

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DO LEITE DE ÉGUAS DA RAÇA QUARTO  
DE MILHA**

Autora: Letícia Aparecida de Moraes  
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Rio Verde – GO  
abril - 2017

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**QUALIDADE DO LEITE DE ÉGUAS DA RAÇA QUARTO  
DE MILHA**

Autora: Letícia Aparecida de Moraes  
Orientador: Dr. Marco Antônio Pereira da Silva

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - Área de concentração Produção Animal.

Rio Verde - GO  
abril - 2017

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

MM827g      Moraes, Leticia Aparecida de  
Qualidade do leite de éguas da raça Quarto de  
Milha / Leticia Aparecida de Moraes; orientador Marco  
Antônio Pereira da Silva. -- Rio Verde, 2017.  
59 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Zootecnia) --  
Instituto Federal Goiano, Câmpus Rio Verde, 2017.

1. equino. 2. potro. 3. composição química. 4.  
aminoácidos. 5. ácidos graxos. I. Pereira da Silva,  
Marco Antônio, orient. II. Título.

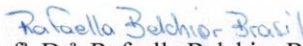
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA


**QUALIDADE DO LEITE DE ÉGUAS DA RAÇA DE  
QUARTO DE MILHA**

Autora: Letícia Aparecida de Moraes  
Orientador: Marco Antônio Pereira da Silva


*TITULAÇÃO:* Mestre em Zootecnia – Área de concentração Zootecnia  
– Zootecnia e Recursos Pesqueiros.

APROVADA em 06 de abril de 2017.

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rafaella Belchior Brasil  
*Avaliadora externa*  
Faculdade Quirinópolis

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cibele Silva Minafra  
*Avaliadora interna*  
IF Goiano/ RV

  
Prof. Dr. Marco Antônio Pereira da Silva  
*Presidente da banca*  
IF Goiano/RV

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karen Martins Leão  
*Avaliadora interna*  
IF Goiano/ RV

*À minha família, em especial aos meus queridos Pais, Lásaro Afonso de Morais e Luciclea da Silva Morais, pelo amor incondicional e apoio necessário para que eu pudesse seguir adiante.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem Ele nada disso seria possível, pela força e amparo nos momentos difíceis no decorrer dessa caminhada.

Aos meus Pais, Lásaro Afonso de Moraes e Luciclea da Silva Moraes, as pessoas mais importantes da minha vida, por todo amor, dedicação e apoio. Ao meu irmão Luciano Lásaro de Moraes, por tornar minha vida mais feliz.

A Tia Maria e Tio Eurico (*in memoriam*) pelo carinho e apoio, vocês foram muitos importantes nesta fase. E todos os demais familiares.

Ao Professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, pela amizade, paciência, pela orientação no decorrer destes anos. Agradeço por tudo.

A Professora Dr.<sup>a</sup>. Karen Martins Leão, pelos ensinamentos, amizade e por toda ajuda no mestrado.

A Professora Dr.<sup>a</sup> Cibele Silva Minafra, pelos ensinamentos e por ter aceitado o convite para participação como membro da banca.

A Dr.<sup>a</sup> Rafaella Belchior Brasil, por ter aceitado o convite para participar como membro da banca.

Aos amigos Vanessa Souza Silva, Gábata Nathália Borges Pereira e Luis Fernando de Souza Caixeta, pela amizade e companheirismo durante todos esses anos.

Ao Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, pela a oportunidade de concluir mais uma etapa dos meus estudos.

A todos da família e equipe Rancho Silverado, por ceder as éguas para realização da pesquisa, pela receptividade, disponibilidade e por toda ajuda na realização da pesquisa.

Ao Haras Mabe, pela disponibilidade e por ceder as éguas para realização da pesquisa, a Alessandra Crosara Testa, por toda ajuda e disponibilidade na realização do experimento na fase de coleta de dados.

Ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, pelas avaliações eletrônicas.

Ao apoio financeiro disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), através da concessão da bolsa, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) e Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), pelo apoio financeiro a pesquisa.

Muito obrigada!

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Letícia Aparecida de Moraes, filha de Lásaro Afonso de Moraes e Luciclea da Silva Moraes, nasceu no dia 24 de setembro de 1992, na cidade de Rio Verde, Goiás. Iniciou em 2010 o Curso Superior em Zootecnia no Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, concluindo em 2014. Em 2015 iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível mestrado, pelo Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Concluiu o Mestrado em Zootecnia no primeiro semestre de 2017.



## ÍNDICE

|  | Página |
|--|--------|
| <b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....  | 1      |
| <b>OBJETIVOS</b> .....   | 5      |
| OBJETIVO GERAL.....  | 5      |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....   | 5      |
| <b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....   | 6      |
| 1.1 Situação da Equinocultura.....   | 6      |
| 1.2 A Raça Quarto de Milha.....  | 6      |
| 1.3 A Indústria Quarto de Milha.....   | 7      |
| 1.4 Consumo de leite de equídeos por humanos.....                              | 7      |
| 1.5 Anatomia da Glândula Mamária da Égua.....                                  | 8      |
| 1.6 Colostro para o Potro.....   | 9      |
| 1.7 Qualidade e Produção de Leite de Éguas.....                                | 10     |
| 1.7.1 Gordura.....   | 11     |
| 1.7.2 Ácidos Graxos.....   | 12     |
| 1.7.3 Proteína.....  | 13     |
| 1.7.4 Aminoácidos.....   | 14     |
| 1.7.5 Lactose.....   | 16     |
| 1.7.6 Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD) .....       | 17     |
| 1.7.7 Contagem de células somáticas (CCS) .....                                | 17     |
| 1.7.8 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) .....                          | 18     |
| 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 20     |
| <b>CAPÍTULO II: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE ÉGUA QUARTO DE MILHA</b> | 31     |
| 3 INTRODUÇÃO.....  | 32     |
| 3.1 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 32     |
| 3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 35     |
| 3.3 CONCLUSÃO.....   | 42     |
| 3.4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....  | 43     |

## ÍNDICE DE TABELAS

|   | Página |
|---|--------|
| <b>CAPÍTULO II: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE ÉGUAS QUARTO DE MILHA</b>   |        |
| <b>TABELA 1</b> - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%) e contagem de células somáticas (CCS) (CS/mL) do leite de éguas Quarto de Milha de 0 a 35 dias de lactação.....           | 35     |
| <b>TABELA 2</b> - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%) e contagem de células somáticas (CCS) (CS/mL) do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação..... | 36     |
| <b>TABELA 3</b> - Correlação linear entre as variáveis de dias de lactação e qualidade do leite de éguas Quarto de Milha.....   | 38     |
| <b>TABELA 4</b> - Composição de aminoácidos do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação.....   | 39     |
| <b>TABELA 5</b> - Perfil de ácidos graxos do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação.....   | 40     |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  | Página |
|--|--------|
| <b>CAPÍTULO I: REVISÃO DE LITERATURA</b>   |        |
| <b>FIGURA 1</b> - Corte sagital da glândula mamária A = Cisterna de leite; B = ducto lactífero; C = ducto papilar; D = orifício do teto.....   | 9      |
| <b>CAPÍTULO II: COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE ÉGUAS QUARTO DE MILHA</b>  |        |
| <b>FIGURA 2</b> - Microscopia eletrônica de varredura em aproximação de 50 x, 300x e 1500x do leite de éguas Quarto de Milha em 0 a 40 dias de lactação, 41 a 80 dias de lactação e 81 a 120 dias de lactação..... | 42     |

## LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

| <b>Símbolo</b> | <b>Sigla</b>                                       |
|----------------|--|
| %              | Por cento  |
| °C             | Graus Celsius                                      |
| µm             | Micrômetro   |
| ABQM           | Associação Brasileira de Quarto de Milha           |
| CBT            | Contagem bacteriana total                          |
| CCS            | Contagem de células somáticas                      |
| Cm             | Centímetro   |
| CS/mL          | Células somáticas por mililitro                    |
| ESD            | Extrato seco desengordurado                        |
| EST            | Extrato seco total                                 |
| IgA            | Imunoglobulina A                                   |
| IgG            | Imunoglobulina G                                   |
| IgM            | Imunoglobulina M                                   |
| Igs            | Imunoglobulinas                                    |
| kcal           | Caloria  |
| Kg             | Quilo  |
| LQL            | Laboratório de Qualidade do Leite                  |
| MAPA           | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento |
| MEV            | Microscopia eletrônica de varredura                |
| mL             | Mililitro  |
| NRC            | National Research Council                          |
| OMS            | Organização Mundial da Saúde                       |
| PSI            | Puro Sangue Inglês                                 |
| PUFA           | Ácido graxo poli-insaturado                        |
| R\$            | Reais  |

## RESUMO

MORAIS, Letícia Aparecida de. **Qualidade do leite de éguas da raça Quarto de Milha.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2017. 59p.

O Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e o terceiro mundial. Objetivou-se avaliar a composição química do leite de 0 a acima de 120 dias de lactação, determinar a composição centesimal, o perfil de aminoácidos, ácidos graxos presentes no leite e realizar microscopia eletrônica de varredura no leite de éguas da raça Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação. A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural localizada no município de Jataí - GO. Foi avaliado a composição do leite de égua nas primeiras cinco semanas de lactação, e foram distribuídos nos seguintes intervalos de lactação: 1 a 7 (16 amostras), 8 a 14 (25 amostras), 15 a 21 (37 amostras), 22 a 28 (38 amostras) e 29 a 35 (33 amostras). E também avaliou-se a lactação acima de 120 dias, foram divididos em intervalos de lactação 0 a 40 (164 amostras); 41 a 80 (245 amostras); 81 a 120 (129 amostras) e acima de 121 (137 amostras) dias de lactação. As amostras de leite foram coletadas em frascos estéreis de polietileno contendo conservante Bronopol® para análise da composição centesimal e contagem de células somáticas. Para análises de perfil de aminoácidos, ácido graxo e MEV, as amostras foram coletadas em frascos de vidro de capacidade de 1 litro. Após a apartação do potro por duas horas, no momento da ordenha os mesmos foram levados até a égua para estimular a descida do leite. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente ao acaso, para análises dos dados realizou-se teste de Tukey com probabilidade de 5% usando o software Sisvar. Apenas a CCS nos intervalos de 1 a dias 35 dias não diferiu, os demais componentes diferiram ao longo da lactação. Dos aminoácidos a taurina não foi detectada no leite de égua Quarto de Milha, os que apresentaram maior porcentagem foram prolina, leucina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico. Os dias de lactação não influenciaram os ácidos graxos miristoleico, pentadecanoico e o margárico. Os principais constituintes do leite de égua Quarto de Milha.

