacterianas exógenas. Como consequência tem-se a produção de leite ácido, proteólise, lipólise e reações químicas que causam oxidação. Os fatores físico-químicos limitantes da vida-de-prateleira são uma incipiente gelificação, aumento da viscosidade, cremificação, floculação e sedimentação, que podem ser causadas pelos mesmos motivos. Se o leite é armazenado sob condições tropicais pode se danificar devido a *Bacillus stearothermophilus* (BSP) que produz esporos muito resistentes (BYLUND, 1995; WALSTRA et al., 2005).

O período de armazenamento pode levar amostras de leite a alterações significativas em sua composição, sendo a lactose o componente mais alterado em função da degradação em ácido láctico pelos micro-organismos mesofílicos (DÜRR; FONTANELI; MORO, 2001).

O tempo esperado de validade para o leite UHT (UAT) é de seis meses ou mais (GOFF, 2009). A legislação brasileira determina o prazo de validade ou vida-de-prateleira, segundo a produção média atual do estabelecimento, prazo este que, em qualquer situação, não deve exceder o período de seis meses (BRASIL, 2002b), mas o que se encontra no comércio é leite UHT (UAT) com o prazo de validade de quatro meses.

## 2.5 Legislação brasileira para leite cru refrigerado e UHT (UAT)

As características físico-químicas podem indicar a qualidade do leite. Entretanto, em relação a estas características, o RTIQ (Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade) do leite UHT (UAT), preconiza como seus parâmetros físico-químicos mínimos de qualidade, apenas o teor de gordura, acidez, estabilidade ao etanol e ESD (Extrato Seco Desengordurado). Viegas et al., (2006) advertem que a inexistência de uma legislação mais detalhada para o leite UHT (UAT) pode gerar algumas dúvidas quanto à avaliação de alguns parâmetros relacionados à qualidade físico-química desse produto. Prata (2001) sugere que sejam criados limites precisos que contemplem a qualidade físico-química e microbiológica do leite em produtos do tipo “longa-vida”.

O RTIQ do leite UHT (UAT) classifica o leite como integral quando o teor de gordura é de, no mínimo, 3%. Preconiza para a acidez Dornic parâmetros de 0,14 g/100 mL a 0,18 g/100 mL de ácido láctico, determina que o leite deve ser estável à prova de álcool/alizarol a 68% (v/v) e que o ESD deve ser de, no mínimo, 8,2% (m/m) (BRASIL, 1997).

Entende-se por Leite Cru Refrigerado, o produto refrigerado e mantido nas temperaturas constantes estabelecidas no seu RTIQ, transportado em carro-tanque isotérmico da propriedade rural para um Posto de Refrigeração de leite ou estabelecimento industrial adequado, para ser processado, em no máximo 48 horas (BRASIL, 2002a).

Para o leite cru proveniente de diversas fontes, após misturado, o pH varia entre 6,6 e 6,8, com média de 6,7 a 20 °C ou 6,6 a 25 °C. Para o leite cru refrigerado, a matéria gorda deve ter o teor original mínimo de 3g/100g, EST (Extrato Seco Total) mínimo de 11,4% e ESD mínimo de 8,4%. Densidade relativa entre 1,028 e 1,034 a 15/15 °C g/mL, ponto de congelamento máximo de -0,530 °H, equivalente a -512 °C. A acidez Dornic entre 0,14 e 0,18, expressa em gramas de ácido láctico/100 mL e teor de proteínas mínimo, de 2,9 g/100 mL (BRASIL, 2006; BRASIL, 2002a; SILVA et al., 1997).

Ao querer atender esses requisitos e algumas condições para obtenção do padrão de qualidade internacional na indústria e em outras etapas da cadeia produtiva do leite, a legislação brasileira muitas vezes supera as exigências dos regulamentos internacionais. Como exemplo, tem-se a recomendação do resfriamento do leite a 4 °C após a ordenha. Essa temperatura adotada nos Estados Unidos ainda está longe da que grande parcela de produtores rurais brasileiros consegue atingir com sua pouca ou nenhuma tecnificação (VIDOR, 2002).

O resfriamento do leite ainda é dependente da eletrificação rural, que em muitas pequenas propriedades nacionais é inexistente ou de baixa qualidade. O custo do tanque de refrigeração é alto para os que produzem pouco volume de leite e é necessário que haja treinamento para que o produtor saiba operar o equipamento e sanitizá-lo de maneira eficiente. Diante da realidade da produção leiteira no país, significativa parcela de produtores pode passar para informalidade ou abandonar a atividade, caso não haja incentivos substanciais por parte do governo. Também é necessário intensificar o trabalho de conscientização e treinamento pela indústria e órgãos governamentais direcionado aos produtores sobre a obtenção de leite de qualidade, capacitar a mão-de-obra ligada indiretamente e diretamente à produção e conscientizar o consumidor sobre a importância de consumir leite de boa origem e de qualidade (PEDRICO et al., 2009; TIMM; OLIVEIRA, 2009; MARTINS et al., 2008).

## 2.6 Alterações no leite UHT (UAT) durante a estocagem

São consideradas como propriedades físico-químicas do leite o pH, densidade, crioscopia ou índice crioscópico (ponto de congelamento), acidez, ponto de ebulição, calor específico, tensão superficial, viscosidade, condutividade elétrica, sabor, odor e cor (SILVA, et al., 1997; PRATA, 2001; TRONCO, 2008).

Os sais representam menos de 1% do leite, mas influenciam a estabilidade térmica do leite UHT (UAT) à coagulação pelo álcool (PRATA, 2001). O leite tem estabilidade térmica quando é apto ao processamento, ou seja, quando resiste à coagulação pelo calor a uma determinada temperatura e em um dado pH (SILVA, 2004).

Melo JR (2005) encontrou em leite UHT (UAT) estocado por 120 dias, acréscimo inicial de estabilidade ao etanol seguido de decréscimo progressivo. Também encontrou diminuição de pH ao longo da vida-de-prateleira nesse tipo de leite. Hassan, Amjad e Mahmood (2009) averiguaram uma diminuição no pH e aumento de acidez em leite UHT

(UAT) estocado pelo mesmo tempo. Akhtar, Zahoor e Hashmi (2003) observaram um aumento gradual da acidez e diminuição do pH ao longo de 90 dias de estocagem.

Katsuda; Dias; Souza (2009) avaliaram a composição química e físico-química do leite UHT (UAT) integral de diversas marcas comercializadas nas cidades de Londrina e Maringá-PR. Verificaram a acidez titulável abaixo do limite estabelecido pela legislação em 20% das amostras, sendo que somente uma amostra apresentou elevada acidez, indicando possível problemas com a qualidade da matéria prima.

Andrioli et al. (2001) analisaram leite UHT (UAT) e encontraram em apenas doze amostras (12/50), valores de acidez acima do permitido pela legislação. Os demais valores das análises físico-químicas estavam dentro dos padrões preconizados pela Legislação.

Gaucher et al. (2008b), estudando leite UHT(UAT) semi-desnatado por 180 dias de armazenamento, perceberam que a estabilidade térmica foi maior quando a temperatura de armazenamento foi menor, entre 4 °C a 20 °C. À temperatura de 40 °C, observaram baixos valores no teste de estabilidade que não consideraram significativos, apesar dos altos valores encontrados em teste de fosfato e do pH ter caído até 6,2 ao final do experimento. Os autores concluíram que a variação da estabilidade térmica de leite UHT (UAT) durante a armazenagem pode ter ocorrido devido às complexas reações e modificações que acontecem no leite, que dificultaram o estabelecimento de interpretações sobre o comportamento realístico das condições do produto. Dentre essas modificações estão a reação de Maillard (sendo que esta aumenta a estabilidade), degradação da lactose, proteólise e também outras mudanças bioquímicas.

Abdulramhman, Alkanhal e Abu-Lehia (1995), encontraram influência do tempo e da temperatura durante a estocagem de leite UHT (UAT), FUHT (*Commercial Fresh Ultra High Temperature*) e RUHT (*Recombined Ultra High Temperature*) durante 25 semanas, sendo que as mudanças físico-químicas, consideradas significativas e pronunciadas, ocorreram mais a 35 °C do que a 20 °C.

O índice crioscópico ou crioscopia é a medida do ponto de congelamento do leite dos animais da mesma espécie e o de um conjunto de animais tenderá sempre a se aproximar do valor médio. Os vários constituintes do leite podem variar em relação a sua concentração de acordo com a estação do ano, idade, estado de saúde e raça das vacas, acesso à água, alimentação, temperatura ambiente e hora da ordenha. Mas, as diferenças não chegam a causar alterações no ponto de congelamento do leite. Quando se adiciona água ao leite, o ponto de congelamento aumenta em direção ao ponto de congelamento da água, que é de zero graus Celsius (BRITO et al., 2007).

Viegas et al. (2006) verificaram em 10% (10/30) das amostras de leite UHT (UAT) desnatado, índices crioscópicos fora dos padrões de  $-0,530^{\circ}\text{H}$  (recomendado para leite cru) e sugerem que esses valores podem ser atribuídos à incorporação acidental de água durante o processamento térmico.

Vidal-Martins et al. (2008) encontraram valores médios de EST, de ESD e de índice crioscópico, em algumas das 150 amostras analisadas, que estavam em desacordo com os valores estabelecidos pela Legislação, indicando possível aumento no teor de água no leite UHT (UAT). Os autores sugerem que os resultados de ESD estão relacionados com uma crioscopia também variada que pode estar relacionada à falha no processamento, pois logo após o tratamento por UHT (UAT) foi retirada a água que se condensou durante a injeção de vapor quente ao leite.

Katsuda; Dias; Souza (2009) verificaram em cerca de 80% das amostras, índice crioscópico em conformidade com a legislação, sendo que apenas duas amostras apresentaram baixo ponto de congelamento quando comparado ao estabelecido pela IN Nº 51 (Instrução Normativa).

Pode ocorrer coagulação ácida em leite UHT (UAT) após longa estocagem (GIFFEL, 2003), sendo que o pH influencia na coagulação ácida e nas propriedades de formação de gel quando o ponto isoelétrico da caseína ( $\leq 4,9$ ) é aproximado, sendo que a máxima firmeza do gel ocorre em pH 4,6 (LUCHEY, 1987).

Algumas bactérias como *Alcaligenes viscolatis*, *Aerobacter aerogenes* e certos micrococos podem tornar o leite viscoso, podendo inclusive resultar em massas semelhantes a uma gelatina (TRONCO, 2008).

A formação desse gel em leite UHT (UAT) é um processo conhecido como gelificação, que ocorre em diferentes períodos de estocagem, devido ao modo e severidade do tratamento térmico em que o leite foi processado, devido à proteólise enzimática de psicrotróficos e plasmina e devido à qualidade microbiológica do leite cru. Além disso, o baixo conteúdo de gordura de leite desnatado favorece a gelificação. A temperatura de estocagem influencia a formação de gel e essa geralmente ocorre mais rapidamente em temperatura ambiente ( $20^{\circ}\text{C}$ - $25^{\circ}\text{C}$ ) do que em baixa ( $4^{\circ}\text{C}$ ) e alta temperatura (por volta de  $35^{\circ}\text{C}$ - $40^{\circ}\text{C}$ ) e os aditivos, como fosfato de sódio e citrato de sódio, aceleram a gelificação em leite UHT (UAT) integral (DATTA E DEETH, 2001).

### 2.6.1 Proteínas do leite

As proteínas podem ser consideradas como a fração mais expressiva dos compostos nitrogenados do leite. As proteínas do leite de mais ampla aplicação e valor econômico são as caseínas e as proteínas do soro. A caseína é um dos mais abundantes componentes orgânicos do leite, perfazem 80% a 85% das proteínas lácteas (proteínas caseínicas), sendo identificados vários tipos, todos similares em estrutura, denominadas de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ ,  $\gamma$ . As caseínas se agregam formando grânulos insolúveis denominados de micelas e essa estrutura micelar é a base para os produtos da indústria de laticínio. Em torno de 20% do nitrogênio protéico do leite constituem-se de proteínas do soro, também conhecidas como Nitrogênio Não-Caseínico (NNC) (GONZÁLEZ, 2001; PEREIRA, 2008). Por isso conhecer a diferença estrutural e as propriedades físico-químicas das proteínas do leite é de fundamental importância para a compreensão do comportamento tecnológico, funcional, nutritivo e fisiológico dos produtos alimentícios lácteos (SGARBIERI, 2005). Diversos fatores influenciam a composição e a distribuição das frações nitrogenadas do leite bovino, tais como: temperatura ambiente, doenças do animal, estágio de lactação, número de parições, raça, alimentação e teor energético da alimentação (PEREIRA, 2008).