**Palavras-chave:** equino, potro, composição química, aminoácidos, ácidos graxos.

## ABSTRACT

Brazil has the largest herd of horses in Latin America and the third largest in the world. The objective of this study was to evaluate the chemical composition of milk from 0 to over 120 days of lactation, to determine the centesimal composition, the amino acid profile, fatty acids present in the milk and to perform scanning electron microscopy in the milk of Quarter Mare mares in Different lactation intervals. The research was carried out in a rural property located in the municipality of Jataí - GO. The composition of mare's milk in the first five weeks of lactation was evaluated, where they were distributed in the following lactation intervals: 1 to 7 (16 samples), 8 to 14 (25 samples), 15 to 21 (37 samples), 22 a 28 (38 samples) and 29 to 35 (33 samples). Also, there were evaluated lactation up to 120 days of lactation, where they were divided into lactation intervals 0 to 40 (164 samples); 41 to 80 (245 samples); 81 to 120 (129 samples) and above 121 (137 samples) lactation days. The milk samples were collected in sterile polyethylene bottles containing Bronopol® preservative for analysis of the centesimal composition and counting of somatic cells. For analysis of amino acid, fatty acid and SEM profiles, the samples were collected in glass bottles of 1 liter capacity. After the colt was removed for two hours, at the time of milking, they were taken to the mare to stimulate the descent of the milk. The experiment was carried out in a completely randomized design, for analysis of the data, a Tukey test with 5% probability was performed using the Sisvar software. Only SCC at intervals of 1 to 35 days did not differ, the other components differed throughout lactation. From amino acids the taurine was not detected in Quarter Horse mare milk, the ones with the highest percentage were proline, leucine, lysine, aspartic acid and glutamic acid. The days of lactation did not influence the myristoleic, pentadecanoic and margaric fatty acids that are the main constituents of milk Quarter Horse

**Key words:** equine, foal, composition, amino acid, fatty acid.

## INTRODUÇÃO GERAL

O leite de égua supre a necessidade do potro, que constitui na única fonte de nutrição nas primeiras semanas de vida, fator essencial para sobrevivência do recém-nascido (SMITH, 2003). Dentre os mamíferos, o leite de éguas é o que apresenta maior semelhança com o leite humano, em virtude da alta digestibilidade, baixo teor proteico, alto teor de lactose e equilíbrio da relação albumina-globulina (PRESTES et al., 1999). É também um dos mais importantes alimentos para populações da Ásia Central (PIKUL & WÓJTOWSKI, 2008).

Existe crescente necessidade de pesquisar e preparar suplementos para serem utilizados na alimentação dos potros, desta forma, estudos da composição química do leite de éguas se tornam cada vez mais importantes (PIETRZAK-FIEĆKO et al., 2009).

Devido as características do leite de égua, o mesmo pode suprir as exigências nutricionais de recém-nascidos e de pessoas que têm alergia a proteína do leite de vaca, tornando um produto importante para a saúde humana. No Brasil, são realizados poucos estudos sobre a qualidade do leite equino e os mesmos estão principalmente voltados à nutrição do potro (SANTOS et al. 2005) ou à sanidade da glândula mamária (PRESTES et al. 1999). A égua produz de leite o equivalente a 2,8% a 3,0% do peso vivo por dia e a comercialização deste produto, pode representar um incremento na receita dos haras brasileiros, além de contribuir de forma positiva com o tratamento de doenças em humanos (REIS et al., 2007).

A produção de leite de éguas não tem tradição e importância econômica no Brasil, quando comparada a produção de leite de vacas e cabras, mas está ganhando importância nos países europeus (MARKIEWICZ-KESZYCKA et al. 2014). Isto é pela composição, por ser uma alternativa rentável para os criadores de cavalos, especialmente para atender um público alvo, que são as pessoas com alergia ao leite de vaca, os idosos e convalescentes (SALIMEI & FANTUZ, 2012). É um produto de grande interesse não só para o consumo humano, mas também como agente terapêutico e para a indústria de cosméticos (CAROPRESE et al., 2007).

A produção e composição do leite, podem variar dependendo da fase de lactação, idade, ordem de partos e nutrição. Entre os fatores que exercem maiores influências sobre a composição do leite equino, estão a composição da dieta e estágio de lactação (PIKUL & WÓJTOWSKI 2008). Gomes et al. (2004) apontaram que o principal fator fisiológico

envolvido com as variações dos constituintes lácteos é o estágio de lactação.

A composição da proteína de leite de égua difere do leite produzidos por outros animais leiteiros, no entanto, os dados sobre a proteína do soro de leite de éguas na literatura são escassos (SALIMEI & FANTUZ, 2012). As proteínas do leite de égua possuem ação antibacteriana, anti-inflamatória, antifúngica e propriedades anti-tumorais. Além disso, constituem os componentes principais da imunidade inata (MARKIEWICZ-KESZYCKA et al., 2013).

A glândula mamária das éguas possui posição anatômica distinta das outras espécies de animais de produção, visto que se situa distante do solo, inserida na região inguinal, dificultando a ocorrência de injúrias na mama e tetos (BOSTEDT et al., 1988). O compartimento da cisterna do teto da égua tem capacidade mais baixa em comparação com outros animais leiteiros, portanto, para ordenha é importante apartar os potros das éguas de 2 a 3 horas antes de realizar a ordenha (DOREAU E MARTIN-ROSSET, 2002).

A composição média do leite equino é de 6,5% de lactose, 1,8% de proteína, 1,0% de gordura e 440 kcal/kg de energia (SANTOS et al., 2005). Reis et al. (2007) estudando a composição do leite de éguas Mangalarga Marchador no Estado de Goiás, relataram teores de 2,00% de proteína, 0,63% de gordura, 6,57% de lactose e 10,37% de extrato seco total (EST).

No Brasil, as pesquisas com leite de égua ainda são escassas, por isso, torna-se importante conhecer a composição físico-química, pois é um produto que tem potencial para a nutrição humana, indústria de cosméticos e também pela importância no manejo nutricional para os potros.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BOSTEDT, H.; LEHMANN, B.; PEIP, D. Mastitis in mares. *Tierärztliche Praxis*, v.16, n.4, p.367-371, 1988.

BRUCKMAIER, R. M. Normal and disturbed milk ejection in dairy cows. *Domestic Animal Endocrinology*. v. 29, n.2, p.268–273, 2005.



CAROPRESE, M.; ALBENZIO, M.; MARINO, R.; MUSCIO, A.; ZEZZA, T.; SEVI, A. Behavior, Milk Yield, and Milk Composition of Machine and Hand-Milked Murgesse Mares. *Journal of Dairy Science*. V. 90, n. 6, p. 2773-2777, 2007.

DOREAU, M., MARTIN-ROSSET, W. Horse. in: H. Roginski, J.W. Fuquay, P.F. Fox (Eds.) *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2. MPG Books Ltd., Bodmin, UK p.630 - 637. 2002.

GOMES V.; LIBERA A.M.M.P.D.; MADUREIRA K.M.; ARAÚJO W.P. 2004. Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. vol.41, n.5, p.339-342, 2004.

LE DU, J. Mechanical milking of mares. Page 12 in *Proc. 37th Annu. Mtg. Eur. A* 1986.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; KRZYZEWSKI, J.; STRZAKOWSKA, N.; JÓZWIK, A.; BAGNICKA, E. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and beta-carotene in late lactation mares' milk. *International Dairy Journal* v.38, n.1, p.31-36, 2014.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; BAGNICKA, E.; STRZAKOWSKA, N.; JÓZWIK, A.; KRZYZEWSKI, J. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal* .v.31, n.2, p.62 - 64. 2013.

PIETRZAK-FIEĆKO, R.; TOMCZYŃSKI, R.; SMO CZYŃSKI, S.S. Effect of lactation period on the fatty acid composition in mares' milk from different breeds. *Archiv Tierzucht*. V. 56 n. 33, p. 335-343, 2013.

PIKUL, J. & WÓJTOWSKI, J. Fat and cholesterol content and fatty acid composition of mares' colostrums and milk during five lactation months. *Livestock Science*, v.113, n.3, p.285-290, 2008.

PRESTES, N.C.; LANGONI, H.; CORDEIRO, L.A.V. Estudo do leite de éguas sadias ou portadoras de mastite subclínica, pelo Teste de Whiteside, análise microbiológica e contagem de células somáticas. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. v.36. n. 3, p. 144-148, 1999.

REIS, A. P.; MESQUITA, A. J.; MOREIRA, C. H.G.; CURADO, E. A. F.; SILVA, E. B.; NICOLAU, E. S. Composição do leite de éguas da raça Mangalarga Marchador. Revista do Instituto Adolfo Lutz, v.66, n. 2, p. 130-135, 2007

SALIMEI, E., & FANTUZ, F. Equid milk for human consumption. International Dairy Journal, v.24, p.130-142, 2012.

SANTOS, E. M.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A.; PINTO, L. F. B.; CORASSA, A.; PIMENTEL, R. R. M.; SILVA, V. P.; GALZERANO, L. Lactação em éguas da raça mangalarga marchador: produção e composição do leite e ganho de peso dos potros lactentes. Revista Brasileira Zootecnia, v. 34, n. 2, p. 627-634, 2005.

SMITH, P.B. Large animal internal medicine. 4.ed. St Louis: Mosby, p.937- 998, 2003.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Avaliar o perfil químico, físico, ácidos graxos e aminoácidos do leite de éguas Quarto de Milha, em diferentes intervalos de lactação.

### **Objetivos Específicos**

Identificar a composição química do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação;

Verificar a correlação entre os dias de lactação e a composição química do leite de éguas Quarto de Milha;

Determinar o perfil de aminoácidos e ácidos graxos do leite de éguas Quarto de Milha;

Avaliar as estruturas físicas do leite de éguas Quarto de Milha por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

# CAPÍTULO I

## 1. REVISÃO DE LITERATURA

### 1.1 Situação da Equinocultura

O Brasil possui o maior rebanho de equinos da América Latina e o terceiro mundial. Somado aos muares (mulas) e asininos (asnos) são 8 milhões de cabeças, movimentando R\$ 7,3 bilhões, somente com a produção de cavalos (BRASIL, 2017). O Brasil também é reconhecido como potência mundial no agronegócio por isso, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), classificou a Equinocultura Brasileira como parte integrante da atividade pecuária em virtude da importância econômica e social (VIEIRA, 2011).

O rebanho de equinos envolve mais de 30 segmentos, distribuídos entre insumos, criação e destinação final e compõe a base do chamado Complexo do Agronegócio Cavalo (BRASIL, 2017).

Existem vários segmentos de importância no mercado de equinos, como, turfes, trabalho, medicamentos (soro antiofídico), comercialização de garanhões, produção de leite, banco de colostro para potros órfãos e produção de carne (NÓBREGA, 2016).

### 1.2 A Raça Quarto de Milha

O nome “quarto de milha” veio da capacidade de se distanciar de outras raças de cavalos em corridas de um quarto de milha ou até menos. Alguns cavalos quarto de milha conseguem atingir a velocidade de até 88,5 km/h. O Quarto de Milha americano é a raça mais popular nos Estados Unidos (CAVALOS QUARTO DE MILHA, 2017).

A raça Quarto de Milha (Figura 1) foi a primeira a ser desenvolvida na América. Surgiu nos Estados Unidos por volta do ano 1600. Os primeiros animais foram trazidos da Arábia e Turquia para a América do Norte pelos exploradores e comerciantes espanhóis. Os garanhões escolhidos eram cruzados com éguas que vieram da Inglaterra. O cruzamento produziu cavalos compactos, com músculos fortes, podendo correr distâncias curtas mais rapidamente do que qualquer outra raça (ABQM, 2017).

Considerado o cavalo mais versátil do mundo, o Quarto de Milha tornou-se nos últimos anos uma das principais raças dentro do mercado brasileiro de equinos. Esses animais são adaptáveis as mais diversas modalidades esportivas, com merecido destaque às

provas de velocidade, como a de três tambores (DONOFRE et al., 2014).

### **1.3 A Indústria Quarto de Milha**

O plantel Quarto de Milha no Brasil é composto segundo dados fornecidos pelo Stud Book da ABQM, até 13/01/2017, por 514.316 animais registrados, representados por 104.238 proprietários. Desse número, 50.403 são criadores e 30.492 associados cadastrados, espalhados por todos os estados brasileiros. Os haras distribuídos em aproximadamente 1 milhão de hectares, são avaliados em mais de R\$ 20 bilhões, e são consumidos anualmente em ração em torno de 918 mil toneladas, com gasto de cerca de R\$ 730 milhões. A mão de obra empregada diretamente também é bastante significativa, oferecendo mais de 310 mil empregos diretos. Nos últimos cinco anos, o Stud Book da ABQM registrou mais de 130 mil potros. Também neste mesmo período, a raça movimentou em leilões por todo o país em torno de R\$ 1 bilhão com a comercialização de aproximadamente 27 mil animais, pela média geral de R\$ 37 mil (ABQM, 2017).

### **1.4 Consumo de leite de equídeos por humanos**

O leite de égua era tradicionalmente usado por povos nômades da antiga União das Repúblicas Socialistas Soviéticas, Mongólia e na Europa Oriental, para nutrição humana e em seguida, para fins terapêuticos (DOREAU & MARTIN-ROSSET, 2002).

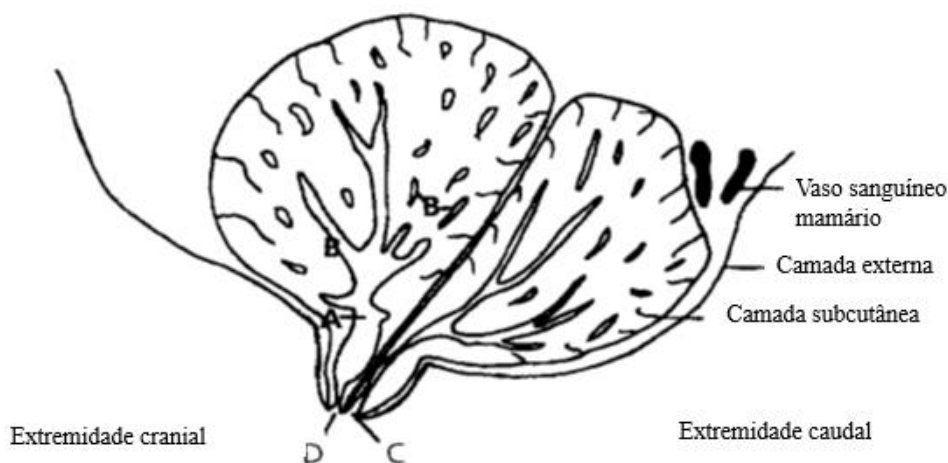
Devido as características do leite de égua, as mesmas podem suprir as exigências nutricionais de recém-nascidos e de pessoas que têm alergia a proteína do leite de vaca, tornando um produto importante para a saúde humana. O leite de égua também é utilizado para o tratamento de patologias humanas como hepatite, úlcera crônica e tuberculose (SOLAROLI et al., 1993). Em algumas lojas que comercializam produtos naturais e algumas farmácias na Europa Ocidental, o leite equino é vendido em cápsulas congeladas ou liofilizado (UNIACKE-LOWE et al., 2010).

O principal derivado do leite de égua é uma bebida alcoólica láctica chamada Koumiss ou também conhecido como Airag, que é o leite de égua fermentado que contém baixa concentração de álcool, normalmente 3% (MIYAMOTO et al., 2015). A fermentação ocorre em três a oito horas e é realizada por uma mistura de leveduras nativas e lácticas (BORNAZ et al., 2010), e atualmente o Koumiss é fabricado a nível industrial (TAMIME et al., 1999). Em países como França, Alemanha e Itália, além de ser utilizado na alimentação de humanos, o leite de égua vem se destacando na indústria de cosméticos

(DEFRANCE, 2005). A gordura do leite de égua é considerada um ingrediente importante nos cosméticos da Mongólia por causa do índice elevado de ácido graxo poli-insaturado (TEMUJIN et al., 2006). As proteínas do leite são também descritas como naturalmente ativas na hidratação da pele e prevenção do envelhecimento da pele (COTTE, 1991).

### 1.5 Anatomia da Glândula Mamária da Égua

O úbere da égua é composto de duas mamas separadas por um septo ao longo do sulco intermamário proeminente, cada uma com uma porção glandular e um teto. Cada porção glandular é feita de 2, ou ocasionalmente, 3 lóbulos. O leite é secretado por células epiteliais especializadas dispostas em alvéolos que se abrem em pequenos ductos. Estes alvéolos e ductos pequenos são agrupados em lóbulos e são rodeados por células mioepiteliais que são importantes para a ejeção do leite. Os pequenos ductos abrem para ductos maiores e convergem para uma cisterna de leite na base do teto. Existe um orifício para cada lóbulo no teto correspondente (BUDRAS et al., 1994) (Figura 2). Alguns ductos, chamados ductos papilares, também podem abrir diretamente no final do teto.



**FIGURA 2** - Corte sagital da glândula mamária A = Cisterna de leite; B = ducto lactífero; C = ducto papilar; D = orifício do teto. Fonte: Adaptado por Budras et al., (1994).

### 1.6 Colostro para o Potro

A lactação da égua inicia-se pela secreção de colostro durante os primeiros dias

após nascimento do potro, depois ocorre variação nos teores de proteína, gordura e lactose do leite (IVANKOVIĆ, 2004).

O colostro é uma secreção complexa que fornece nutrientes necessários, proteção imune, fatores de crescimento e melhora a função gastrointestinal no potro recém-nascido. O período colostrado de éguas é considerado muito curto quando comparado com vacas e o colostro apresenta diferenças significativas na composição química a partir do primeiro dia após o parto (PIKUL & WÓJTOWSKI 2008). Porém, conforme Becvarova & Buechner-Maxwell (2012) a composição do colostro muda rapidamente dentro de 12 horas pós-parto.

Para melhores resultados na absorção de imunoglobulina (Ig) os potros devem consumir colostro até nove horas pós-parto (CLEMENT et al., 2002). No colostro, as principais classes de imunoglobulinas são: Imunoglobulina G (IgG), Imunoglobulina A (IgA) e Imunoglobulinas M (IgM). No colostro de égua, a imunoglobulina que predomina é a IgG, selecionada pela glândula mamária ainda antes do parto, e constituindo a principal fonte de imunidade do recém-nascido (UNANIAN et al., 1994). Por isso a importância do potro mamar nas primeiras horas de vida. As imunoglobulinas, são importantes para garantir imunidade passiva ao potro (DAVIDSON & STABENFELDT, 2008), que necessita da absorção da IgG colostrado para proteção contra agentes infecciosos durante as primeiras semanas de vida. A transição de colostro para o leite maduro ocorre dentro de dois dias pós-parto (UNIACKE-LOWE et al., 2010).

A quantidade de imunoglobulinas disponíveis para o recém-nascido através do colostro diminui se ocorre lactação precoce ou, no caso de parto prematuro, quando o colostro não atingiu as concentrações ótimas. As éguas mais velhas também produzem colostro de menor qualidade (LEBLANC et al., 1992).

O teor de matéria seca do leite de éguas diminuiu drasticamente do colostro ao leite normal, devido, principalmente, a diminuição do teor de proteína (PIKUL & WÓJTOWSKI, 2008). O colostro contém cerca de 25% de matéria seca, cerca de 16,5% de proteínas e 3% de lipídios. É rico em vitaminas A, D3, K3 e C, macro e microelementos como potássio, sódio, cálcio, fósforo, magnésio, zinco, ferro, cobre e manganês (CSAPÓ et al., 1995, b).

### **1.7 Qualidade e Produção de Leite de Éguas**

A qualidade e produção do leite nas éguas pode ser influenciada por vários fatores, dentre estes: idade, ordem de parto, peso vivo, dieta, condições ambientais e estágio da

lactação. O leite de égua é pobre em proteína, gordura e energia bruta, rico em lactose, diferenciando-se da maioria das outras espécies domésticas (SANTOS & ZANINE, 2006).

A produção de leite varia em função da raça, sendo que as éguas de raças mais pesadas tendem a produzir mais leite que éguas de raças mais leves. Doreau et al. (1992) avaliando a produção de leite de éguas da raça Bretão Postier, observaram produção máxima de 17,7 kg/dia, na oitava semana de lactação.

Oftedal et al. (1983) avaliando a produção de leite em éguas Puro Sangue Inglês (PSI), observaram que o pico de produção ocorreu por volta do 40º dia de lactação, com produção diária de 17,6 kg de leite, enquanto, Cabrera et al. (1990), em estudo com éguas da raça PSI observaram que o pico de produção de leite ocorreu logo após o segundo mês de lactação, com produção diária de 14,9 kg de leite.

A égua é ordenhada no intervalo de 1 a 2 horas, cada ordenha fornecendo 0,5 a 1,5 litros de leite (MAZHITOVA et al., 2015). Gibbs et al. (1982), avaliando a produção de leite de éguas Quarto de Milha, observaram que no início da lactação a produção média diária do leite variou de 11,8 kg no início da lactação a 9,8 kg no final da lactação.

### **1.7.1 Gordura**

A gordura no leite de égua está organizada em glóbulos de 2 a 3 µm. Estes glóbulos estão cobertos por três camadas sendo uma camada interna de proteína, uma intermediária que consiste em uma membrana fosfolipídica e a mais externa formada por glicoproteínas de alto peso molecular. Na superfície destas glicoproteínas, existe uma estrutura ramificada de oligossacarídeos que é similar àquela dos glóbulos do leite humano e que não é encontrada no leite bovino (KOLETZKO & RODRIGUEZ-PALMERO, 1999).

Devido ao pequeno tamanho e baixa temperatura de fusão dos glóbulos de gordura entre 20 a 23°C, a gordura do leite de égua tem uma textura delicada, que é prontamente absorvida no intestino (LIFLYANDSKIY, 2004).

O leite equino apresenta características vantajosas para a alimentação humana. Entre essas, pode-se destacar a baixa concentração de gordura e excelente qualidade, com alto nível de ácidos graxos poli-insaturados e baixa concentração de colesterol (KÜCÜKCETIN et al., 2003).

O teor de gordura do leite de éguas é menor quando comparado ao leite de ruminantes e humanos (POTOČNIK et al., 2011) sendo o componente mais variável, com diminuição ao longo da lactação. Em um estudo realizado com éguas, Smolders (1990) observou que, a partir da terceira semana de lactação, o teor de gordura do leite foi inferior a 1,0% e que somente a lactose apresentou tendência crescente, até noventa dias de



lactação.

O teor de gordura do leite no final da lactação das éguas é menor que o teor de gordura do leite humano e ruminantes (MARKIEWICZ-KESZYCKA et al., 2014). A raça pode influenciar o teor de gordura no leite, as raças de sangue frio são caracterizadas por produzir leite com menor concentração de gordura. Este fato deve ocorrer para compensar a maior produção de leite (PIESZKA et al., 2011).

MARKIEWICZ-KESZYCKA et al. (2015) avaliando o leite de éguas na Polônia, observou que o leite coletado no outono diferiu do produzido no verão, no outono o teor de gordura foi menor. Čagalj et al., (2014) encontraram médias de 1,23% de gordura no leite de éguas da raça Sangue Frio Croata. Outros autores encontraram médias inferiores, como Pieszka et al. (2011) com média de 0,84% para éguas de raças variadas, 0,63% para éguas Mangalarga Marchador (REIS, 2006) e 0,57% para éguas da raça Crioula (COSTA, 2013). A gordura contribui apenas de 10 a 20% da energia bruta de leite de égua (MARIANI et al., 2001).