Não há um método absoluto para determinação de proteína total em alimentos com um conteúdo complexo de proteínas, como o leite, devido a sua considerável tendência de associar-se e formar complexos. O conteúdo de proteína é quase sempre baseado em cálculos indiretos derivados das análises de nitrogênio pelo método Kjeldahl. Para padronização o conteúdo de proteína dos alimentos é calculado multiplicando o valor do nitrogênio encontrado nas análises por um fator de correção de 6,25, que se refere à proteína crua. No leite bovino o fator de correção é de 6,38. Usando este fator de correção o leite de vaca tem um valor total de nitrogênio de 540 mg em 100 mL, sendo que só 5% do conteúdo de nitrogênio é presente no Nitrogênio Não-Proteico (NNP), que tem neste tipo de leite uma concentração de 40 mg a 50 mg por 100 mL (HAMBRAEUS; LÖNNERDAL, 2003).

Segundo Yoshino et al., (1964) o NNP na fração solúvel em ácido serve como um indicador de degradação de proteínas hidrolíticas. Há um aumento de NNP quando as frações isoladas de  $\alpha$ -,  $\beta$ - e  $\kappa$ -caseínas são sujeitas a temperaturas de 100 °C ou mais altas. O aumento é maior na  $\kappa$ -caseína e por último na  $\beta$ -caseína.

Gaucher et al. (2008a) observaram o efeito do processamento térmico do leite UHT (UAT) através do decréscimo do conteúdo de NNC (Nitrogênio não-caseínico) e um aumento do tamanho da micela de caseína devido a hidratação micelar.

### 2.6.2 Sedimentação em leite UHT (UAT)

Uma alteração relativamente comum em leite UHT (UAT) é a sedimentação. Esse problema envolve a deposição de uma camada de material protéico proveniente do transporte de micelas de caseínas intactas do leite para o fundo da caixa. É um fato ainda pouco entendido e várias teorias têm sido desenvolvidas, muitas relacionadas à agregação de caseínas devido à indução pelo calor, sendo que, a taxa de sedimentação é rápida depois do processamento devido ao alto peso das micelas aquecidas. Mais recentemente é conhecido que a sedimentação é um fenômeno físico, inevitável quando o leite é estocado (VARNAM; SUTHERLAND, 2001).

A ocorrência de sedimentação é um dos maiores problemas do beneficiamento de leite UHT (UAT), pois causa deposição de complexos proteicos salinos nos trocadores de calor e na tubulação do equipamento, ocasionando necessidade de interrupção nas linhas de produção. A sedimentação também aumenta na caixa do leite com o tempo de armazenamento e à medida que as proteínas no leite diminuem progressivamente (SILVA, 2004).

Durante a estocagem, geralmente, quando há uma queda no pH, por volta de 0,15 unidades, como de 6,7 para 6,52, pode haver um aumento significativo na formação de depósitos de sedimentos em leite UHT (UAT). O leite ácido tem baixa estabilidade térmica e pode causar a sedimentação de proteínas na parte de baixo da caixa de leite UHT (UAT) durante seu armazenamento, pois está bem estabelecido que a queda do pH, irá originar aumento expressivo do cálcio iônico, que no leite tem sua concentração em menos de 10%. O cálcio iônico aumenta provavelmente provocado pela dissociação de fosfato de cálcio da micela de caseína e pelo aumento da sua solubilidade. Estes dois aspectos combinados aumentam a suscetibilidade à formação de sedimentos. Hassan, Amjad e Mahmood (2009) encontraram diminuição de proteínas em leite UHT (UAT), estocado por 120 dias, e aumento na sedimentação, causada por excessiva desnaturação de proteína durante o processamento e posterior armazenamento. Melo JR (2005) observou que altas contagens de células somáticas e de bactérias psicrotróficas, em leite UHT (UAT) com 120 dias de estocagem, diminuíram as proteínas do leite, sugerindo deposição proteica no sedimento.

Silva et al. (2004) verificaram que a formação de sedimentos, em leite UHT (UAT) estocado por 120 dias, apresentou correlação positiva e significativa com a desnaturação de soro-proteínas e com a reação de escurecimento não-enzimático, evidenciando o efeito da temperatura do processamento sobre a sedimentação. Silva (2004) constatou a influência do clima na ocorrência de sedimentação, como nas mudanças da estação chuvosa e seca. Enright

et al. (1999) averiguaram formação precoce de sedimentos após adição de plasmina exógena em leite UHT (UAT) desnatado.

### **2.6.3 Alterações na gordura do leite UHT (UAT)**

A gordura está presente no leite bovino em glóbulos microscópicos como uma emulsão óleo em água com o primeiro propósito de ser fonte de energia para prover os bezerros recém-nascidos. O conteúdo de gordura do leite e a composição de ácidos graxos dos lipídeos podem variar consideravelmente em relação ao alimento que a vaca ingere, sua dieta, raça e estágio de lactação, dentre outros fatores. O conteúdo de gordura do leite pode variar de 3% a 6%, mas normalmente fica na faixa de 3,5% a 4,7%. Do ponto de vista tecnológico os lipídeos do leite são muito importantes e conferem valor nutricional, textura e propriedades organolépticas aos produtos lácteos (MACGIBBON; TAYLOR, 2006).

Os glóbulos de gordura do leite cru têm tamanho desuniforme, que variam de 0,20  $\mu\text{m}$  a 2,0  $\mu\text{m}$  e essa não-uniformidade do tamanho dos glóbulos os faz flutuar para o topo do recipiente. O leite é então, desnatado na indústria, pasteurizado e o leite integral tem seu teor de gordura padronizado para um teor médio de 3,25% (CORNELL UNIVERSITY, 2009).

O leite passa pela homogeneização da gordura, que é obrigatória em leite UHT (UAT). Esse processo tem por finalidade diminuir mecanicamente o tamanho dos glóbulos de gordura, para menos de 1.0  $\mu\text{m}$ , de forma a retardar sua separação espontânea. Isto promove uma melhor digestibilidade do produto, sem prejuízo das características nutricionais, pois de forma geral, o efeito do tratamento térmico UHT (UAT) não muda o valor nutricional da gordura do leite, além de promover uma vida-de-prateleira maior em relação ao produto pasteurizado (BOBIO; BOBIO, 1992; BYLUND, 1995; FERREIRA, 2007). Mas, de modo geral uma das vantagens da homogeneização do leite é evitar a formação do sobrenadante conhecido popularmente como “nata” em lácteos armazenados por muito tempo e ou resfriados (OLIVEIRA; SANTOS, 2008; GOFF, 2009).

Pode haver alterações na composição química do leite devido ao processamento, porém são extremamente complexas porque não dependem apenas da composição do leite cru, mas de tempo e temperatura de estocagem e outras condições, como a homogeneização (MANZI; PIZZOFRATO, 2006). Os sais do leite podem aglomerar os glóbulos de gordura na homogeneização caso estejam desestabilizados (PRATA, 2001). A redução de pH também pode aumentar a quantidade de gordura junto aos sedimentos (BYLUND, 1995; LEWIS; HEPPEL, 2000).

Durante a armazenagem do leite UHT (UAT) a gordura pode se separar e formar uma camada flutuante na superfície. Isso ocorre mais em leite processado com aquecimento indireto do que com injeção direta de vapor, devido ao efeito de homogeneização adicional do sistema de injeção (KELLY; DATTA; DEETH, 2006).

Abdulramhman, Alkanhal e Abu-Lehia (1995) verificaram baixas taxas de separação de gordura no leite UHT (UAT), possivelmente devido à alta eficiência do processo de homogeneização e/ou da quantidade de estabilizante-emulsificante adicionada. Hassan, Amjad e Mahmood (2009) verificam, no mesmo tipo de leite, separação de gordura e mudanças dependentes da temperatura ambiente, do grau de exposição do leite à luz e à disponibilidade de oxigênio.

Santos, Okura, Rensis (2007) observaram diminuição no teor de gordura a partir do segundo mês de estocagem de leite UHT (UAT) armazenado por 150 dias em temperatura ambiente. Ao final do experimento, o teor inicial de 3,1% decresceu até 2,4%. Os autores sugerem como causa a lipólise por enzimas termorresistentes ao processamento térmico.

#### **2.6.4 Alterações microbiológicas em leite UHT (UAT)**

As condições inadequadas de higiene durante a ordenha constituem um dos métodos que mais diretamente contaminam o leite cru e afetam sua qualidade, que por sua vez está relacionada ao número inicial de bactérias no úbere do animal e no ambiente externo no ato da ordenha (GRIMAUD; SSERUNJOI; GRILLET, 2007; PEDRICO et al., 2009). Nas fazendas, após a ordenha, o leite deve ser armazenado em tanque de refrigeração por expansão, em temperaturas de 4 °C a 7 °C, depois ser coletado pelo caminhão com tanque isotérmico que o leva ao laticínio, sendo determinado o prazo de conservação desse leite, desde a ordenha até o processamento na indústria, de no máximo 48 horas (BRASIL, 2002a). Porém, as condições higiênico-sanitárias na ordenha, longos períodos de armazenamento na fonte e/ou na indústria e transporte impróprio, podem favorecer a seleção e proliferação de bactérias psicrotróficas proteolíticas, causando a perda de qualidade da matéria-prima, comprometendo o rendimento e a qualidade do leite e derivados (NASCIMENTO; CRUZ; SÁ, 2004; PERRY, 2004).

A qualidade do leite cru pode ser alterada devido ao armazenamento nos tanques de expansão ou nos silos das indústrias. Souza et al. (2000) verificaram em 22 propriedades rurais que o leite resfriado e estocado por 48h em tanques de expansão e depois transportado até a indústria teve sua qualidade afetada. Santos et al. (2008) encontraram alta contagem de

CBT (Contagem Bacteriana Total) em leite cru refrigerado armazenado por zero, 24, 48 e 72 horas na Região Sudoeste do Estado de Goiás.

Quando o leite permanece refrigerado por períodos superiores a 48 horas, as bactérias psicrotróficas se multiplicam e passam a predominar sobre as demais microbiotas mesofílica e termofílica. Esses micro-organismos liberam potentes enzimas proteolíticas e lipolíticas que alteram as características das proteínas e gordura do leite e seus derivados, seja durante a estocagem do leite na fazenda, no período de conservação ou maturação de derivados (ANTUNES, 2006). Essas enzimas extracelulares termorresistentes causam proteólise nos constituintes do leite, mesmo após sua pasteurização, e produzem diferentes produtos no leite (CHEN; DANIEL; COOLBEAR, 2003; ARCURI et al., 2008).

As lipases nativas do leite são destruídas quando submetidas ao tratamento HTST (*High Temperature in Short Time*), ao contrário das bactérias psicrotróficas que são estáveis a este tipo de tratamento ou superior, sendo que estas últimas produzem efeito principalmente quando associadas com produtos armazenados, como o leite UHT (UAT) (DEETH, 2006).

Para Prata (2001) e Tronco (2008), normalmente, as bactérias do grupo lipolítico, dos gêneros *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aerobacter* e *Bacillus*, leveduras do gênero *Candida* e fungos do gênero *Penicillium*, interferem nos triglicerídeos do leite, liberando ácidos graxos e glicerol, causando cheiro e sabor de ranço. Mas, no leite UHT (UAT), há inacessibilidade das lipases aos triglicerídeos, não havendo referências específicas a altas concentrações de ácidos graxos livres, mesmo com altas contagens de psicrotróficos.

Como o leite UHT (UAT) é estocado a temperaturas mais elevadas por longos períodos de tempo, a presença dessas enzimas termoestáveis é particularmente prejudicial à qualidade desse tipo de leite (BRITO; BRITO, 2001). No estudo realizado por Vidal-Martins et al. (2005) com leite UHT (UAT) estocado por 120 dias houve um aumento da proteólise no decorrer do armazenamento relacionada com a quebra da caseína pela ação das proteases bacterianas, originárias principalmente das bactérias psicrotróficas presentes no leite cru.

Em leite estocado a proteólise é a maior reação de deterioração, aliada à lipólise e à oxidação, limitando a vida-de-prateleira do produto (PEREDA et al., 2008). Os micro-organismos proteolíticos degradam as proteínas produzindo peptídeos e aminoácidos (TRONCO, 2008).

Além das enzimas, também pode haver micro-organismos no leite UHT (UAT) que surgem por recontaminação, por falha no processamento ou através de esporos termorresistentes. São os termodúricos, como os *Bacillus* spp., *Streptococcus*, *Micrococcus* ou algumas bactérias gram-negativas. A estabilidade ou qualidade sensorial não são afetadas

por esses esporos, mas os micro-organismos danificam o leite através da coagulação ácida, produção de gases, gosto amargo e *off-odours* (odores estranhos) (GIFFEL, 2003).

Para Melo JR (2005), que verificou altas contagens de Aeróbios Mesófilos em leite UHT (UAT) estocado por quatro meses, os resultados devem-se aos baixos aspectos higiênicos desde a ordenha até o processamento do leite na indústria.

O pH do leite é mais decisivo, em relação ao desenvolvimento de micro-organismos, que a acidez titulável. Muitos micro-organismos podem se desenvolver no pH normal do leite. Um ambiente mais ácido favorece o crescimento de mofo e levedura, sendo esse mesmo ambiente empecilho à reprodução da maioria das bactérias proteolíticas (BRITO; ARCURI; BRITO, 2000).