A dieta rica em fibras contribuiu para maior gordura do leite, provavelmente pela produção do ácido acético precursor da gordura do leite proveniente da fibra fermentada (BECVAROVA & BUECHNER-MAXWELL, 2012).

Em comparação com o leite humano, a gordura do leite de égua contém menos triacilglicerol, cerca de 80% (JENSEN et al., 1992), porém, mais fosfolípidos (cerca de 5%) e ácidos graxos livres (cerca de 9%). Além disso, quando comparados com os fosfolípidos de leite humano, o leite de égua contém mais fosfatidiletanolamina (31%) e fosfatidilserina (16%), mas menos fosfatidilcolina (19%) (JENSEN et al., 1990).

### **1.7.2 Ácidos Graxos**

Os ácidos graxos são ácidos monocarboxílicos de longas cadeias de hidrocarbonetos acíclicas, não polares, sem ramificações e, em geral, número par de átomos de carbono. Podem ser saturados, monoinsaturados (contém uma ligação dupla) ou poli-insaturados (contém duas ou mais ligações duplas) (MOTTA, 2009).

O leite equino apresenta características vantajosas para a alimentação humana, pela baixa concentração de gordura e excelente qualidade, alto nível de ácidos graxos poli-insaturados (ácidos linoleico e linolênico) e baixa concentração de colesterol (DOREAU & MARTUZZI, 2006). Portanto, por haver predominância de ácidos graxos insaturados no leite de égua, acredita-se que a gordura do leite equino seja mais desejável para a dieta humana que o leite de vaca (CSAPÓ et al., 1995a).

A gordura no leite equino é importante pela qualidade, ou seja, o perfil de ácidos graxos, pois o leite equino contém concentrações muito baixas de ácidos palmítico e esteárico e altas de ácidos linolênico e linoleico (KULISA, 1986).

A gordura do leite de égua é rica em ácidos graxos poli-insaturados: linoleico, linolênico e araquidônico. Ácidos graxos poli-insaturados são precursores de ácidos graxos de cadeia longa poli-insaturados (MAZHITOVA et al., 2015).

O teor de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) do leite de éguas é geralmente 5 a 10 vezes maior que no leite de vaca, devido hidrogenação de AGPI no rúmen da vaca (MARCONI & PANFILI, 1998).

De acordo com MAZHITOVA et al. (2015) o ácido palmítico (C16: 0) foi o mais abundante no leite de égua e a concentração diminuiu nos meses de maio a julho.

A raça e estágio de lactação influenciam na composição de ácidos graxos do leite de éguas. Análises da composição de ácidos graxos demonstraram que durante todo o período de lactação os ácidos graxos insaturados foram representados principalmente por ácido linolênico e oleico, que estavam presentes apenas em amostras originárias de leite de éguas da raça Wielkopolski. No leite de éguas de Konik Polski, os ácidos graxos saturados pareciam predominar (51,95% e 52,95%) no início e no meio da lactação, enquanto, os ácidos graxos insaturados (62,28%) predominaram na lactação tardia. No caso de amostras de leite das éguas de sangue frio polonês, os ácidos graxos saturados (representados principalmente pelo ácido palmítico) prevaleceram na lactação precoce e tardia (55,77% e 61,31%) (PIETRZAK-FIEĆKO et al., 2013).

### **1.7.3 Proteína**

A proteína do leite é sintetizada na glândula mamária a partir de compostos presentes no sangue, principalmente aminoácidos. São constituídas principalmente por caseínas e proteínas do soro, podendo ser albuminas e globulinas. A proteína predominante é a albumina, assim como no leite humano, ao contrário do leite de cabras e vacas, em que a caseína é predominante (MALACARNE et al., 2002). Do ponto de vista nutricional, as proteínas do soro são mais ricas do que as caseínas em aminoácidos essenciais normalmente deficitários: lisina, metionina e triptofano (AMIOT, 1991).

O perfil proteico de leite equino é favorável ao consumo humano pela estrutura das micelas que formam um precipitado mais fino e macio, que o torna fisiologicamente mais digerível que o leite bovino (BUSINCO et al., 2000).

Zicker & Lonnerdal (1994) demonstraram que a caseína representa de 22% a 50% das proteínas totais do leite equino conferindo caráter albuminoso, e portanto, rico em aminoácidos essenciais, semelhante ao leite humano. Csapó et al. (1995b) afirmaram que, após o período colostrado, a fração de proteínas do soro é composta por 11% a 21% de imunoglobulinas, 2% a 15% de soro albumina, 26% a 50% de  $\alpha$ -lactalbumina e 28% a 60% de  $\beta$ -globulina.

O leite apresenta também compostos nitrogenados não proteicos que são moléculas de peso molecular bastante baixo, compostas por ureia, ácido úrico, creatina, creatinina, amoníaco, aminoácidos livres, como a adenina e guanina (AMIOT, 1991).

O teor de proteína varia de acordo com a raça, estágio de lactação, alimentação, clima, número de partos, estação e estado de saúde do úbere (POTOČNIK et al., 2011) sendo maior no início, decrescendo gradualmente ao longo da lactação (MARIANI et al., 2001). A raça é um fator que causa variação no nível de proteína do leite das éguas, raças de sangue quente apresentaram menor teor de proteína que raças de sangue frio (PIESZKA et al., 2011). Smolders et al. (1990) observaram que em éguas de sangue quente o nível de proteína reduz mais rapidamente e quando é administrada ocitocina antes da ordenha há diminuição no teor de proteína, ao contrário do que ocorre com a gordura.

Os teores de proteína são mais elevados no momento do parto e apresentam redução progressiva até 24 horas, tornando-se constantes até os 15 dias de lactação (BERNARDINELI, 2014). O colostro possui mais de 10% de proteínas, sendo 80% destas compostas pelas imunoglobulinas (SALIMEI & FANTUZ, 2012). Já o leite possui teores mais baixos, com média de 1,45% para amostras colhidas entre 80 e 90 dias de lactação (PIESZKA et al., 2011).

A transição do colostro para o leite ocorre no prazo de dois dias após o parto nos equinos, sendo que a concentração de proteína no colostro é muito elevada imediatamente após o parto pela alta concentração de imunoglobulinas e enzimas, diminuindo rapidamente dentro de 24 horas (UNIACKE-LOWE et al., 2010).

Csapó et al. (1995b) afirmaram que o estágio da lactação é o fator que mais influencia a proteína, o teor de proteína diminui rapidamente até a segunda semana de lactação e em seguida continua decrescendo mais lentamente até o final do segundo mês. Civardi et al. (2002) afirmaram ainda que o estágio da lactação influencia no próprio perfil de proteínas do leite equino. Mariani et al. (2001) demonstraram que o teor de caseína reduz em 60% e globulinas reduz em 38% no decorrer da lactação.

Bernardineli (2014) encontraram os seguintes teores de proteína 3,8%; 3,3% e

3,3%, para as respectivas horas pós-parto 12, 24 e 48 horas. Mariani et al. (2001), ao estudarem éguas da raça Haflinger, observaram média de 3,29% de proteína aos quatro dias de lactação e posterior diminuição para 2,23% aos 20 dias, tornando-se estável dos 40 até 180 dias de lactação. Piezka et al. (2011) relataram teores variados de proteína em diferentes raças, com 1,17% para éguas da raça Wielkopolska, 1,15% para éguas Konik Polaco e 1,85% para éguas da raça Hucul. Morais et al. (1999) observaram teores entre 1,43% a 2,20% para a raça Quarto de Milha. Para éguas da raça Sangue Frio Croata foi observado, 1,76%, (ČAGALJ et al., 2014), Crioula, 1,95%, (COSTA, 2013) e Mangalarga Machador, 2,0% (REIS, 2006).

#### **1.7.4 Aminoácidos**

A proteína é o componente principal dos tecidos do corpo, a proteína é feita de cadeias de aminoácidos. Os tipos de aminoácidos incorporados numa cadeia de proteínas, bem como o comprimento da cadeia de proteínas diferenciam uma proteína da outra (NRC, 2007).

Existem 10 aminoácidos essenciais para os equinos: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (NRC, 1989). Todos os aminoácidos necessários para formar uma proteína devem estar presentes ao mesmo tempo. O desafio na alimentação de cavalos é fornecer quantidades adequadas de proteína que permitirá concentrações suficientes de aminoácidos circulantes no sangue que o corpo pode usar para sintetizar tecidos, enzimas e hormônios, bem como reparar tecidos (NRC, 2007).

Em um estudo, o valor biológico da fração proteica do colostro de égua, calculado com base na composição de aminoácidos, foi maior do que o leite de égua, porque o colostro é mais rico em aminoácidos essenciais, como por exemplo a treonina (CSAPÓ-KISS et al., 1995).

Devido ao elevado teor de proteínas séricas, o leite de égua é rica fonte de aminoácidos essenciais e é adequado para alimentação humana (MALACARNE et al., 2002). A variabilidade na composição e conteúdo de aminoácidos do leite de égua é semelhante ao observado no leite humano (ADCOCK et al., 1986). O leite de égua contém todos os nove aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, valina) em níveis de exigência estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2002).

Businco et al. (2000) demonstraram que das 25 crianças com idade média de 34 meses que apresentaram quadro de reação alérgica ao leite bovino, apenas 4% apresentaram reação ao leite equino. Isto se deve à diferença estrutural nas cadeias de aminoácidos das proteínas do leite equino.

Segundo Csapó-Kiss et al. (1995) os teores de aminoácidos do colostro e leite diminuiu durante os primeiros 45 dias de lactação. A maior parte dos aminoácidos essenciais como treonina, valina, cistina, tirosina e lisina, diminuíram enquanto, o ácido glutâmico e prolina aumentaram, além disso o leite de égua contém grande quantidade de serina livre e ácido glutâmico, mas é pobre em metionina.

A composição de aminoácido da proteína apresentou pouca alteração durante o período colostrado e foi semelhante ao dos ruminantes, com exceção da arginina e a treonina (SARKAR et al., 1953). A lisina é relatada como sendo o aminoácido dietético mais limitante do crescimento para potros (BREUER & GOLDEN, 1971) e os potros têm respondido ao aumento da ingestão de lisina com crescimento linear acelerado e ganhos de peso (OTT et al., 1981).

Mazhitova et al. (2015) avaliando o leite de égua em quatro meses do ano observaram que as concentrações de todos os aminoácidos são os mesmos nos meses de maio e agosto. No mês de julho, os aminoácidos prolina, metionina, triptofano, fenilalanina e ornitina, apresentaram maior concentração e todos os outros aminoácidos tiveram maior concentração no mês de junho. Demonstrando que o período do ano pode influenciar na concentração de aminoácidos.

### **1.7.5 Lactose**

A lactose é o principal carboidrato presente no colostro e no leite de éguas (PECKA et al., 2012). É o principal açúcar do leite e trata-se de um dissacarídeo composto por glicose e galactose (TRONCO, 2008). A lactose é o componente menos variável, sendo osmoticamente ativo, funciona como regulador do teor de água no leite.

A lactose atua como regulador da pressão osmótica, favorecendo o enchimento do úbere (PICKUL & WÓJTOWSKI, 2008) e os teores no leite de éguas e humanos é muito semelhante e mais elevado que no leite de ruminantes (POTOČNIK et al., 2011). Devido ao elevado teor de lactose, o leite de égua tem sabor consideravelmente mais doce do que outros tipos de leite normalmente destinados ao consumo humano (CAGALJ et al., 2014).