Pinto; Martins e Vanetti (2006) encontraram em leite cru refrigerado mantido em silo industrial, de uma indústria de laticínios, contagens microbianas significativamente superiores às do leite mantido nos tanques individuais ou coletivos dos cooperados. Houve diferença significativa na contaminação por mesófilos e psicrotróficos proteolíticos e não proteolíticos e por *Pseudomonas*.

Datta e Deeth (2003) verificaram que proteinases termorresistentes de *Pseudomonas* atuaram na  $\kappa$ -caseína e hidrolisaram o leite UHT (UAT) durante a estocagem, em gel firme e compacto, como o originado pela renina, já a plasmina causou gelificação menos densa porque ataca a  $\beta$ -caseína, no interior da micela, arruinando-a e inibindo a formação de gel forte. Santos, Okura, Rensis (2007) encontraram gelificação incipiente no fundo da caixa de leite UHT (UAT) aos 60 dias de estocagem. Enright et al. (1999) encontraram aumento da proteólise em leite UHT (UAT) desnatado estocado.

Rossi JR et al. (2006) verificaram diminuição de populações médias de micro-organismos mesófilos, psicrotróficos e esporos com o tratamento térmico, com contagens, respectivamente, inferiores a 1,0, 10,0 e 1,0 UFC/mL no leite UHT (UAT). Os autores concluíram que o processamento térmico aplicado à matéria-prima para a produção do leite longa vida foi capaz de reduzir, mas não de eliminar a carga microbiana inicial.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de leite UHT (UAT) processado no Estado de Goiás ao longo de 135 dias de estocagem.

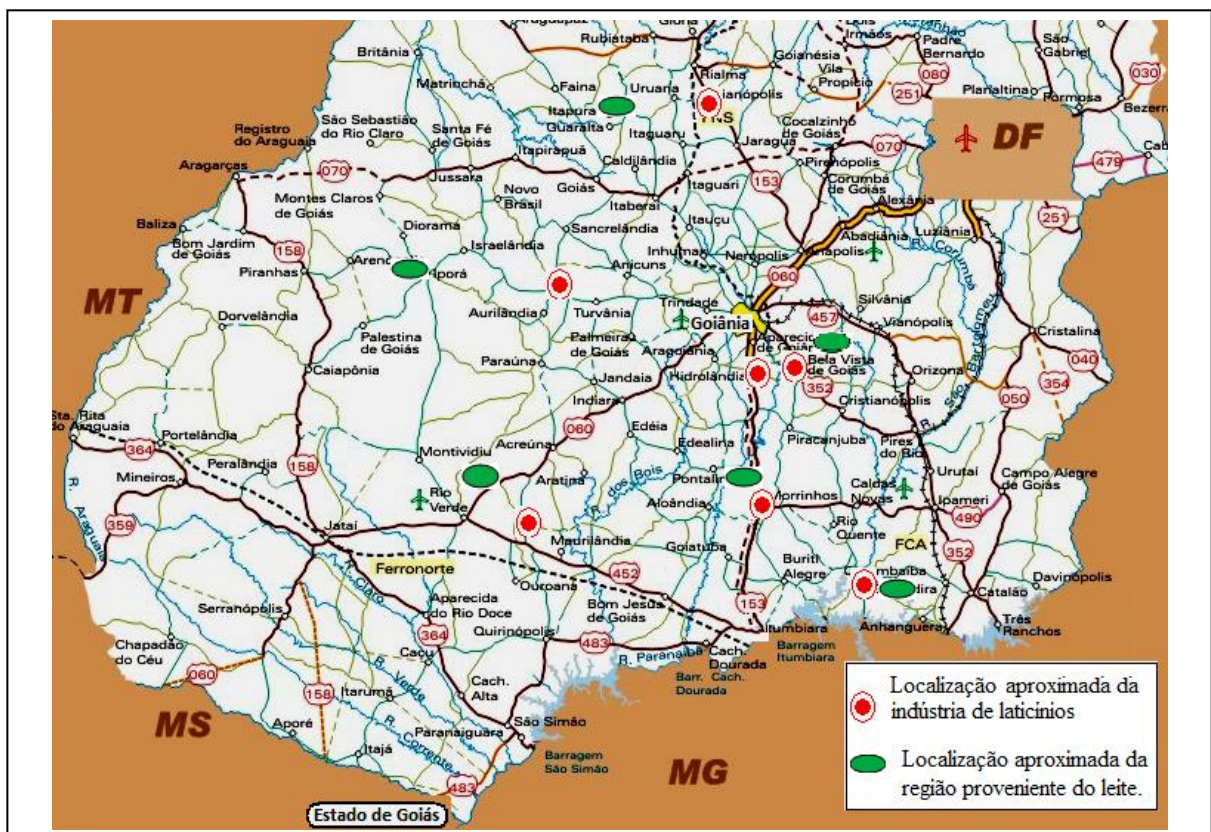
#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar as características físico-químicas do leite UHT (UAT) integral durante 135 dias de armazenamento;
- Avaliar o comportamento dos compostos nitrogenados do leite UHT (UAT) integral, ao longo de 135 dias de armazenamento;
- Avaliar a formação de sedimentos no leite UHT (UAT) integral ao longo de 135 dias de armazenamento;
- Avaliar a formação de gordura separada no leite UHT (UAT) integral ao longo de 135 dias de armazenamento;
- Avaliar a contagem microbiana no leite UHT (UAT) integral.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

As amostras de leite foram coletadas entre julho e outubro de 2008 em todas as sete indústrias de laticínios que processam o leite UHT (UAT) no Estado de Goiás (Figura 2). O leite processado nessas indústrias é proveniente de diversas regiões de Goiás, abrangendo praticamente todo o Estado, como apresentado na Figura 2.



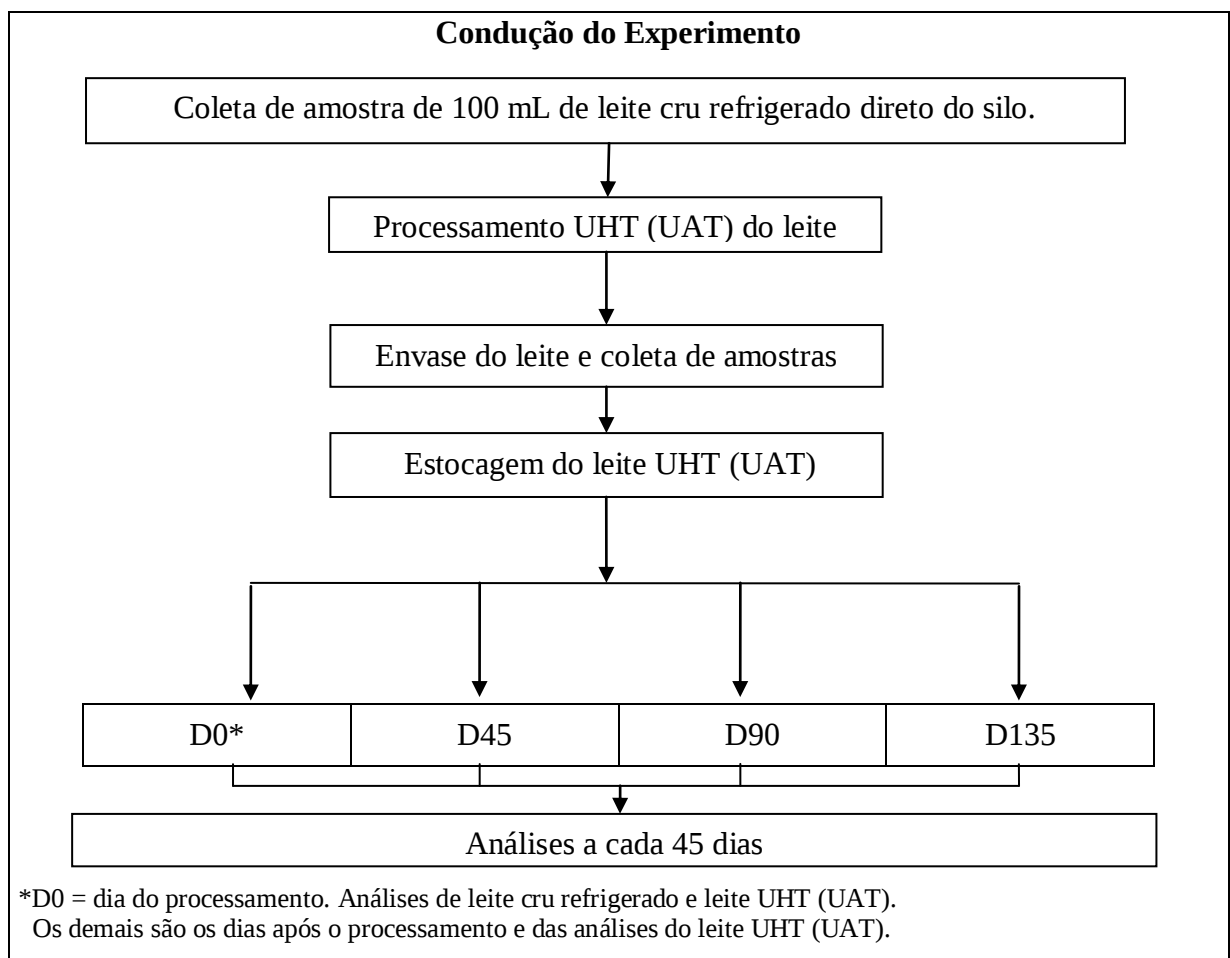
**Figura 2.** Mapa da localização aproximada das indústrias processadoras de leite UHT (UAT) no Estado de Goiás e a localização aproximada da região proveniente do leite fornecido a essas indústrias.

Fonte: adaptado de Ministério dos Transportes (2009).

Em cada indústria, de um silo, contendo o leite cru refrigerado, foi coletada uma amostra de 100 mL para análises físico-químicas e microbiológicas. Essas amostras foram rotuladas e colocadas em vidros previamente esterilizados, acondicionadas em caixas isotérmicas com gelo e encaminhadas, no mesmo dia da coleta, ao laboratório de

microbiologia de alimentos, da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG), conforme apresentado na Figura 3.

Ainda na indústria, foi feito o acompanhamento do processamento do leite proveniente desse mesmo silo e de seu envase, em condições rotineiras na indústria pelo sistema UHT (UAT). De cada indústria foram coletadas quatro caixas cartonadas de um litro de leite UHT (UAT), que foram encaminhadas ao laboratório de laticínios da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG). O leite foi acondicionado de forma semelhante àquela em que é estocado no armazém da indústria e nos pontos de venda, em temperatura ambiente, sem contato com as paredes e com o piso. O leite de cada marca das indústrias de laticínios foi codificado com as letras “A, B, C, D, E, F e G”. A condução do experimento foi de julho de 2008 a dezembro de 2008, como pode ser visto na Figura 3.



**Figura 3.** Fluxograma de condução do experimento com o leite cru refrigerado e UHT (UAT) de cada indústria de laticínios, no período de julho a dezembro de 2008, no Estado de Goiás.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Análises físico-químicas do leite cru refrigerado e leite UHT (UAT)

No leite de cada marca foram feitas análises físico-químicas do leite cru refrigerado e leite UHT (UAT), no dia inicial de condução do experimento (D0), totalizando sete amostras. Depois, a cada 45 dias, contados a partir da data de coleta do leite de cada marca UHT (UAT), uma amostra foi aberta para análises, totalizando 28 amostras. As análises realizadas foram:

- **pH:** foi determinado segundo recomendado por Brasil (2006), usando o potenciômetro Digimed, modelo DM20.
- **Alizarol (v/v), em diferentes concentrações:** utilizando as seguintes concentrações 72 % (v/v), 74 % (v/v) e 78 % (v/v), preparado segundo recomendação de Brasil (2006).
- **Acidez Dornic:** a análise foi realizada com o acidímetro de Dornic Nalgon, escala de 0 °D - 40 °D, segundo o método B, para leite fluído da IN 68, V - Métodos quantitativos (BRASIL, 2006).
- **Densidade a 15 °C:** segundo Brasil (2006), usando lactodensímetro e termômetro para laticínios.
- **Gordura:** foi feita a análise para leite fluído pelo método C, butirométrico de Gerber, de acordo com IN 68, V - Métodos quantitativos (BRASIL, 2006).
- **Crioscopia:** a análise foi realizada usando o Crioscópio eletrônico digital ITR, modelo MK-540, de acordo com metodologia para leite fluído (BRASIL, 2006).
- **Extrato Seco Total (EST):** a determinação foi feita pelo Método B: Disco de Ackermann, segundo IN 68, V - Métodos quantitativos (BRASIL, 2006).
- **Extrato Seco Desengordurado (ESD):** a determinação do ESD foi feita pela diferença entre o valor do EST e teor de gordura.

### 4.2.2 Análises microbiológicas do leite cru refrigerado e do leite UHT (UAT)

As análises microbiológicas foram feitas em estudo paralelo por PEREIRA (2010), que utilizou as mesmas amostras de leite cru refrigerado e leite UHT (UAT) coletadas nas indústrias do Estado de Goiás, no período de julho de 2008 a dezembro de 2008.

No dia inicial de condução do experimento (D0) de cada marca de leite, o leite cru refrigerado foi analisado. Depois, a cada 45 dias uma amostra do leite UHT (UAT) foi aberta para análises microbiológicas, totalizando 28 amostras.

Nas amostras de leite cru foram realizadas análises de lactofermentação, segundo Bramley e McKinnon (1990), a fim de caracterizar a microbiota mesofílica predominante e feita a contagem de micro-organismos psicrotróficos (PSI) totais, segundo metodologia de Wher (2004). Os micro-organismos PSI foram identificados e caracterizados segundo Brasil (1993). Os resultados foram expressos em UFC/mL (Unidades Formadoras de Colônia/mL).

As análises microbiológicas no leite UHT (UAT) foram de Aeróbios Mesófilos (AM), segundo metodologia de Wher (2004). O resultado final foi expresso em UFC/mL considerando-se a diluição com contagens entre 20 a 300 UFC/mL (BRASIL, 2003).

#### **4.2.3 Análises dos compostos nitrogenados do leite UHT (UAT)**

No leite UHT (UAT) foi determinado o teor de Nitrogênio Total (NT) e Nitrogênio não-Protéico (NNP), segundo metodologia para leite fluído, adaptada e padronizada do método micro Kjeldahl, por Silva et al. (1997). Foram utilizados bloco digestor Tecnal, modelo 040/25 e digestor de proteína Tecnal, modelo TE-036/1.

#### **4.2.4 Quantificação da sedimentação no fundo da caixa de leite UHT (UAT)**

O procedimento empregado para verificação da ocorrência de sedimentação no leite UHT (UAT), durante a armazenagem por 135 dias, foi de acordo com a metodologia de Ramsey e Swartzel (1984 apud Silva, 2004):

Com auxílio de tesoura a embalagem do leite UHT (UAT) foi aberta completamente, pela parte superior. Todo o leite foi escoado, cuidadosamente;

A embalagem foi cortada, com auxílio de tesoura, de modo que se obteve uma altura final de, aproximadamente, quatro centímetros, a partir da base. A embalagem foi invertida e mantida em posição vertical por dez minutos, a fim de permitir que o leite escoasse das paredes internas e do fundo. A embalagem foi aberta por completo pelas arestas, de forma que a mesma ficou plana (Apêndice A);

Para que fosse removido algum eventual resíduo de leite nas paredes, quando necessário, a embalagem foi lavada cuidadosamente, empregando pequeno volume de água destilada, com auxílio de pisseta, sem retirar o sedimento do fundo da embalagem;

A embalagem foi mantida com a face interna voltada para cima, a temperatura ambiente por 48 horas, depois foi pesada em balança analítica com precisão de 0,0001 mg, e anotado o valor. O sedimento seco foi removido cuidadosamente e completamente, com auxílio de espátula de metal, de ponta fina. A embalagem foi pesada e anotado o valor. A massa de sedimentos foi obtida pela diferença entre as duas pesagens.

#### **4.2.5 Quantificação da massa de gordura separada do leite UHT (UAT)**

A mesma metodologia, segundo Ramsey e Swartzel (1984 apud Silva, 2004), para verificação da ocorrência de sedimentação na caixa de leite UHT (UAT), foi utilizada para determinação da massa de gordura separada do leite e aderida à parte superior da embalagem.

#### **4.2.6 Análise estatística**

Para avaliação dos resultados obtidos nas análises do leite cru refrigerado e do leite UHT (UAT) de todas as marcas processadas no Estado de Goiás, foi utilizada a Estatística Descritiva. Todas as análises foram realizadas em triplicata, utilizando-se os métodos validados já descritos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultados das análises físico-químicas do leite cru refrigerado

Os resultados das análises físico-químicas do leite cru refrigerado, coletado nos silos das indústrias processadoras de leite UHT (UAT), podem ser observados na Tabela 1. Os resultados de Acidez Dornic, pH, Crioscopia, Densidade, Gordura e ESD estavam em conformidade com os requisitos físico-químicos preconizados pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) para leite cru refrigerado (BRASIL, 2002a), com exceção do leite das marcas “C”, “F” e “G”.

A análise de crioscopia do leite da marca “C” apresentou índice abaixo do mínimo preconizado pela legislação ( $-530^{\circ}\text{H}$ ), o que pode ser significativo de adição de água. O ESD do leite das marcas “F” e “G” estavam abaixo do valor mínimo de 8,4%, estipulado no RTIQ, os resultados de densidade desses leites estavam mais baixos que os das demais marcas e a Crioscopia alta, embora dentro dos padrões legais. Esses resultados, quando analisados em conjunto, são sugestivos de adição de água. Fatores zootécnicos poderiam ser levados em consideração como explicação às alterações verificadas na composição do leite, como a alimentação das vacas, estado de saúde dos animais, hora da ordenha, acesso à água, dentre outros, mas segundo Brito et al. (2007), esses fatores não chegariam a causar alteração no ponto crioscópico do leite.

**Tabela 1.** Resultados das análises físico-químicas de leite cru refrigerado coletado em silos de estocagem de indústrias de leite UHT (UAT) no Estado de Goiás, no período de julho a dezembro de 2008.

| Leite cru refrigerado (Marcas) | Temperatura Silo $^{\circ}\text{C}$ | Acidez $^{\circ}\text{D}$ | pH  | Crioscopia $^{\circ}\text{H}$ | Densidade a $15^{\circ}\text{C}$ G/L | Gordura % | EST % | ESD %       |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-----|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-------------|
| A                              | 4,0                                 | 16,5                      | 6,7 | - 0,535                       | 1030,0                               | 3,5       | 11,96 | 8,46        |
| B                              | 4,3                                 | 16,0                      | 6,8 | - 0,530                       | 1030,0                               | 3,4       | 11,85 | 8,45        |
| C                              | 5,0                                 | 15,7                      | 6,8 | - <b>0,529</b>                | 1031,0                               | 3,4       | 11,94 | 8,54        |
| D                              | 3,5                                 | 17,0                      | 6,6 | - 0,540                       | 1030,5                               | 3,3       | 12,09 | 8,79        |
| E                              | 5,0                                 | 17,5                      | 6,6 | - 0,530                       | 1030,6                               | 3,2       | 11,70 | 8,50        |
| F                              | 4,5                                 | 16,5                      | 6,7 | - 0,535                       | 1029,6                               | 3,6       | 11,98 | <b>8,38</b> |
| G                              | 4,0                                 | 16,0                      | 6,7 | - 0,540                       | 1029,7                               | 3,1       | 11,40 | <b>8,30</b> |

\*Os valores em negrito são os que se apresentaram em desacordo com o preconizado pela legislação vigente (BRASIL 2002a).

## 5.2 Resultados das análises físico-químicas do leite UHT (UAT)

Os resultados das análises de Alizarol apresentaram-se normais para todas as amostras de leite UHT (UAT), com exceção do leite da marca “E” que teve no dia zero (D0) resultados normais e nos outros dias de análises resultados alcalinos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resultados das análises de Álcool/Alizarol (%)\*, em diferentes concentrações, de leite UHT (UAT), por 135 dias, no ano de 2008, no Estado de Goiás.

| Tempo<br>de<br>análises | Leite UHT (UAT) |         |         |           |         |         |           |         |         |           |         |         |           |          |          |           |         |         |           |         |         |
|-------------------------|-----------------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|----------|----------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|
|                         | Marca "A"       |         |         | Marca "B" |         |         | Marca "C" |         |         | Marca "D" |         |         | Marca "E" |          |          | Marca "F" |         |         | Marca "G" |         |         |
|                         | 72<br>%         | 74<br>% | 76<br>% | 72<br>%   | 74<br>% | 76<br>% | 72<br>%   | 74<br>% | 76<br>% | 72<br>%   | 74<br>% | 76<br>% | 72<br>%   | 74<br>%  | 76<br>%  | 72<br>%   | 74<br>% | 76<br>% | 72<br>%   | 74<br>% | 76<br>% |
| D0*                     | n               | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n        | n        | n         | n       | n       | n         | n       | n       |
| D45                     | n               | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | <b>a</b>  | <b>a</b> | <b>a</b> | n         | n       | n       | n         | n       | n       |
| D90                     | n               | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | <b>a</b>  | <b>a</b> | <b>a</b> | n         | n       | n       | n         | n       | n       |
| D135                    | n               | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | n         | n       | n       | <b>a</b>  | <b>a</b> | <b>a</b> | n         | n       | n       | n         | n       | n       |

\*Os valores em negrito são os que se apresentaram em desacordo com o preconizado pela legislação vigente (BRASIL 2002a).

\* D0 = estocagem em dias.

O pH do leite da marca “A”, a princípio, estava a 6,6 e ao final do período de armazenamento a 6,9, conforme demonstrado na Tabela 3. Esses resultados podem representar a adição de substâncias químicas estabilizantes no leite cru, antes do processamento, como o citrato de sódio, normalmente já adicionado com esse objetivo, pois é um recurso que evita a coagulação, quando o mesmo é submetido ao tratamento térmico.

Ainda no leite da marca “E”, houve diminuição mais acentuada de acidez Dornic, em comparação às outras marcas analisadas. Embora os resultados não fossem divergentes com os estabelecidos pela legislação (Tabela 3), demonstram instabilidade progressiva desse leite longo da vida-de-prateleira. O leite de outras marcas estava dentro do padrão para acidez Dornic. Resultados semelhantes foram encontrados por Katsuda; Dias; Souza (2009) que observaram, em somente uma amostra, elevada acidez, e por Melo JR (2005), que verificou redução do pH e alto valor inicial de estabilidade ao etanol, seguido de decréscimo progressivo, durante o armazenamento do leite UHT (UAT) integral.

Como pode ser observado na Tabela 3, o pH do leite das marcas “A”, “C”, “F” e “G” diminuiu em 0,1 unidade ao final desse estudo e o leite da marca “B” ” diminuiu em 0,2 unidades. O leite da marca “ D” teve variações nos resultados durante o estudo e, ao final, manteve o valor do dia zero, pH 6,6. Ainda assim, os valores mantiveram-se dentro dos padrões legais. Para Lewis e Heppel (2000) e Bylund (1995) a diminuição de 0,15 unidades

no pH é capaz de causar sedimentação no leite e aumentar a gordura junto aos sedimentos, devido à dissociação do cálcio iônico e a solubilidade deste em leite ácido.

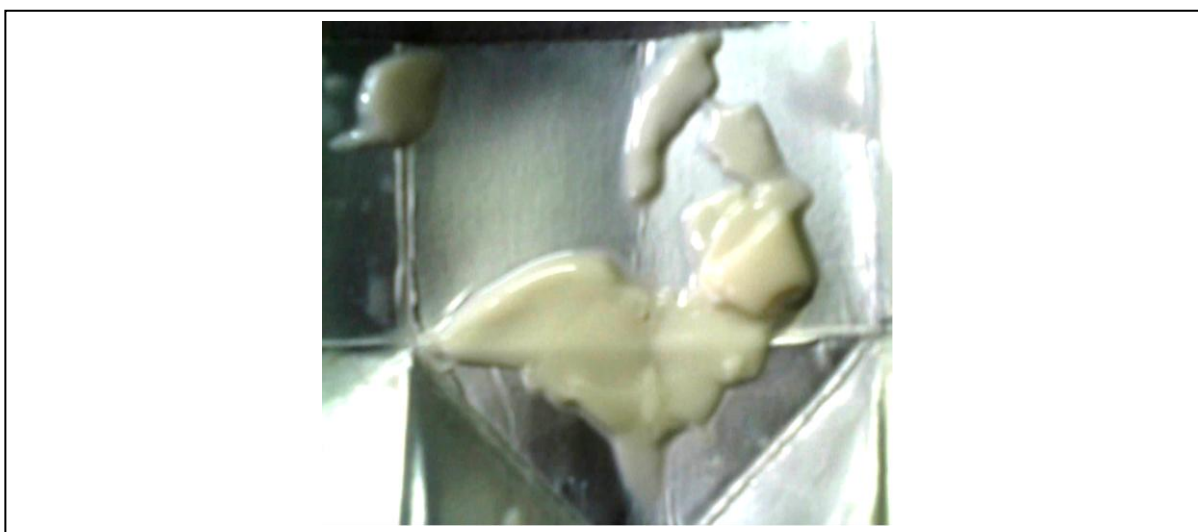
**Tabela 3.** Resultados de análises do pH e de Acidez Dornic de leite UHT (UAT), de diferentes marcas, processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

| Leite UHT (UAT) | pH  |            |            |            |            | Acidez Dornic (°D) |      |      |      |             |
|-----------------|-----|------------|------------|------------|------------|--------------------|------|------|------|-------------|
|                 | D0* | D45        | D90        | D135       | Médias     | D0*                | D45  | D90  | D135 | Médias      |
| A               | 6,7 | <b>5,9</b> | <b>6,5</b> | 6,6        | <b>6,4</b> | 16,5               | 17,8 | 18,3 | 16,0 | 17,2        |
| B               | 6,8 | <b>6,4</b> | <b>6,5</b> | 6,6        | 6,6        | 16,0               | 17,0 | 18,3 | 16,7 | 17,0        |
| C               | 6,8 | 6,7        | 6,7        | 6,7        | 6,7        | 15,7               | 16,7 | 18,0 | 16,8 | 16,8        |
| D               | 6,6 | <b>6,5</b> | <b>6,9</b> | 6,6        | 6,7        | 17,0               | 19,0 | 19,3 | 18,0 | <b>18,3</b> |
| E               | 6,6 | 6,8        | <b>6,9</b> | <b>6,9</b> | 6,8        | 17,5               | 15,0 | 14,7 | 14,0 | 15,3        |
| F               | 6,7 | 6,6        | <b>6,5</b> | 6,6        | 6,6        | 16,5               | 18,2 | 18,6 | 17,0 | 17,6        |
| G               | 6,7 | 6,7        | 6,7        | 6,6        | 6,7        | 16,0               | 16,5 | 16,0 | 16,0 | 16,1        |

\* D = estocagem em dias.