A alta concentração de lactose no leite equino, além de aumentar a palatabilidade, estimula a absorção intestinal de cálcio, e pode representar um fator favorável à

calcificação dos ossos durante os primeiros meses de vida de uma criança (BUSINCO et al., 2000). Entretanto, é importante alertar para a necessidade de evitar o uso em pessoas que possuem intolerância à lactose, uma vez que não foram encontrados estudos que relacionam esta patologia ao uso do leite equino (REIS, 2006).

Morais et al. (1999) não encontraram efeito da raça em estudo realizado com éguas Campolina e Quarto de Milha, os teores médios de lactose foram de 5,84% em éguas Campolina e 5,40% em éguas Quarto de Milha, sendo que os valores variaram entre 4,70% e 7,50%, e 4,00 e 6,30%, para cada raça, respectivamente.

Ao contrário do que ocorre com os demais componentes do leite, há aumento dos níveis de lactose no decorrer da lactação (MARIANI et al., 2001). O teor médio encontrado no leite de éguas da raça Sangue Frio Croata foi de 6,26% (ČAGALJ et al., 2014), 6,71% para éguas da raça Crioula (COSTA, 2013) e 6,57% para éguas Mangalarga Marchador (REIS, 2006).

#### **1.7.6 Extrato Seco Total (EST) e Extrato Seco Desengordurado (ESD)**

O extrato seco total (EST) representa todos os componentes do leite (gorduras, proteínas, lactose e minerais) exceto a água. Já o extrato seco desengordurado (ESD) compreende todos os elementos do leite, exceto a gordura e a água (TRONCO, 2008). O EST é a soma de todos os componentes sólidos do leite, enquanto o ESD é equivalente à diferença entre o EST e o teor de gordura no mesmo (AMIOT, 1991).

Ambos os constituintes variam conforme o estágio de lactação (ULLREY et al., 1966) e alimentação (PAGAN & HINTZ, 1986). Além disso, o elevado teor de lactose contribui significativamente para o alto teor de ESD no leite de éguas (ČAGALJ et al., 2014).

Salimei & Fantuz (2012), citaram que a concentração de EST no leite equino (11,0%) também é muito semelhante ao leite humano (12,5%). O colostro de égua possui maior teor de EST, sendo 24,2% a 26,2% no primeiro dia de lactação, 12% a partir de 2 a 5 dias pós-parto e 10% nos dias 8 a 45 após o parto (NIKKHAH, 2012).

Os estudos de Oftedal et al. (1983), Pagan & Hintz (1986) e Moraes et al. (1999) apresentaram EST médio de 9,63%, 10,4% e 10,99%, respectivamente.

O percentual de ESD no leite diminui progressivamente com a idade do animal e, dentro de um ciclo de lactação, apresenta variação inversa à curva de produção de leite, ou

seja: no primeiro mês o valor é alto, diminuindo no segundo mês quando há o pico de produção e voltando a aumentar no final da lactação, a medida em que a produção decresce (REIS, 2006).

Valores de ESD iguais a 8,7%; 9,23%; 9,66%; 9,52% e 9,21% foram encontrados por Ullrey et al. (1966); Oftedal et al (1983); Pagan & Hintz (1986) e Morais et al. (1999), respectivamente em seus estudos.

### **1.7.7 Contagem de células somáticas (CCS)**

As células somáticas (CS) do leite são constituídas por células de defesa e epiteliais, sendo desta forma um parâmetro para monitorar a qualidade do leite quando da ocorrência de mastites. As células de defesa são os leucócitos, células que migram para o úbere quando este sofre alguma agressão, como por exemplo, nos casos de infecções (VIANA et al., 2010).

A contagem de células somáticas (CCS) no leite geralmente é usada como indicador de saúde da glândula mamária, pois, reflete em resposta imune, que se pode estimar, a presença de infecção na glândula mamária como a mastite (GREEN et al., 2008).

A análise de CCS é amplamente utilizada em vacas leiteiras, é um dos principais parâmetros usados para determinar o estado sanitário da glândula mamária e qualidade do leite (REIS et al., 2009). Para o leite equino, a CCS é um parâmetro pouco relatado apesar dos pesquisadores já reconhecerem a necessidade da realização de estudos na tentativa de validar este indicador de inflamação para esta espécie, uma vez que a mastite, detectada pela CCS, pode atingir até 10% das éguas em lactação.

A ocorrência de mastite em éguas é considerada baixa se comparada aos ruminantes domésticos (RADOSTITS et al., 2007). Porém, éguas com mastite podem resultar em mau desenvolvimento do potro, além de comprometer a qualidade do leite para os humanos (REIS, 2006). Este parâmetro também pode ser utilizado para a espécie equina, as alterações citológicas e qualitativas provocadas pela mastite no leite equino são semelhantes ao que ocorrem no leite bovino (REIS et al., 2009).

Fatores como estágio de lactação, estresse e idade podem causar alterações importantes na celularidade, porém, não estão ligadas ao estado sanitário da glândula mamária (COULON et al., 1996).

Geralmente o leite de égua é de qualidade microbiológica muito boa e tem CCS baixa, provavelmente pelo número de tetos (dois). Portanto, está menos exposta a possíveis infecções e conseqüentemente à mastite (CAGALJ et al., 2014). Durante o período

neonatal, a CCS na secreção mamária equina é menor que  $0,36 \times 10^3$  CS/mL (PRESTES et al., 1999).

Reis et al. (2009) mencionaram que a CCS do leite, oriundo de glândulas mamárias de éguas saudáveis pode variar entre 1,0 a  $65 \times 10^3$  CS/mL, mas sugere um limite de  $100 \times 10^3$  CS/mL.

Danków et al. (2006) analisando a CCS de éguas até os 150 dias de lactação concluiu que o leite de égua é caracterizado por um número consideravelmente menor destas células, do que o leite obtido de vacas e cabras com glândulas mamárias saudáveis (média de  $100 \times 10^3$  CS/mL).

### **1.7.8 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)**

A principal função de qualquer microscópio é tornar visível ao olho humano o que for muito pequeno para tal. O microscópio eletrônico de varredura utiliza um feixe de elétrons no lugar de fótons utilizados em um microscópio óptico convencional, e permite solucionar o problema de resolução relacionado com a fonte de luz branca. O microscópio eletrônico de varredura é um aparelho que pode fornecer rapidamente informações sobre a morfologia e identificação de elementos químicos de uma amostra sólida. A utilização é comum em biologia, odontologia, farmácia, engenharia, química, metalurgia, física, medicina e geologia (DEDAVID et al., 2007).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV), por apresentar excelente profundidade de foco, permite a análise com grandes aumentos de superfícies irregulares, como superfícies de fratura (PADILHA, 2017). O padrão microestrutural, ou seja, a rede de canais porosa pode ser mais bem visualizada tridimensionalmente e em maiores e melhores resoluções na MEV (SOUZA et al., 2002). A MEV ainda garante a possibilidade de combinar a análise microestrutural com a microanálise química que são fatores que muitos contribuem para o amplo uso desta técnica (STOLF, 2015).



## **2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE QUARTO DE MILHA - ABQM. Disponível em < <http://abqm.com.br/conteudos/quarto-de-milha/quarto-de-milha-no-brasil> > acesso em 20 jan. 2017.

ADCOCK, E. W.; BREWER, E. D.; CAPRIOLI, R. W.; WEST, M. S. Macronutrients, electrolytes and minerals in human milk: differences over time and between population groups. In: Howell RR, Morriss FH Jr, Pickering LK (eds.): Human Milk in Infant Nutrition and Health, Charles C. Thomas (Springfield, IL), p. 3, 1986.

AMIOT, J. Ciência y Tecnología de la leche: principios y aplicaciones. Zaragoza: Acribia, 260p., 1991.

BECVAROVA, I; BUECHNER-MAXWELL, V. Feeding the foal for immediate and long-term health. Equine Veterinary Journal, v.44, n. 41, p. 149-156, 2012.

BERNARDINELI, A. P. B. Colostro e leite de éguas: composição, análise microbiológica e contagem de células somáticas. 2014. 55f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu - SP, 2014.

BORNAZ, S.; GUIZANI, N.; SAMMARI, J.; ALLOUCH, W.; SAHLI, A.; ATTIA, H. Physicochemical properties of fermented Arabian mares' milk. International Dairy Journal. v. 20, n.7, p. 500 – 505, 2010.

BRASIL,< <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>> acesso dia 20/01/2017

BREUER LH, GOLDEN DL: Lysine requirements of the immature equine. Journal of Animal Science. v. 33 p. 227, 1971.

BUDRAS, K.-D., SACK, W.O. AND ROCK, S. Anatomy of the Horse: An Illustrated Text, Mosby-Wolfe, St. Louis, USA, 1994.

BUSINCO LG, LUCENTI P, LUCARONI F, PINI C, DI FELICE G, IACOVACCI P. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. v. 105, n.5. p. 1031 – 1034, 2000.

CABRERA, L.; FERNANDES, L.; MORAES, C. M. M. Composição de leite de éguas PSI e desenvolvimento ponderal de suas crias. *A Hora Veterinária*, v.10, n.55, p. 24 – 29, 1990.

ČAGALJ, M.; BREZOVEČKI, A.; MIKULEC, N.; ANTUNAC, N. Composition and properties of mare's milk. *Mljekarstvo*, v. 64 n. 1, p. 3-11, 2014.

CAROPRESE, M.; ALBENZIO, M.; MARINO, R.; MUSCIO, A.; ZEZZA, T.; SEVI, A. Behavior, Milk Yield, and Milk Composition of Machine and Hand-Milked Murgesse Mares. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 6, 2007.

CAVALOS QUARTO DE MILHA. Disponível em <<http://www.cavalosquartodemilha.com.br/>> acesso 21 fev.2017.

CLEMENT, F., DUVAUX-PONTER, C., ARNAUD, G., PIOT, M., MAUBOIS, J.L., GRONGNET, J.F., BRUGERE, L., TOURNIER, M., DETRIMONT, L. AND CHAVATTE-PALHER, P. Efficiency of IgG absorption in the foal. *Theriogenol.* V. 58, n. 2-4, p. 805 – 808, 2002.

CIVARDI, G. CURADI, M. C.; ORLANDI, M.; CATTANEO, T. M. P.; GIANGIACOMO, R. Capillary electrophoresis (CE) applied to analysis of mare's milk. *Milchwissenschaft, München*, v.57, n.9/10, p.515-517, 2002.

COSTA, G. V. Avaliação do leite de éguas da raça crioula: composição e qualidade. 2013. 42f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

COTTE. J. Le lait, une matière d'avenir pour la cosmétique. *Le Lait*, INRA Editions, v.71, n. 2, p.213 – 224, 1991.

COULON, J.B.; DAUVER, F.; GAREL, J.P. Facteurs de variation de la numération

cellulaire du lait chez des vaches laitières indemnes de mammites cliniques. INRA Productions Animales, Paris, v.9, n.2, p.133-139, 1996.

CSAPÓ, J., STEFLER, J., MARTIN, T.G., MAKRAY, S. AND CSAPÓ-KISS, Z. Composition of mares' colostrum and milk. Fat content, fatty acid composition and vitamin content. International Dairy Journal. v.5, n.4, p. 393 -340, 1995 a.

CSAPÓ, J., STEFLER, J., MAKRAY, S. AND CSAPÓ-KISS, Z. Composition of mare's colostrum and milk. Protein content, amino-acid composition and content of macro and microelements. International Dairy Journal. v.5, n. 4, p. 403 – 415, 1995 b.

CSAPÓ-KISS, Z.; STEFLER, J.; MARTIN, T.G.; MAKRAY, S.; CSAPÓ, J. Composition of Mares' Colostrum and Milk. Protein Content, Amino Acid Composition and Contents of Macroand Micro-elements. International Dairy Journal. v.5, n.4, p. 403-415, 1995.

DANKÓW R, WÓJTOWSKI J, PIKUL J, NIZNIKOWSKI R, CAIS-SOKOLINSKA D. Effect of lactation on the hygiene quality and some milk physicochemical traits of the Wielkopolska mares. Archiv Tierzucht. v.49, p. 201 – 206, 2006.

DAVIDSON, A.P.; STABENFELDT, G.H. A Glândula Mamária. In: CUNNINGHAM, J.G; BRADLEY, G.K. Tratado de fisiologia veterinária. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p.503-518, 2008.

DEDAVID, B.A.; GOMES, C.I.; MACHADO, G. Microscopia eletrônica de varredura: aplicações e preparação de amostras: materiais poliméricos, metálicos e semicondutores. Porto Alegre, EDIPUCRS, 60 p. 2007.

DEFRANCE, A. L. Matéria: Tel un bain de Cléopâtre. Journal en direct - City University of London [serial online] 2005.

DONOFRE, A.C.; PUOLI FILHO, J.N.P.; FERREIRA, I. E. P.; MOTA, M. D. S.; CHIQUITELLI NETO, M. Equilíbrio de cavalos da raça Quarto de Milha participantes da modalidade de três tambores por meio de proporções corporais. Ciência Rural, v.44, n.2, p. 327-332, 2014.

DOREAU, M.; MARTUZZI, F. Fat content and composition of mare's milk. Nutrition and feeding the broodmare. EAAP publication. v.120, p.77-84, 2006.

DOREAU, M., MARTIN-ROSSET, W. Horse. in: H. Roginski, J.W. Fuquay, P.F. Fox (Eds.) Encyclopedia of Dairy Sciences. 2. MPG Books Ltd., Bodmin, UK p.630 - 637. 2002.

DOREAU, M.; BOULOT, S.; BAUCHART, D. et al. Voluntary intake, milk production and plasma metabolites in nursing mares fed two different diets. Journal of Nutrition, v.122, n.4, p.992-999, 1992.

GOMES V.; LIBERA A.M.M.P.D.; MADUREIRA K.M.; ARAÚJO W.P. 2004. Influência do estágio de lactação na composição do leite de cabras (*Capra hircus*) Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 41:339-342, 2004.

GREEN, M. J.; BRADLEY, A. J.; MEDLEY, G. F.; BROWNE, W. J. Cow, farm, and herd management factors in the dry period associated with raised somatic cell counts in early lactation. Journal of Dairy Science.v.91, n. 4, p. 1403 – 1415, 2008.

HOLMES AD, SPELMAN AF, SMITH TC, KUZMESKI JW (1947). Composition of mares' milk as compared with that of other species. Journal of Dairy Science. 30(6): 385-395.

IVANKOVIĆ, A. Konjogojstvo. Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 2004.

JENSEN, R.G., FERRIS, A.M., LAMMI-KEEFE, C.J., HENDERSON, R.A. Lipids of bovine and human milks: A comparison. Journal of Dairy Science. v.73, n.2, p. 223 - 240, 1990.

JENSEN, R.G., FERRIS, A.M., LAMMI-KEEFE, C.J. Lipids in human milk and infant formulas. Annual Review of Nutrition. V.12, p. 417 – 441, 1992.

KOLETZKO, B.; RODRIGUEZ-PALMERO, M. Polyunsaturated fatty acids in human milk and their role in early infant development. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, New York, v.4, n.3, p.269–284, 1999.

KÜCÜKCETIN, A.; YAYGINA, H.; HINRICHS, J.; KULOZIK, U. Adaptation of bovine milk towards mares' milk composition by means of membrane technology for koumiss manufacture. *International Dairy Journal*. v,13, n.12, p. 945 – 951, 2003.

KULISA, M. Selected amino acids, fatty acids and N-acetylneuraminic acid in mare milk. In: ANNUAL MEETING OF EAAP, 37, 1986. Budapest. Proceedings. EAP, p. 442. 1986.

LEBLANC, M.M., TRAN, T., BALDWIN, J.L. AND PRITCHARD, E.L. Factors that influence passive transfer of immunoglobulins in foals. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. v.200, n.2, p.179 – 183, 1992.

LIFLYANDSKIY, V. G. *The Ultimate Encyclopedia of healthy nutrition*. St. Petersburg: Neva, 2004.

MALACARNE, W.; MARTUZZI, F.; SUMMER, A.; MARIANI, P. Protein and fat composition of mares milk: some nutritional remarks with reference to human and cow's milk. *International Dairy Journal*, v. 12, n.11, p. 869-77, 2002.

MACHARADZE, D. S.H., (2007). *Atopic dermatitis in children: A Guide*. Moscow: Geotar Media.

MARCONI, E.; PANFILI, G. Chemical composition and nutritional properties of commercial products of mare milk powder. *Journal of Food Composition and Analysis*. v.11, n.2, p. 178 - 187, 1998.

MARIANI, P.; SUMMER, A.; MARTUZZI, F.; FORMAGGIONI, P.; SABBIONI, A.; CATALANO, A. L. Physicochemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of Haflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. *Animal Research*, v. 50, n.5, p.415-425, 2001.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; WOJTOWSKI, J.; JOZWIK, A.; PANKIEWICZ, R.; ŁESKA, B.; KRZYZEWSKI, J.; STRZAŁKOWSKA, N.; MARCHEWKAE, J.; BAGNICKAC, E. Influence of stage of lactation and year season on composition of mares' colostrum and milk and method and time of storage on vitamin C content in mares' milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.v. 95, p. 2279 – 2286, 2015.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; KRZYZEWSKI, J.; STRZAKOWSKA,N,; JÓZWIK, A.; BAGNICKA, E. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and b-carotene in late lactation mares' milk. *International Dairy Journal* v.38 p.31-36, 2014.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; BAGNICKA, E.; STRZAKOWSKA, N.; JÓZWIK, A.; KRZYZEWSKI, J. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal* .v.31, n.2, p.62 - 64. 2013.

MAZHITOVA, A.T.; KULMYRZAEV, A.A.; OZBEKOVA, Z.E.; BODOSHEV, A. Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* v.195, n.3, p. 2683 – 2688, 2015.

MIYAMOTO, M.; UENO, H.M.; WATANABE, M.; TATSUMA, Y.; YASUYUKI SETO, Y.; MIYAMOTO, T.; NAKAJIMA, H. Distinctive proteolytic activity of cell envelope proteinase of *Lactobacillus helveticus* isolated from airag, a traditional Mongolian fermented mare's milk. *International Journal of Food Microbiology* v.197, n.16, p.65 – 71, 2015.

MORAIS, M.T.; SIMONE, E.M.; ROMANO, L.A. Estudo da composição do leite de égua e comparação com o leite de mulher. *Revista Higiene Alimentar*, v.13, n.64, p. 62 -71, 1999.

MOTTA, V.T. *Bioquímica Clínica para o Laboratório - Princípios e Interpretações*. 5° ed. Editora Medbook, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Horses. 5th ed. Washington, DC: National Academy Press. 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Horses. 6th revised, Washington DC. 2007.

NIKKHAH, A. Equidae milk promises substitutes for cow and human breast milk. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. v.36, n.5, p.470 - 475, 2012

NÓBREGA, M. Mercado equinos. Disponível em [Http<http://www.resumaodeveterinaria.com.br/mercado-equino/>](http://www.resumaodeveterinaria.com.br/mercado-equino/). Acesso 08 fev. 2017

OFTEDAL, B.; HINTZ, H.F.; SCHRYVER, H.F. Lactation in the horse: milk composition and intake by foals. Journal of Nutrition, v. 113, n.10, p. 2096-2106, 1983.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Relatório Mundial de Violência e Saúde. Genebra: OMS, 2002.

OTT, E.A.; ASQUITH, R.L.; FEASTER, J.P. Lysine supplementation of diets for yearling horses. Journal of Animal Science v. 53, n. 6, 1496 – 1506, 1981.

PADILHA, A. F. Microscopia Eletrônica de Transmissão. Departamento de engenharia metalúrgica e de materiais da EPUSP. Disponível em [http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1\\_multipart\\_xF8FF\\_3\\_MET\\_PMI-2201.pdf](http://www.angelfire.com/crazy3/qfl2308/1_multipart_xF8FF_3_MET_PMI-2201.pdf)> acesso 10 fev. 2017

PAGAN, J. D.; HINTZ, H. F. Composition of milk from pony mares fed various levels of digestible energy. Cornell Veterinary. V.76, n.2, p. 139 – 48, 1986.

PECKA, E.; ZBIGNIEW DOBRZANSKI; ANDRZEJ ZACHWIEJA; TADEUSZ SZULC; KATARZYNA CZYZ. Studies of composition and major protein level in milk and colostrum of mares. Animal Science Journal. v.83, n.2, p.162 – 168, 2012.

PIESZKA, M.; HUSZCZYŃSKI, J., SZEPTALIN, A. Comparison of mare's milk composition of different breeds. *Nauka Przyroda Technologie*, v.5, n.6, p.112, 2011.

PIETRZAK-FIEĆKO, R.; TOMCZYŃSKI, R.; SMO CZYŃSKI, S.S. Effect of lactation period on the fatty acid composition in mares' milk from different breeds. *Archiv Tierzucht*. v. 56 n. 33, p. 335-343, 2013.

PIETRZAK-FIEĆKO, R.; TOMCZYŃSKI, R.; ŚWISTOWSKA, A.; BOREJSZO, Z.; KOKOSZKO, E.; SMO CZYŃSKA, K. Effect of mare's breed on the fatty acid composition of milk fat. *Czech Journal of Animal Science*. v.54, n.9, p.403 – 407, 2009.

PIKUL, J. & WÓJTOWSKI, J. Fat and cholesterol content and fatty acid composition of mares' colostrums and milk during five lactation months. *Livestock Science*, v.113, n.3, p. 285–290, 2008.

POTOČNIK, K.; GANTNER, V.; KUTEROVAC, K.; CIVIDINI, A. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, v.61, n.2, p.107-113, 2011.

PRESTES, N.C.; LANGONI, H.; CORDEIRO, L.A.V. Estudo do leite de éguas sadias ou portadoras de mastite subclínica, pelo Teste de Whiteside, análise microbiológica e contagem de células somáticas. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* v.36. n. 3, p. 144-148, 1999.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; HINCHCLIFF, K.W.; CONSTABLE, P. D. (Eds). *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats*. 10.ed. Philadelphia: Saunders, p.724-725, 2007.

RANCHO SILVERADO. Disponível em <<http://www.ranchosilverado.com.br/matrizes/uganda-failas-gray>> acesso 02 fev. 2017.

REIS, A.P. Qualidade físico-química e contagem de células somáticas e contagem bacteriana total no leite de éguas Mangalarga Marchador. 2006. 69f. Dissertação



(Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

REIS, A.P.; MESQUITA, A.J.; SANTOS, K.R.P.; OLIVEIRA, F. H.; BALDUINO, R.; MACIEL, I. B.; SILVA, E. B.; NICOLAU, E. S. Avaliação da contagem de células somáticas e contagem bacteriana total do leite de éguas da raça Mangalarga Marchador. **Veterinária e Zootecnia**, v.16, n.1, p.204-212, 2009.

REIS, A. P.; MESQUITA, A. J.; MOREIRA, C. H.G.; CURADO, E. A. F.; SILVA, E. B.; NICOLAU, E. S. Composição do leite de éguas da raça Mangalarga Marchador. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v.66, n. 2, p. 130-135, 2007.