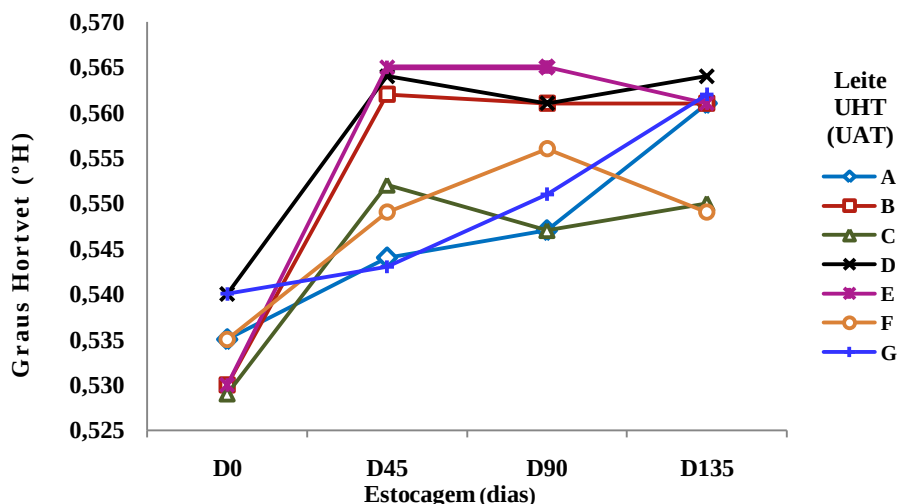
\*Os valores em negrito são os que se apresentaram em desacordo com o preconizado pela legislação vigente: pH entre 6,6 e 6,8; Acidez Dornic de 14,0 °D a 18 °D (BRASIL 2002a).

Foi verificada ocorrência de gelificação no fundo da caixa do leite da marca “E” aos 135 dias de estocagem (Figura 4), possivelmente causada pela adição, além da usual concentração máxima de 0,05% por litro preconizada no RTIQ do Leite UHT (UAT). Esse estabilizante, quando adicionado em excesso, pode acelerar a gelificação em leite UHT (UAT) integral (DATTA; DEETH, 2001).



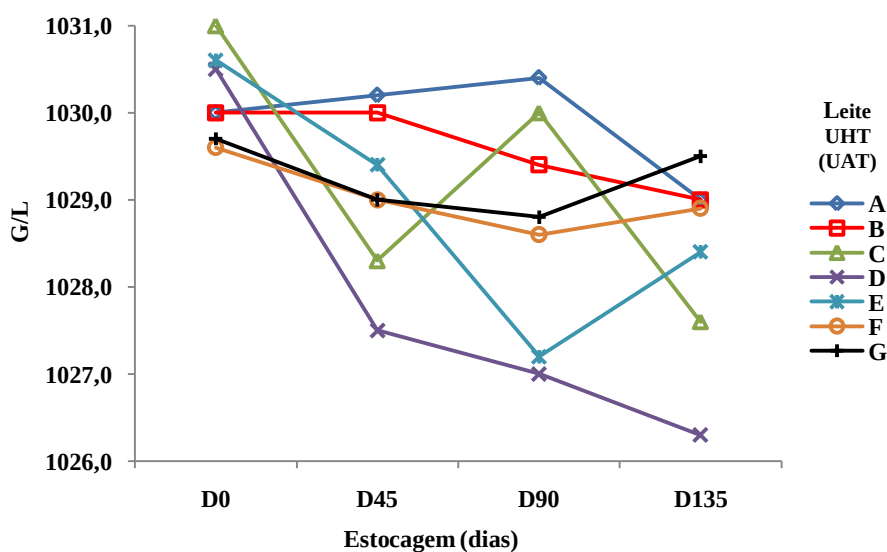
**Figura 4.** Gelificação em leite UHT (UAT) da marca “E”, processado no Estado de Goiás, aos 135 dias de estocagem, no ano de 2008.

Embora estivessem dentro dos padrões legais de  $-0,530^{\circ}\text{H}$ , desde o dia inicial do experimento, foram verificados índices crescentes nos resultados das análises de Crioscopia do leite UHT (UAT) de todas as marcas durante a estocagem (Figura 5).



**Figura 5.** Resultados das análises de Crioscopia de diferentes marcas de leite UHT (UAT) processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

No leite UHT (UAT) de todas as marcas os índices de densidade (Figura 6) se mantiveram dentro dos padrões normais, mas decresceram ao longo de todo o estudo, exceto para o leite da marca “E” no D90 e para o leite da marca “D”, que ficaram abaixo dos valores preconizados pela legislação.



**Figura 6.** Resultados das análises de densidade de diferentes marcas de leite UHT (UAT), processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Para o leite UHT (UAT) das marcas “A”, “B”, “C”, “E” e “G” (Tabela 4) os valores de extrato seco total decaíram, ficando no D135 em desacordo com o estabelecido pela legislação. Ao final do estudo, o extrato seco desengordurado teve decréscimo dos valores no leite UHT (UAT) de todas as marcas, com exceção do leite da marca “G”.

**Tabela 4.** Resultados das análises de extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) de diferentes marcas de leite UHT (UAT), processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

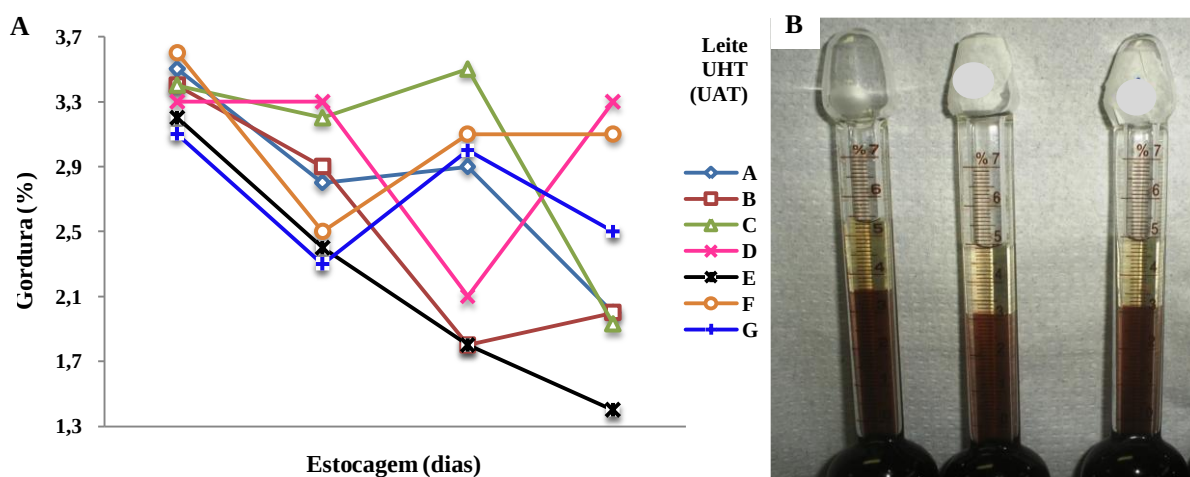
| Leite<br>UHT<br>(UAT) | EST (%) *        |             |             |             |             | ESD (%) * |            |            |            |            |
|-----------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|                       | Estocagem (dias) |             |             |             |             |           |            |            |            |            |
|                       | D0               | D45         | D90         | D135        | Médias      | D0        | D45        | D90        | D135       | Médias     |
| A                     | 12,0             | 12,3        | 11,3        | <b>9,9</b>  | 11,4        | 8,5       | 9,5        | 8,4        | <b>7,9</b> | 8,6        |
| B                     | 11,9             | 11,2        | <b>9,8</b>  | <b>9,9</b>  | <b>10,7</b> | 8,5       | 8,3        | <b>8,0</b> | <b>7,9</b> | 8,2        |
| C                     | 11,9             | 11,2        | 12,0        | <b>9,5</b>  | 11,2        | 8,5       | <b>8,0</b> | 8,5        | <b>7,5</b> | <b>8,1</b> |
| D                     | 12,1             | <b>11,1</b> | <b>9,5</b>  | 11,2        | <b>11,0</b> | 8,8       | <b>7,8</b> | <b>7,4</b> | <b>7,9</b> | <b>8,0</b> |
| E                     | 11,7             | <b>10,5</b> | <b>9,2</b>  | <b>9,0</b>  | <b>10,1</b> | 8,5       | <b>8,1</b> | <b>7,4</b> | <b>7,6</b> | <b>7,9</b> |
| F                     | 12,0             | <b>10,5</b> | <b>11,1</b> | 11,2        | 11,2        | 8,4       | <b>8,0</b> | <b>8,0</b> | <b>8,1</b> | <b>8,1</b> |
| G                     | 11,4             | <b>10,3</b> | <b>11,1</b> | <b>10,7</b> | <b>10,9</b> | 8,3       | <b>8,0</b> | <b>8,1</b> | 8,2        | 8,2        |

\*EST, valor mínimo de 11,2 %; ESD, valor mínimo de 8,2 % (BRASIL, 1997).

Os resultados das análises de crioscopia, densidade, EST e ESD do leite UHT (UAT), verificados no presente estudo, quando observados em conjunto, são indicativos de possível incorporação de água durante o processamento térmico por injeção de vapor. Isso porque quantidades maiores de água podem ser incorporadas ao leite UHT (UAT) durante o processamento por injeção a vapor e diluir seus componentes. Fato que poderia causar rejeição do produto pelo consumidor diante de leite integral com aspecto pouco denso. Essa deficiência poderia ser solucionada com a adição de gordura acima do mínimo estabelecido pela legislação, apenas o suficiente para restabelecer a densidade alterada. Entretanto, o leite UHT (UAT) processado com matéria-prima de qualidade deficiente, que contenha enzimas termorresistentes, pode ter sua composição físico-química ainda mais alterada durante a estocagem e medidas corretivas como essa seriam apenas paliativas. Aguagem por falha no processamento do leite UHT (UAT) por injeção a vapor também foram observadas por Viegas et al. (2006) e Vidal-Martins et al. (2008). Katsuda; Dias; Souza (2009) observaram resultados de crioscopia contrários aos encontrados nesse estudo.

Ao final do trabalho as amostras de leite mantiveram-se abaixo do teor mínimo de 3% de gordura preconizado pela legislação (Figura 7A). A explicação poderia vir da ação de enzimas lipolíticas, provenientes da alta contagem de bactérias psicrotróficas verificada no

leite cru (Tabela 5), porém, de acordo com Prata (2001) e Tronco (2008), os triglicerídeos são inacessíveis às lipases em leite UHT (UAT). Santos, Okura, Rensis (2007) sugerem que o decréscimo do teor inicial de gordura, no leite UHT (UAT) por eles estudado, foi causado pela lipólise por enzimas termorresistentes ao processamento térmico. No presente trabalho sugere-se que os teores de gordura verificados, no dia zero do estudo, acima dos 3% preconizados pela legislação, e posteriormente decrescentes, ao longo do armazenamento (Figura 7B), tenham sido causados pela deficiência na homogeneização, por problemas com o homogeneizadores nas indústrias ou por deficiências nesse processo, associados à diminuição de pH ao longo período de estocagem e também por possível influência das temperaturas de armazenamento (Tabela 6).



**Figura 7.** Resultados do teor de gordura do leite UHT (UAT) (A); Butirômetros com gordura em teores abaixo do preconizado pela legislação (B), em leite UHT (UAT) de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

### 5.3 Resultados das análises microbiológicas do leite cru refrigerado e UHT (UAT).

Nos resultados das análises de lactofermentação a formação de coágulo caseoso indicou o predomínio de microbiota proteolítica no leite cru de duas marcas.

Como não existem limites para a presença de psicrotróficos no leite cru refrigerado, em UFC/mL, preconizados pela legislação, estabelece-se que a contagem dessa microbiota não exceda a 10% do número total de Aeróbios Mesófilos (BRASIL, 1952). Sendo assim, de acordo com o apresentado na Tabela 5, apenas o leite de uma marca analisada não superou esses valores. As demais, com contagens de psicrotróficos em desacordo com a legislação,

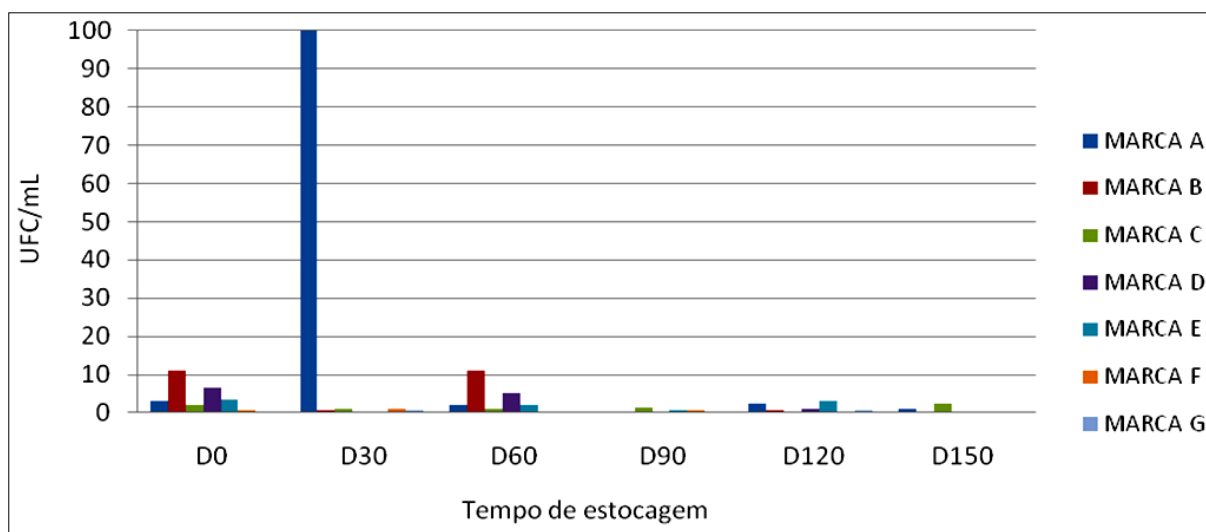
denotam características de baixa qualidade da matéria-prima. Vidal-Martins et al. (2005), verificaram proteólise em leite UHT (UAT) pelo mesmo motivo.

**Tabela 5.** Contagem de micro-organismos Aeróbios Mesófilos (AM) e de Psicrotróficos (PSI) em leite cru refrigerado coletado em silos das indústrias no período de julho a dezembro de 2008, no Estado de Goiás.

| Marcas de leite UHT (UAT) | AM (UFC/mL)      | PSI (UFC/mL) | Relação de PSI: AM (%) |
|---------------------------|------------------|--------------|------------------------|
| A                         | 135.000          | 76.000       | <b>56,30%</b>          |
| B                         | 741.000          | 207.500      | <b>28,00%</b>          |
| C                         | <b>2.010.000</b> | 1.920.000    | <b>95,52%</b>          |
| D                         | <b>4.005.000</b> | 2.510.000    | <b>62,67%</b>          |
| E                         | 270.000          | 19.000       | 7,03%                  |
| F                         | <b>2.250.000</b> | 574.000      | <b>25,51%</b>          |
| G                         | <b>1.570.000</b> | 1.425.000    | <b>90,76%</b>          |

\*Os valores em negrito são os que se apresentaram em desacordo com o preconizado pela legislação vigente (BRASIL, 1952; BRASIL, 2002a).

A contagem de micro-organismos Aeróbios Mesófilos para leite cru para a Região Centro-Oeste deve ser de, no máximo, 750.000 UFC/mL (BRASIL, 2002). Apenas uma amostra de uma marca de leite UHT (UAT) (1/7) estava fora do permitido pela legislação para leite cru refrigerado, provavelmente devido à origem da matéria-prima com alta carga bacteriana inicial. O leite das demais marcas apresentou contagens adequadas (Figura 8).



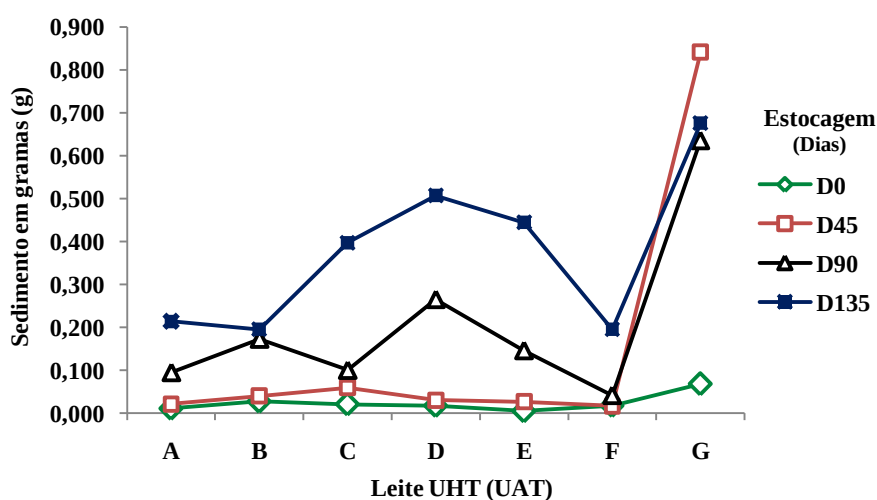
**Figura 8.** Resultados de contagem de micro-organismos Aeróbios Mesófilos em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Fonte: PEREIRA (2010).

Esporos termorresistentes de Aeróbios Mesófilos (AM) podem se desenvolver e atuar em leite armazenado em temperatura ambiente causando acidificação ao hidrolizarem a lactose originando ácido láctico, o que causaria aumento dos valores nas análises de acidez Dornic e redução do pH, como nos resultados encontrados por Katsuda; Dias; Souza (2009), mas como pode ser visto na Tabela 3, não foi o que aconteceu, portanto a presença de microbiota mesofílica encontrada no leite cru não estava atuante após o processamento térmico UHT (UAT) através de enzimas termorresistentes. Rossi JR et al. (2006) encontraram resultados semelhantes, baixas contagens de AM em leite UHT (UAT) recém envasado. Melo JR. (2005) verificou altas contagens em leite UHT (UAT) estocado.

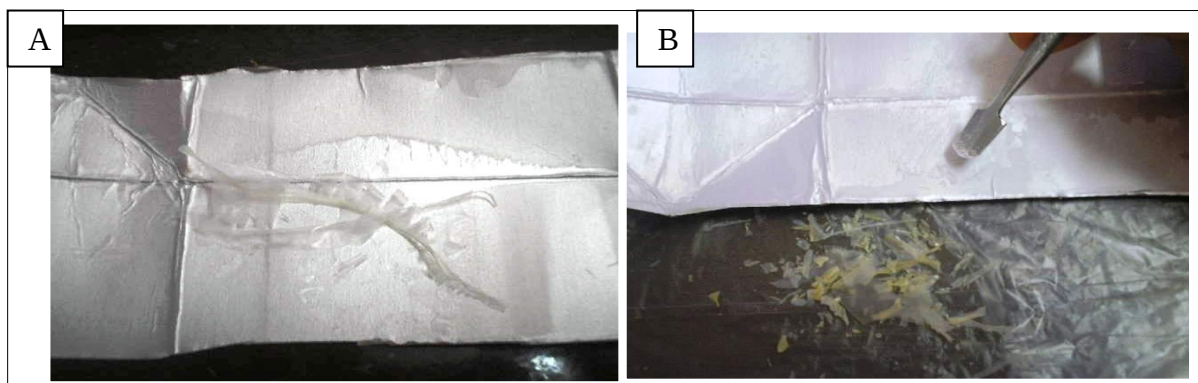
#### 5.4 Resultados das análises de sedimentação no leite UHT (UAT)

Ao longo do período de estocagem por 135 dias houve aumento da sedimentação no leite UHT (UAT) de todas as marcas (Figura 9). A sedimentação é geralmente explicada como um fenômeno inevitável, que aumenta rapidamente depois do processamento térmico, pelo aumento do peso das micelas de caseína aquecidas e desnaturação das soroproteínas, que se depositam no fundo da embalagem de leite quando este é estocado (VARNAM; SUTHERLAND, 2001). É o que pode ter ocorrido nesse estudo com o leite processado pelo sistema UHT (UAT) (Figuras 10A e 10B), que foi submetido a temperaturas mínimas de 137 °C (leite da marca “A”) a máximas de 152 °C (leite da marca “G”) e armazenado por 135 dias.



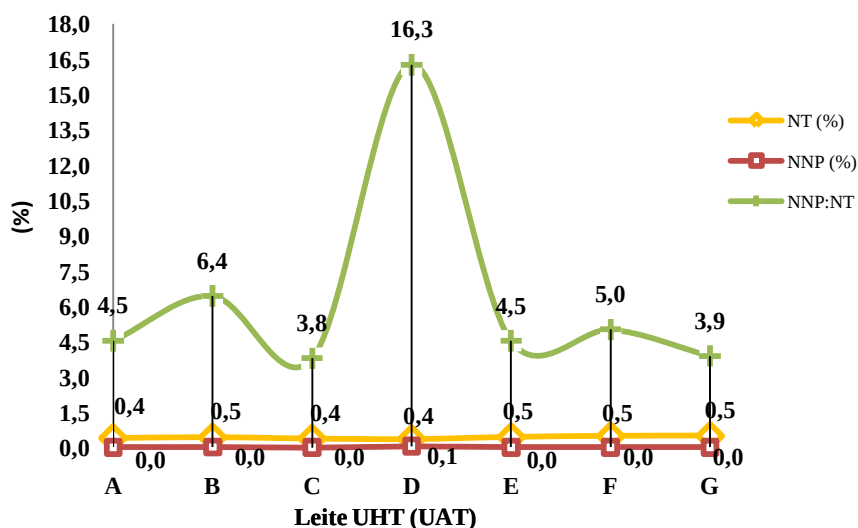
**Figura 9.** Resultados das análises de quantificação de sedimentos no fundo da caixa do leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Os sedimentos também podem surgir devido à proteólise progressiva das proteínas do leite, que perdem sua conformação de polipeptídios e se hidrolisam em peptídios menores.



**Figura 10.** Ocorrência de sedimentação no fundo da caixa de leite (A); Remoção de sedimentos da caixa de leite (B), em leite UHT (UAT) de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Na Figura 11 podem ser verificados os teores de nitrogênio não-proteico (NNP) do leite UHT (UAT). Os valores acima dos preconizados pela legislação foram observados no leite de apenas duas marcas (2/7).



**Figura 11.** Resultados das análises de quantificação de compostos nitrogenados em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Considerando que, apenas 5% do conteúdo total de nitrogênio é NNP (HAMBRAEUS; LÖNNERDAL, 2003) e que o teor de NNP na fração solúvel em ácido serve como um indicador de degradação de proteínas hidrolíticas (YOSHINO et al., 1964), a

formação de NNP acima do padrões legais, no leite dessas duas marcas, pode ser justificada tanto pelas altas temperaturas, a que o leite foi submetido no processamento térmico (YOSHINO et al., 1964), quanto à proteólise enzimática devido a origem da matéria-prima, já que foram verificadas contagens de bactérias psicrotróficas superiores ao limite preconizado pela legislação (Tabela 5). Resultados de sedimentação relacionada à temperatura de processamento e desnaturação proteica foram encontrados igualmente por Hassan, Amjad e Mahmood (2009) e por Silva et al. (2004).

Os psicrotróficos produzem enzimas resistentes ao tratamento térmico. Em leite estocado em temperatura ambiente, como o leite UHT (UAT), essas enzimas termorresistentes atuam e degradam o produto (ARCURI et al., 2000; BRITO e BRITO, 2001), como nos resultados de NNP observados no presente estudo. Gaucher et al. (2008b) perceberam aumento de NNP durante a estocagem a 4 °C, 20 °C e 40 °C, e verificado que quanto maior a temperatura de armazenamento, maior o teor NNP. Abdulramhman, Alkanhal e Abu-Lehia (1995) observaram no leite UHT (UAT) proteólise mais acentuada a 35 °C do que a 20 °C. Manji; Kakuda e Arnott (1986) verificaram aumento de proteólise em 20 °C, 25 °C, mas principalmente a 37 °C. No presente trabalho o leite UHT (UAT) foi armazenado de julho até meados de dezembro de 2008, com temperaturas médias entre 15,5 °C e 31,5 °C (Tabela 3), suficientes para o desenvolvimento enzimático proteolítico e lipolítico.

**Tabela 6.** Temperaturas máximas e mínimas medidas na Estação Evaporimétrica do Setor de Engenharia Rural, Escola de Agronomia - UFG, Goiânia/GO, no ano de 2008.