SALIMEI, E., & FANTUZ, F. Equid milk for human consumption. *International Dairy Journal*, v.24, p.130-142, 2012.

SANTOS, E. M.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A. A.; PINTO, L. F. B.; CORASSA, A.; PIMENTEL, R. R. M.; SILVA, V. P.; GALZERANO, L. Lactação em éguas da raça mangalarga marchador: produção e composição do leite e ganho de peso dos potros lactentes. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 34, n. 2, p. 627-634, 2005.

SANTOS, E.M. ZANINE, A.M. Lactação em éguas. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v.101, n.557-558, p.17-23, 2006.

SARKAR, B.C.R., RYKALA, A.J. & DUNCAN. C.W. The essential amino acid content of the proteins isolated from milk of the cow, ewe, sow, and mare. *Journal of Animal Science*. v.36, n.8, p. 859- 864, 1953.

SMOLDERS, E.A.A.; VAN DER VEEN, N.G.; VAN POLANEN, A. Composition of Horse Milk During the Suckling Period. *Livestock Production Science*. v. 25, n.1-2, p.163-171, 1990.

SOLAROLI, G.; PAGLIARINI, E.; PERI, C., Composition and nutritional quality of mare's milk. *Italian Journal of Food Science*, v. 5, n. 1, p. 3-10, 1993

SOUZA, V. C. G.; SAMPAIO, C. H.; TAVARES, L. M. M. Estudo da influência da

microestrutura do clínquer sobre a moagem na fabricação de cimento: microscopia eletrônica de varredura. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, v.55, n.3, p. 209 - 213, 2002.

STOLF, D. O. Imagem elementar no microscópio eletrônico de varredura. Revista Científica Tecnológica v.3 n.2 p. 129 - 142. 2015.

TAMIME, A. Y., MUIR, D. D., & WSZOLEK, M. Kefir, koumiss and kishk. Dairy Industries International, v.64, n.5. p.32 – 33, 1999.

TEMUJIN, J.; SENNA, M.; JADAMBAA, T. S.; BURMAA, D.; ERDENECHIMEG, S.; AMARSANAA, J.; BURMAA, G. Characterization of nanoporous materials prepared from montmorillonite clay and its application to the decolorization of mare's milk oil. Journal of Porous Mater. v.13, n.1, p.49 - 53, 2006.

TRONCO, V.M. Manual para inspeção da qualidade do leite. 3.ed. Santa Maria: UFSM, p. 193, 2008.

ULLREY, D.E.; SRUTHER, R.D; HENDRICKS, D.G.; BRENT, B.E. Composition of mare's milk. **Journal of Animal Science**, v.25, n.1, p.217-222, 1966.

UNIACKE-LOWE, T., HUPPERTZ, T., FOX, P. F. Equine milk proteins: chemistry, structure and nutritional significance. International Dairy Journal. v.20, n.9, p.609 - 629, 2010.

UNANIAN, M.M.; SILVA, A.E.D.F.; PEREIRA, A.C. Colostro de égua no aleitamento artificial. Colostro de égua no aleitamento artificial. (EMBRAPA-CPPSE. Circular Técnica, 08). São Carlos: EMBRAPA - CPPSE, p.21, 1994.

VIEIRA, E. R. Aspectos econômicos e sociais do complexo agronegócio cavalo no estado de minas gerais.2011. 140 p. Dissertação (Mestrado), UFMG, Belo Horizonte, 2011.

VIANA, K. F.; SETUBAL, B.F.; MENDES, V.A.; PIETRALONGA, P.A.G.; ZANINI, M.S. Comparação da contagem de células somáticas em leite cru por quatro métodos de coloração. Acta Veterinaria Brasilica, v.4, n.1, p.59-63, 2010.

ZICKER, S. C.; LONNERDAL, B. Protein and nitrogen composition of equine (*Equus caballus*) milk during early lactation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 108A, n.2/3, p. 411-421, 1994.

## CAPÍTULO II

### COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE DE ÉGUAS QUARTO DE MILHA

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição química do leite no início e acima de 120 dias de lactação, o perfil de aminoácidos, ácidos graxos presentes no leite e realizar microscopia eletrônica de varredura no leite de éguas da raça Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação. A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural localizada no município de Jataí - GO. As amostras de leite foram coletadas em frascos estéreis de polietileno contendo conservante Bronopol® para análise da composição centesimal e contagem de células somáticas. Para análises de perfil de aminoácidos, ácido graxo e MEV, as amostras foram coletadas em frascos de vidro de capacidade de 1 litro. Após a aparação do potro por duas horas, no momento da ordenha os mesmos foram levados até a égua para estimular a descida do leite. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente ao acaso, para análises dos dados realizou-se teste de Tukey com probabilidade de 5% usando o software Sisvar. Apenas a CCS nos intervalos de 1 a dias 35 dias não diferiu, os demais componentes diferiram ao longo da lactação. Dos aminoácidos a taurina não foi detectada no leite de égua Quarto de Milha, os que apresentaram maior porcentagem foram prolina, leucina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico. Os dias de lactação não influenciaram os ácidos graxos miristoleico, pentadecanoico e o margárico. Os principais constituintes do leite de égua Quarto de Milha encontrados na MEV são proteínas e lactose, que sofreram variação com os intervalos de lactação.

**Palavras-chave:** composição química, aminoácidos, ácidos graxos e MEV

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the chemical composition of milk from 0 to over 120 days of lactation, to determine the centesimal composition, the amino acid profile, fatty acids present in the milk and to perform scanning electron microscopy in the milk of Quarter Mare mares in different lactation intervals. The research was carried out in a rural property located in the municipality of Jataí - GO. The milk samples were collected in sterile polyethylene bottles containing Bronopol® preservative for analysis of the centesimal composition and counting of somatic cells. For analysis of amino acid, fatty acid and SEM profiles, the samples were collected in glass bottles of 1 liter capacity. After the colt was removed for two hours, at the time of milking, they were taken to the mare to stimulate the descent of the milk. The experiment was carried out in a completely randomized design, for analysis of the data, a Tukey test with 5% probability was performed using the Sisvar software. Only SCC at intervals of 1 to 35 days did not differ, the other components differed throughout lactation. From amino acids the taurine was not detected in Quarter Horse mare milk, the ones with the highest percentage were proline, leucine, lysine, aspartic acid and glutamic acid. The days of lactation did not influence the myristoleic, pentadecanoic and margaric fatty acids. The main constituents of milk quarter mare found in the SEM are proteins and lactose, which have undergone variation with lactation ratios.

**Key words:** chemical composition, amino acids, fatty acids, SEM.

## INTRODUÇÃO

O leite de éguas, é requerido para suprir a necessidade diária do potro, sendo a única fonte de nutrição nas primeiras semanas de vida (BLOOD et al., 1989). Existe crescente necessidade de pesquisar e preparar suplementos para serem utilizados na alimentação dos potros, desta forma, estudos da composição química do leite das de éguas tornam-se cada vez mais importantes (PIETRZAK-FIEĆKO et al., 2009).

É caracterizado pelo alto teor de lactose, baixo teor de proteína, gordura e sólidos totais (MARKIEWICZ-KESZYCKA et al., 2013). Além de elevado teor de proteínas séricas, rica fonte de aminoácidos essenciais, (MALACARNE et al., 2002), alto nível de ácidos graxos poli-insaturados (ácidos linoleico e linolênico) e baixa concentração de colesterol (DOREAU & MARTUZZI, 2006). O leite de éguas apresenta boa qualidade microbiológica, contagem de células somáticas (CCS) baixa (CAGALJ et al., 2014).

O leite da égua é similar ao leite materno pela composição química, sendo melhor tolerado pelo organismo humano quando comparado ao leite de vaca. A proteína predominante é a albumina, diferente do leite de cabras e vacas, em que a caseína é predominante (MALACARNE et al., 2002).

Além de importante para nutrição humana, a indústria enfrenta crescente necessidade de pesquisar e preparar suplementos para alimentação dos potros, desta forma, estudos da composição química do leite das éguas se tornam cada vez mais importantes (PIETRZAK-FIEĆKO et al., 2009).

Considerando que o leite de éguas apresenta diferenças na composição ao longo da lactação, torna se importante conhecer essas variações para melhorar o manejo nutricional do potro e determinar a qualidade do leite de éguas para consumo humano. Além de verificar se existe correlação entre os parâmetros de qualidade do leite de éguas Quarto de Milha.

Objetivou-se avaliar a composição química em diferentes intervalos de lactação, correlacionar os dias em lactação com a qualidade do leite de éguas Quarto de Milha, avaliar perfil de aminoácidos, ácidos graxos e microscopia eletrônica de varredura do leite de éguas Quarto de Milha 0 a 120 dias de lactação.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural localizada no município de Jataí no Rancho Silverado, região sudoeste do Estado de Goiás, foram coletadas amostras de leite *in natura* de 13 éguas da raça Quarto de Milha com idades de 4 a 20 anos. Todas as

éguas que participaram do experimento eram registradas na Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Quarto de Milha.

Antes da realização da pesquisa, o projeto foi encaminhado à Comissão de Ética no Uso de Animais do Instituto Federal Goiano, com aprovação sob o protocolo de nº 9345030316.

Após a apartação do potro por duas horas, no momento da ordenha os mesmos foram levados até a égua para estimular a descida do leite. Foram coletadas amostras de leite duas vezes por semana durante os meses de agosto a dezembro de 2015.

Foi avaliado a composição do leite de égua nas primeiras cinco semanas de lactação, e foram distribuídos nos seguintes intervalos de lactação: 1 a 7 (16 amostras), 8 a 14 (25 amostras), 15 a 21 (37 amostras), 22 a 28 (38 amostras) e 29 a 35 (33 amostras). E também foi avaliada a lactação até acima de 120 dias, sendo divididos em intervalos de lactação 0 a 40 (164 amostras); 41 a 80 (245 amostras); 81 a 120 (129 amostras) e acima de 121 (137 amostras) dias de lactação.

As amostras de leite foram coletadas em frascos estéreis de polietileno contendo conservante Bronopol<sup>®</sup> para análise da composição química e CCS. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LPOA) do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, para armazenamento sob refrigeração à temperatura de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ . Em seguida, as amostras de leite foram etiquetadas e acondicionadas em caixa isotérmica contendo gelo e encaminhadas ao Laboratório de Qualidade do Leite do Centro de Pesquisa em Alimentos da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás em Goiânia - GO, para avaliação eletrônica.

Os teores de gordura, proteína, lactose, extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) foram determinados através da absorção diferencial de ondas infravermelhas pelos componentes do leite, utilizando o equipamento Milkoscan 4000 (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark) (IDF, 2000). As amostras de leite foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos para dissolução da gordura os resultados foram expressos em porcentagem (%).

A análise de CCS, cujo princípio analítico se baseia na citometria de fluxo foi realizada através do equipamento Fossomatic 5000 Basic (Foss Electric A/S. Hillerod, Denmark) de acordo com a ISO 13366-2 (IDF, 2006). Antes da análise, as amostras foram previamente aquecidas em banho-maria à temperatura de  $40^{\circ}\text{C}$  por 15 minutos para dissolução da gordura e o resultado foi expresso em CS/mL.