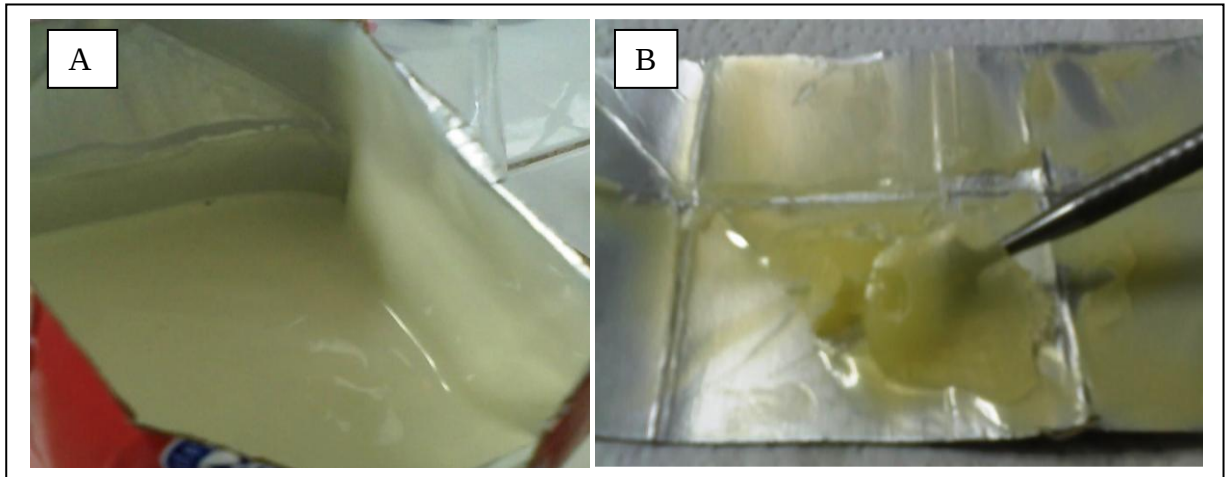
| Ano  | Meses    | Temperatura Máxima (°C) | Temperatura Mínima (°C) |
|------|----------|-------------------------|-------------------------|
| 2008 | Julho    | 29,4                    | 9,3                     |
|      | Agosto   | 32,7                    | 11,5                    |
|      | Setembro | 33,3                    | 14,7                    |
|      | Outubro  | 33,1                    | 18,3                    |
|      | Novembro | 31,0                    | 19,7                    |
|      | Dezembro | 29,5                    | 19,5                    |
|      | Médias   | 31,5                    | 15,5                    |

Fonte: adaptado de Goncalves: Lobato e Silva (2009).

## 5. 5 Resultados das análises de gordura e de gordura separada do leite UHT (UAT)

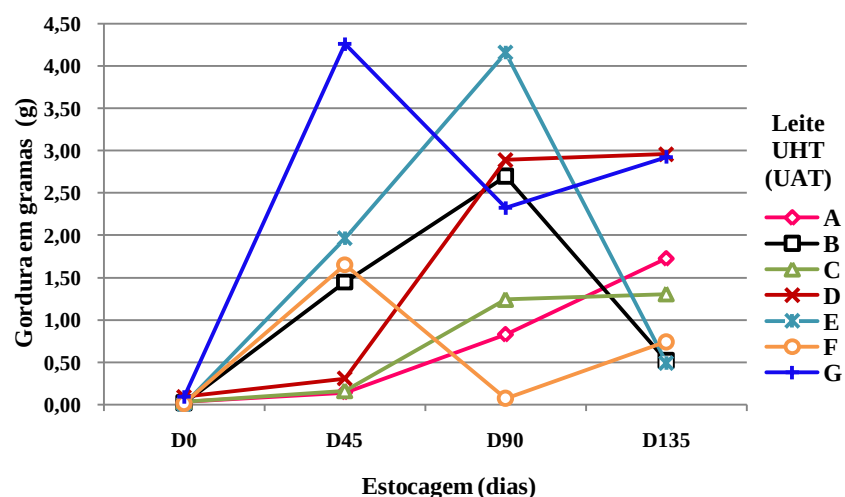
Durante a estocagem, todas as marcas de leite UHT (UAT) tiveram separação de gordura do leite e esta se aderiu à superfície da caixa (Figuras 12A e 12B). Foi verificado aumento crescente da massa de gordura do leite UHT (UAT) de todas as marcas (Figura 13).

A origem dessa separação de gordura, que se intensifica com a estocagem por longos períodos em temperatura ambiente, pode estar ligada a homogeneização deficiente.



**Figura 12.** Gordura separada do leite UHT (UAT) e aderida à caixa (A); Remoção da gordura aderida na caixa de leite em leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Assim como os resultados desse estudo, Hassan, Amjad e Mahmood (2009) sugerem como possível causa da separação de gordura no leite UHT (UAT) as mudanças dependentes da temperatura ambiente. Abdulramhman, Alkanhal e Abu-Lehia (1995) encontraram baixas taxas de separação de gordura no leite UHT (UAT) e sugerem que foram devido à alta eficiência do processo de homogeneização e/ou da quantidade de estabilizante-emulsificante adicionada.



**Figura 13.** Resultados das análises de quantificação de massa de gordura separada do leite UHT (UAT), de diferentes marcas processadas no Estado de Goiás e estocadas por 135 dias, no ano de 2008.

Diante dos resultados obtidos nesse estudo, percebeu-se que as alterações no leite UHT (UAT) durante o período de estocagem foram físico-químicas e no teor dos compostos nitrogenados, indicando degradação proteica. A ocorrência de sedimentação, gordura separada do leite e gelificação também foram verificadas, sendo a presença de micro-organismos no leite cru e o processamento térmico, pelo sistema UHT (UAT), indicativos da origem dessas alterações que modificaram o leite ao longo da estocagem. O leite cru pode ter sua qualidade alterada, desde a ordenha deficiente de condições higiênico-sanitárias, ao armazenamento do leite cru por tempo superior ao estabelecido pela legislação, na propriedade rural, durante o transporte e no silo da indústria.

Os resultados verificados também indicaram alterações no leite UHT (UAT) possivelmente causadas pela temperatura ambiente durante o armazenamento, que indicam que devido à baixa qualidade da matéria-prima, o leite longa vida ou de “caixinha”, como é popularmente conhecido, pode ter o prazo de validade menor que os seis meses permitidos pela legislação, ou que os quatro meses recomendados pela indústria de laticínios, sendo necessária uma verificação mais detalhada dessa provável causa em futuros estudos.

## 6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados de leite cru refrigerado e leite UHT (UAT) verificados no presente trabalho, pôde-se concluir que, no leite cru refrigerado:

- As características físico-químicas estavam dentro dos padrões, com exceção para ESD no leite de duas marcas (2/7);
- Foram encontradas contagens superiores para PSI, no leite de seis marcas (6/7) e de Aeróbios Mesófilos no leite de quatro marcas (4/7);
- Durante a estocagem do leite UHT (UAT) por 135 dias:
  - Os valores de crioscopia e acidez aumentaram;
  - Os valores de pH, densidade relativa, EST e ESD diminuíram, ficando os dois últimos abaixo do preconizado;

No leite UHT (UAT):

- Apenas o leite de uma marca (1/7) estava em desacordo com a legislação para Aeróbios Mesófilos;
- Foi observada degradação proteica no leite de todas as marcas durante a estocagem, através do aumento no teor de compostos nitrogenados não-proteicos;
- Foi verificado aumento de sedimentação no leite de todas as marcas, durante toda estocagem;
- O teor de gordura do leite diminuiu abaixo dos padrões mínimos no leite de todas as marcas.
- No leite de todas as marcas foi verificado aumento de gordura separada do leite.

## REFERÊNCIAS

ABLV. Associação Brasileira da Indústria de Leite Longa Vida. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.ablv.org.br/Estatisticas.aspx>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

ABDULRAMHMAN, A. A.; ALKANHAL, H. A.; ABU-LEHIA, I. H. Changes in the quality of recombined UHT milk processed by direct and indirect heating system during storage. **Journal of Agricultural Sciences King Saud University**, Riyadh, v. 7, n. 2, p. 165-177, 1995.

ALVIM, R. S.; LUCCHI, B. B.; MARTINS, M. C. Cenário para o agronegócio do leite no Brasil: a visão do setor primário. In: FÓRUM DAS AMÉRICAS: LEITE E DERIVADOS: CONGRESSO INTERNACIONAL DO LEITE, 7., 2009, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2009. p.247-264.

ANDRIOLI, A. S.; FURTADO, M. A. M.; VILELA, M. A. P.; MEURER, V. M. Padrões físico-químicos de identidade e qualidade do leite “Longa Vida” (UHT) comercializado na cidade de Juiz de Fora, MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 56, n. 321, p. 50-54, 2001.

ANTUNES, L. A. F. et al. (Chr Hansen). **Resfriamento do leite e suas consequências na produção de lácteos**. Valinhos, n. 95, 4 p. Setembro/Outubro, 2006. (Série: Ha-La Biotec)

ARCURI, E. F.; SILVA, P. D. L.; BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F.; MAGALHÃES, M. M. A. Contagem, isolamento e caracterização de bactérias psicrotróficas contaminantes de leite cru refrigerado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 2250-2255, 2008.

AKHTAR, S.; ZAHOR, T.; A. M. HASHMI. Physico-chemical changes in UHT treated and whole milk powder during storage at ambient temperature. **Journal of Research (Science)**, Pakistan, v.14, n.1, p. 97-101, 2003.

BIZARI, P. A.; PRATA, L. F.; RABELO, R. N. Eficiência da contagem microscópica a partir do leite UAT processado na retroavaliação da qualidade da matéria-prima. **Indústria de Laticínios**, São Paulo, p. 70-78, 2003.

BOBIO, P. A.; BOBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, p. 86, 1992.

BRAMLEY, A. J.; McKINNON, C. H. The microbiology of raw milk. In: ROBINSON, R. K. **The microbiology of milk**. 2 ed. London: Elsevier Science Publishers, 1990. p.163-208.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 30691, de 29 de março de 1952**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=14974>>. Acesso em: 26 fev. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 101, de 11 de agosto de 1993**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=3876>>. Acesso em: 26 fev. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 370, de 04 de setembro de 1997**. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1252>>. Acesso em: 24 fev. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 51 de 18 de setembro de 2002**. Brasília, DF: MAPA, 2002a. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=8932>>. Acesso em: 07 set. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Resolução nº 2, de 19 de novembro de 2002**. Brasília, DF: MAPA, 2002b. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=1216>>. Acesso em: 24 fev. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003**. Brasília, DF: MAPA, 2003. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=2851>>. Acesso em: 24 jun. 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 68 de 12 de dezembro de 2006**. Brasília, DF: MAPA, 2006. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=17472>>. Acesso em: 25 jun. 2008.

BRITO, M. A. V. P.; ARCURI, E. F.; BRITO, J. R. F. Testando a qualidade do leite. In: MINAS LEITE, 2., 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. p. 83-94.

BRITO, M. A. V. P.; BRITO, J. R. F. Qualidade do leite. In: MADALENA, F. H.; MATOS, L.L.; HOLANDA Jr., E.V. (Org.). **Produção de leite e sociedade**. Belo Horizonte: FEPMVZ, cap.3, p. 61-74, 2001.

BRITO, M. A.; BRITO, J. R.; ARCURI, E.; LANGE, C.; SILVA, M.; SOUZA, G. **Crioscopia**. 2005-2007 Disponível em: < [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01\\_185\\_21720039246.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia8/AG01/arvore/AG01_185_21720039246.html)>. Acesso em: 05 fev. 2010.

BYLUND, G. Long life milk. In: **Tetra Pak Dairy Processing Handbook**. Tetra Pack Processing Systems AB: Lund, 1995. cap. 9, p. 215-232.

CASTRO, L.T.; CONSOLI, M. A.; TEIXEIRA, L.; NEVES, M. F. Challenges for Increasing Milk and Yogurt Consumption in Brazil. In: CONFERENCE OF AGRIBUSINESS, FOOD, HEALTH, AND NUTRITION, 16., 2006, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: International Food and Agribusiness Management Association (IAMA), 2006.

CHEN, L.; DANIEL, R. M.; COOLBEAR, T. Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. **International Dairy Journal**, Melbourne, v. 13, n. 4, p. 255-275, 2003.

CORNELL UNIVERSITY. **Fluid milk production**. Disponível em: <<http://www.milkfacts.info/Milk%20Processing/Heat%20Treatments%20and%20Pasteurization.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2009.

CUNHA, M. F. Revisão: leite UHT e o fenômeno de gelatinização. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 19, n. 2, p. 341-352, 2001.

DATTA, N.; DEETH, H. C. Age gelation of UHT milk: a review. **Trans IChemE**, Rugby, v. 79, part C, 2001.

DATTA, N.; DEETH, H. C. Diagnosing the cause of proteolysis in UHT milk. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Wädenswil, v. 36, n. 2, p. 173-182, 2003.

DEETH, H. C. Lipoprotein lipase and lipolysis in milk. **International Dairy Journal**, Melbourne, n. 16, p. 555-562, 2006.

DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S.; MORO, D. V. Determinação laboratorial dos componentes do leite. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELLI, R. S. (Ed.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 23-29.

EBING, P.; RUTGERS, K.; MULLER, R.; WEIJENBERG, M. **A preparação de laticínios**. Agrodok 36. 2 ed. Wageningen: Agromisa Foundation, p. 11-12, 2005.

ENRIGHT, E.; BLAND, A. P.; NEEDS, E. C.; KELLY, A. L. Proteolysis and physicochemical changes in milk on storage as affected by UHT treatment, plasmin activity and KIO<sub>3</sub> addition. **International Dairy Journal**, Melbourne, n. 9, p. 581-591, 1999.

FERREIRA, M. A. **Controle de qualidade físico-químico em leite fluído**. Brasília: SBRT/CDT/UnB, 2007. 18 p. (Dossiê técnico).

GAUCHER, I.; BOUBELLOUTA, T.; BEAUCHER, E.; PIOT, M.; GAUCHERON, F.; DUFOUR, E. Investigation of the effects of season, milk region, sterilisation process and storage conditions on milk and UHT milk physico-chemical characteristics: a multidimensional statistical approach. **Dairy Science and Technology**, Paris, n. 88, p. 291-312, 2008a.

GAUCHER, I.; MOLLÉ, D.; GAGNAIRE, V.; GAUCHERON, F. Effects of storage temperature on physico-chemical characteristics of semi-skimmed UHT milk. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, n. 22, p. 130-143, 2008b.

GIFFEL, M. C. Good hygienic practice in milk processing. In: SMIT, G. (Ed.). **Dairy processing: improving quality**. 1 ed., New York: CRC Press LLC, 2003. cap. 4, p. 68-79.

GOFF, D. **Dairy Science and Technology**: University of Guelph education series. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/uht.html>>. Acesso em: 04 abr. 2009.

GONÇALVES, V. A.; LOBATO, E. J. V.; SILVA, S. M. **Dados meteorológicos**: planilhas mensais. Disponível em: <[http://www.agro.ufg.br/?id\\_pagina=1243344282&site\\_id=67](http://www.agro.ufg.br/?id_pagina=1243344282&site_id=67)>. Acesso em: 04 abr. 2009.

GONZÁLEZ, F. H. D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELLI, R. S. (Ed.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 5-22.

GRIMAUD, P.; SSERUNJOI, M. L.; GRILLET, N. An evaluation of milk quality in Uganda: value chain assessment and recommendations. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, Toronto, v. 7, n. 5, p. 1-16, 2007.

GUASQUES, J. B.; BASTOS, E. T.; PAULA, R. A.; MORAES, S. L.; SILVA, L. F. **Projeções do Agronegócio: mundial e Brasil - 2006/07 a 2017/18**. Brasília: AGE/MAPA, 2009. 7 p. (Resumo executivo).

GUEDES NETO, L. G.; AGUIAR, E. G.; KRATKA, F. C.; PENNA, C. F. A. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; SOUZA, M. R. Influência do tratamento UAT no valor nutritivo do leite. **Leite e Derivados**, São Paulo, v. 12, n. 67, p. 36-39, 2002.

HAMBRAEUS, L; LÖNNERDAL, B. Nutricional aspects of milk proteins. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. (Ed.). **Advanced Dairy Chemistry: Proteins**. 3 ed., New York: Kluwer Academic/Plenum publishers, 2003. v. 1, cap. 12, p. 605-640.

HASSAN, A.; AMJAD, I.; MAHMOOD, S. Microbiological and physicochemical analysis of different UHT milks available in market. **African Journal of Food Science**. v. 3, n. 4, p. 100-106, 2009.

KATSUDA, M. S.; DIAS, L. F.; SOUZA, A. H. P. Caracterização físico-química do leite UHT comercializado no norte do Paraná. In: CONGRESSO NACIONAL DE LATICÍNIOS, 26., 2009, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ILCT/EPAMIG, 2001. 1 CD-ROOM.

KELLY, A. L.; DATTA, N. DEETH. H. C. Thermal processing of dairy products. In: SUN, D.W. (Ed.). **Thermal food processing of dairy products: new technologies and quality issues**. New York: CRS pressTaylor & Francis, 2006. cap. 9, p. 265- 298.

LEWIS, M. J.; HEPPELL, N. J. Fouling, cleaning, and disinfecting. In: \_\_\_\_\_. **Continuous Thermal Processing of Foods: Pasteurization and UHT Sterilization**. Aspen Publishers Incorporation: Gaithersburg, 2000. cap. 8, p. 331-334.

LUCEY, J. A. Formation, structural properties and rheology of acid-coagulated milk gels. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P.; COGAN, T. M.; GUINEE, T. P. (Ed.). **Cheese: Chemistry, physics and microbiology**. 3 ed., London: Elsevier Academic Press, 1987. v. 1, cap. 5, p. 105-119.

MACGIBBON, A. K. H.; TAYLOR, M. W. Composition and structure of bovine milk lipids. In: FOX, P. F.; MCSWEENEY, P. (Ed.). **Advanced Dairy Chemistry: Lipids**. 3 ed., New York: Kluwer Academic/Plenum publishers, 2006. v. 2, cap. 1, p. 1-35.

MANJI, B.; KAKUDA, Y.; ARNOTT, D. R. Effect of storage temperature on age gelation of Ultra-High Temperature milk processed by direct and indirect heating systems. **Journal of Dairy Science**. Stanford, v. 69, n. 12, p 2994-3001, 1986.

MANZI, P; PIZZOFRATO, L. UHT thermal processing of milk. In: SUN, D.W. (Ed.). **Thermal food processing of dairy products: new technologies and quality issues**. New York: CRS pressTaylor & Francis, 2006. cap. 10, p. 299-355.

MARTINS, M. C. Pecuária de leite. In: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Agropecuária Brasileira: balanços e perspectivas 2008-2009** - Superintendência Técnica. Brasília: CNA, 2009. p. 45-47. Disponível em: <<http://www.cna.org.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2009.

MARTINS, M. E. P.; NICOLAU, E. S.; MESQUITA, A. J.; NEVES, R. B. S.; ARRUDA, M. L. T. Qualidade de leite cru produzido e armazenado em tanques de expansão no Estado de Goiás. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, 2008.

MELO JR, A. S. **Influência da contagem de células somáticas e microrganismos psicrótróficos na gelificação e sedimentação do leite UAT**. Lavras, MG, UFLA, 2005. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, 2005.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Banco de Informações e Mapas de Transportes**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/bit/>>. Acesso em: 23 fev. 2009.

NASCIMENTO, I. R.; CRUZ, V. R; SÁ, C. O. Efeito do armazenamento e do transporte na qualidade do leite: Aquidabã/SE. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 59, n. 339, p. 283-285, 2004.

OLIVEIRA, P. H. B.; SANTOS, A. A homogeneização de leite e derivados: processos e equipamentos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 63, n. 362, p. 33-39, 2008.

PEDRICO, A; CASTRO, J. G. D.; SILVA, J. E. C.; MACHADO, L. A. R. Aspectos higiênico-sanitários na obtenção do leite no Assentamento Alegre, município de Araguaína, TO. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 610-617, 2009.

PEREDA, J.; FERRAGUT, V.; BUFFA, M.; GUAMIS, B.; TRUJILLO, A. J. Proteolysis of ultra-high pressure homogenised treated milk during refrigerated storage. **Food Chemistry**, Maryland Heights, n. 111, p. 696-702, 2008.

PEREDA, J. A. O.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Características gerais do leite e componentes fundamentais**. In: \_\_\_\_\_. Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal. 2. Ed. Artmed: Porto Alegre; 2005. p.13-37.

PEREIRA, D. B. C. **Métodos Físico-Químicos aplicados ao controle de qualidade de leite e derivados - Parte I**. Disponível em: <<http://www.cienciadoleite.com.br/?action=1&type=5&a=127>>. Acesso em: 23 fev. 2009.

PEREIRA, F. E. V. **Isolamento e caracterização de microrganismos em leite cru refrigerado e leite UHT no Estado de Goiás e desenvolvimento de filme ativo antimicrobiano para inibição de *Bacillus sporothermodurans***. Goiânia, GO, UFG, 2010. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, 2010.

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

PINTO, C. L.; MARTINS, M. L.; VANETTI, M. C. D. Qualidade microbiológica de leite cru refrigerado e isolamento de bactérias psicrotróficas proteolíticas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.3, p. 645-651, 2006.

PRATA, L. F. **Fundamentos de Ciência do Leite**. Jaboticabal:FUNEP/UNESP, 2001. 287 p.

REIS, E. A.; REIS, I. A. **Estatística Descritiva: Tabelas e Gráficos**, Relatório Técnico RTE-04/2001. Disponível em: <<http://www.leg.ufpr.br/~silvia/CE055/node6.html>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

ROSSI JR, O. D.; VIDAL-MARTINS, A. M. C.; SALOTTI, B. M.; BÜRGER, K. P.; CARDOZO, M. V.; CORTEZ, A. L. L. Estudo das características microbiológicas do leite UAT ao longo de seu processamento. **Arquivo do Instituto de Biologia**, São Paulo, v. 73, n.1, p. 27-32, 2006.

SANTOS, E. M. P.; PLASTINO, L. R.; SOUZA, M. R.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; MATTOS, C. A. Pesquisa de mercado: hábitos de consumo e perfil do consumidor de leite longa vida em Belo Horizonte, MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 58, n. 333, p. 92-94, 2003.

SANTOS, M. G.; OKURA, M. H.; RENSIS, C. M. V. B. Avaliação da qualidade do leite UHT durante sua vida de prateleira. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 62, n. 357, p. 141-147, 2007.

SANTOS, P. A.; SILVA, M. A. P.; ANASTÁCIO, P. I. B.; SILVA JÚNIOR, L. C.; ISEPON, J. S.; NICOLAU, E. S. Qualidade do leite cru refrigerado estocado por diferentes períodos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 63, n. 364, p. 36-41, 2008.

SGARBIERI, V. C. Revisão: Propriedades Estruturais e Físico-Químicas das Proteínas do Leite. **Brazilian Journal Food and Technology**, Campinas, v.8, n.1, p. 43-56, 2005.

SILVA, P. H. F. Leite: aspectos de composição e propriedades. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 6, 1997.

SILVA, P. H. F. **Leite UHT: fatores determinantes para sedimentação e gelificação**. Juiz de Fora: Templo Gráfica de Editora, 2004. 128 p.

SILVA, P. H. F.; PEREIRA, D. B. C.; OLIVEIRA, L. L.; COSTA Jr, L. C. G. **Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos**. Juiz de Fora: Oficina da Impressão Gráfica e Editora Ltda, 1997. 190 p.

SOUZA, M. R.; CERQUEIRA, M. M. M. O. P.; SENA, M. J.; LEITE, M. O.; MORAIS, C. F. A. Avaliação da qualidade do leite resfriado e estocado em propriedades rurais. **Leite & Derivados**, São Paulo, n. 50, p. 52-57, 2000.

TIMM, C. D.; OLIVEIRA, D. S. Nova legislação de leite no Brasil. **Ciência & Tecnologia Veterinária**, Pelotas, no prelo 2009.

TRONCO, V. M. **Manual para inspeção da qualidade do leite**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2008. 206 p.

WALSTRA, P.; GEURTS, T. J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A.; VAN BOEKEL, M. A. J. S. Milk for liquid consumption. In: \_\_\_\_\_. **Dairy Technology: principles of milk properties and processes**. New York: Marcel Dekker Inc., 2005. cap. 14, p. 383-404.

WHER, M. **Standard Methods for the examination of dairy products**. Washington: American Public Health Association Publication (APHA), p.59-83, 2004.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology**. Gaithersburg: Aspen publishers Inc. v. 1, p. 84-85. 2001.

VIDAL-MARTINS, A. M. C.; SALOTTI, B. M.; ROSSI JUNIOR, O. D.; PENNA, A. L. B. Evolução do índice proteolítico e do comportamento reológico durante a vida de prateleira de leite UAT/UHT. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 698-704, 2005.

VIDAL-MARTINS, A. M. C.; ROSSI JUNIOR, O. D.; SALOTTI, B. M.; BÜRGER, K. P.; CORTEZ, A. L. L.; CARDOZO, M. V. Efeito do processamento UAT (Ultra Alta Temperatura) sobre as características físico-químicas do leite. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 295-298, 2008.

VIDOR, A. C. M. **Alterações na legislação higiênico-sanitária do leite fluido: uma análise da legislação brasileira frente às legislações internacionais**. Porto Alegre, RS, UFRGS, 2002.121 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

VIEGAS, R. P.; RESENDE, M. F. S.; CALDEIRA, L. A.; PENNA, C. F. A. M.; CERQUEIRA, M. M. O. P.; LEITE, M. O.; FONSECA, L. M.; et al. Avaliação da qualidade físico-química do leite UAT desnatado comercializado em Belo Horizonte-MG. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 61, n. 351, p. 85-88, 2006.

YOSHINO, U.; SAMURO, M.; YAMAUCHI, K.; TSUGO, T. Comparative study on the changes of the casein fractions on heating. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 28, n. 2, p. 82-89, 1964.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A** – Medida e corte da base da caixa de leite UHT (UAT) para análise de sedimentação.