Para as análises de aminoácidos, ácidos graxos e microscopia eletrônica de varredura (MEV) as amostras foram coletadas em diferentes intervalos de lactação, divididos em 0 a 40; 41 a 80; 81 a 120 dias de lactação e utilizando *pool* de leite de cinco éguas para essas análises. O leite foi coletado em frasco de vidro esterilizado de aproximadamente 1 litro. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LPOA) do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Para análises de aminoácidos e ácidos graxos as amostras foram armazenadas e congeladas à temperatura de aproximadamente  $-18^{\circ}$  C. Em seguida as amostras foram enviadas congeladas em caixa isotérmica contendo gelo, para o laboratório CBO em Campinas – SP. Para a análise de aminoácidos analisados foram determinado conforme (LUCAS & SOTELO, 1980). Os ácidos graxos foram determinados segundo a A.O.A.C (2007).

Para a análise de MEV o leite foi liofilizado, sendo 50 mL de leite por intervalo. A análise de MEV foi realizada no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução da Universidade Federal de Goiás, através de microscópio eletrônico de varredura eletrônica (JSM-6610/ Jeol®), equipado com EDS, ThermoScientific NSS SpectralImaging. As amostras de leite de égua foram previamente desengorduradas por extração em Soxhlet, método nº 1.122 (IUPAC, 1979), alocadas em stubs de alumínio com fita dupla face, e banhadas por um filme ultrafino de ouro (material eletricamente condutivo), permitindo o princípio de funcionamento do MEV, por emissão de feixes de elétrons com voltagem de aceleração de 5 kV por um filamento de tungstênio. As micrografias foram realizadas com aumentos de 30x, 500x e 1.000x.

Para observar as possíveis diferenças entre os intervalos de lactação e a qualidade do leite de éguas Quarto de Milha o delineamento foi inteiramente ao acaso, realizou-se teste de Tukey com probabilidade de 5% usando o software Sisvar (FERREIRA, 2010).

O coeficiente de correlação foi calculado pela fórmula CORREL pelo Excel 2013, e correlacionou os dias de lactação com a composição química do leite de égua, sendo considerado de 0,00 a 0,19 correlação muito baixa; 0,20 a 0,39 correlação baixa; 0,40 a 0,69 correlação moderada, 0,70 a 0,89 correlação alta e 0,90 a 1,00 bem alta. Os resultados do perfil aminoácidos e ácidos graxos foram apresentados de forma descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de proteína, lactose, EST e ESD do leite de éguas Quarto de Milha diferiram entre os dias de lactação, a gordura e CCS não variaram durante os intervalos de lactação (Tabela 1).

**TABELA 1** - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%) e contagem de células somáticas (CCS) (CS/mL) do leite de éguas Quarto de Milha de 1 a 35 dias de lactação.

| Variável | 1 a 7 dias    | 8 a 14 dias    | 15 a 21 dias   | 22 a 28 dias   | 29 a 35 dias    |
|----------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| Gordura  | 0,99 ± 0,11a  | 0,78 ± 0,05a   | 0,97 ± 0,05a   | 0,89 ± 0,06a   | 1,00 ± 0,10a    |
| Proteína | 3,16 ± 0,08a  | 2,58 ± 0,05b   | 2,55 ± 0,06b   | 2,24 ± 0,03c   | 2,19 ± 0,03c    |
| Lactose  | 5,79 ± 0,06d  | 5,97 ± 0,03c   | 6,06 ± 0,02b   | 6,08 ± 0,02b   | 6,18 ± 0,02a    |
| EST      | 10,90 ± 0,16a | 10,39 ± 0,11c  | 10,80 ± 0,10ab | 10,50 ± 0,09bc | 10,73 ± 0,13abc |
| ESD      | 9,91 ± 0,06a  | 9,61 ± 0,09c   | 9,83 ± 0,06bc  | 9,61 ± 0,04c   | 9,71 ± 0,05bc   |
| CCS      | 46375 ± 9053a | 61400 ± 22904a | 58972 ± 12597a | 50263 ± 10955a | 42638 ± 8308a   |

Letras minúsculas distintas na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade segundo teste de Tukey.

Os teores de gordura do leite de éguas Quarto de Milha não diferiram entre os dias de lactação (Tabela 1). Pagan & Hintz (1986) citaram a disponibilidade de alimentos como fator que influencia a concentração de gordura. E a dieta fornecida as éguas durante o período experimental não teve alteração no decorrer dos 35 dias de lactação. Podendo explicar o fato do teor de gordura não apresentar diferenças. Valores superiores de gordura foram descritos por Santos et al. (2005) avaliando a lactação de éguas da raça Mangalarga Machador aos 40 dias de lactação, cujos valores médios de gordura no leite foram de 1,20%.

O teor de proteína no intervalo de 1 a 7 dias de lactação, diferiu dos demais intervalos. Sendo que de 1 a 7 dias o teor de proteína foi mais elevado, Gibbs et al. (1982) também relataram que o teor de proteína do leite de éguas foi mais elevado nos 10 dias pós-parto com média de 2,7%. O teor de proteína de leite de éguas diminui rapidamente na segunda semana de lactação e continua a diminuir lentamente, com o avanço da lactação.

O teor de lactose no intervalo de 29 a 35 dias de lactação diferiu dos demais intervalos. Conforme a lactação das éguas Quarto de Milha avançou o teor de lactose aumentou. Da mesma forma, Santos et al. (2005) avaliando a produção e composição do leite de éguas Mangalarga Machador, destacou que a lactose foi o único constituinte do leite que não diminuiu durante a lactação.

Os teores de EST do intervalo de 1 a 7 dias de lactação não apresentaram diferença com os intervalos de 15 a 21 e 29 a 35 dias de lactação. Sendo que os mesmos apresentaram as maiores médias. CSAPÓ et al. (1995) encontraram valores superiores, da



ordem de 12,55% de EST no leite de égua das raças Hungarian Draughts, Haflingers, Bretão e Boulonnais nos dias dois e cinco de lactação.

O ESD do leite foi mais elevado no intervalo de 1 a 7 dias de lactação, diferindo dos demais intervalos de lactação. Reis et al. (2007) avaliando leite de éguas Mangalarga Machador relataram valores médios próximos ao do presente estudo com 9,73% de ESD.

A CCS do leite não apresentou diferença em nenhum dos intervalos de lactação. A égua não possui capacidade para armazenar alto volume de leite no úbere e o fato de potro mamar várias vezes contribui para esvaziamento do úbere, e pode contribuir para baixa CCS. O leite de éguas geralmente tem CCS baixa, provavelmente pelo número de tetas. Portanto, está menos exposta a possíveis infecções e consequentemente à mastite (ČAGALJ et al., 2014).

Os teores de gordura foram maiores nos intervalos de 0 a 40 dias e acima de 121 dias de lactação (Tabela 2). Durante os intervalos de lactação o leite de égua apresentou variações, e o intervalo de 0 a 40 dias de lactação diferiu dos intervalos de 41 a 80 e 81 a 120 dias de lactação. Santos et al. (2008) observou que o teor de gordura do leite de éguas da raça Lusitano diminuiu durante 180 dias de lactação.

O teor de proteína apresentou diferença entre todos os intervalos de lactação, houve diminuição do teor de proteína ao longo da lactação. A diminuição do teor proteico do leite acontece com o avanço da lactação, conforme Gibbs et al. (1982) observaram que leite de éguas da raça Quarto de Milha durante 150 dias de lactação também apresentaram decréscimo no teor de proteínas com o avanço da lactação.

**TABELA 2** - Valores médios e erro padrão da gordura (%), proteína (%), lactose (%), extrato seco total (EST) (%), extrato seco desengordurado (ESD) (%) e contagem de células somáticas (CCS) (CS/mL) do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação.

| Variável | Dias em lactação |               |                |               |
|----------|------------------|---------------|----------------|---------------|
|          | 0 a 40           | 41 a 80       | 81 a 120       | > 121         |
| Gordura  | 0,92 ± 0,03a     | 0,78 ± 0,02c  | 0,80 ± 0,04bc  | 0,89 ± 0,03ab |
| Proteína | 2,43 ± 0,03a     | 1,95 ± 0,0b   | 1,84 ± 0,02c   | 1,69 ± 0,02d  |
| Lactose  | 6,07 ± 0,0d      | 6,38 ± 0,0c   | 6,43 ± 0,0b    | 6,60 ± 0,0a   |
| EST      | 10,64 ± 0,05ab   | 10,50 ± 0,03c | 10,56 ± 0,04bc | 10,74 ± 0,03a |
| ESD      | 9,72 ± 0,03b     | 9,71 ± 0,02b  | 9,75 ± 0,02b   | 9,84 ± 0,02a  |
| CCS      | 5426 ± 560a      | 88897 ± 829a  | 42806 ± 0549ab | 2484 ± 888b   |

Letras minúsculas distintas na linha diferem ao nível de 5% de probabilidade, segundo teste de Tukey.

O teor de lactose diferiu entre todos os intervalos de lactação, sendo que com o avanço nos dias de lactação a concentração de lactose foi maior. Hoffman et al. (1998) relataram que concentrações de gordura e lactose foram maiores a partir do segundo mês

de lactação do que no primeiro mês de lactação em éguas da raça Thoroughbred. O teor de lactose aumenta conforme os dias de lactação avança. A lactose, dissacarídeo composto de glicose e galactose, é importante fonte de nutrientes para o potro lactente (NRC 2007), pois estimula a absorção intestinal de cálcio, e pode representar fator favorável à calcificação dos ossos durante os primeiros meses de vida do potro (BUSINCO et al., 2000).

O EST do leite de éguas Quarto de Milha diminuiu do intervalo inicial para 41 a 80 dias de lactação, com aumento após 120 dias de lactação. Já para o ESD o intervalo acima de 120 dias de lactação diferiu dos demais. O elevado teor de lactose contribui significativamente para o alto teor de sólidos desengordurados no leite de éguas (ČAGALJ et al., 2014).

A CCS do leite de égua é considerada baixo quando se compara com leite de vaca. Dos dias 1 a 120 dias de lactação a CCS não apresentou diferença, já acima de 120 dias de lactação não diferiu dos intervalos de lactação de 81 a 120 dias de lactação. O leite de égua tem CCS baixa provavelmente pelo número baixo (apenas duas) de tetas e estar menos exposta a possíveis infecções e conseqüentemente menor incidência de mastite (ČAGALJ et al., 2014). Outro fato que pode ter colaborado para a baixa CCS no intervalo acima de 120 dias de lactação é que a produção de leite começa a decrescer e a baixa capacidade de armazenamento do úbere pode ter influenciado.

Os dias em lactação apresentou correlação positiva com a lactose, EST e ESD (Tabela 3). A correlação com a lactose foi considerada alta, quando os dias de lactação vão avançando a produção de leite aumenta e com isso há maior concentração de lactose, já a correlação com o EST e ESD a correlação foi muito baixa. Os dias de lactação apresentou correlação negativa com a gordura, proteína e CCS, sendo que foi muito baixa com a gordura e CCS, sendo que não houve variação significativa destes componentes durante os 35 dias de lactação. Com a proteína a correlação foi considerada alta e negativa, observando que a partir do oitavo dia de lactação a concentração de proteína tende a diminuir.

A gordura se correlacionou positivamente com a proteína, EST, ESD e CCS, sendo que foi considerada correlação baixa com a proteína e ESD, muito baixa com a CCS e alta com o EST. A gordura se correlacionou negativamente com a lactose, sendo considerada muito baixa a correlação. Da mesma forma, Čagalj et al. (2014) relataram que a gordura correlacionou positivamente com a proteína.

**TABELA 3** - Correlação linear entre as variáveis de dias em lactação e qualidade do leite de éguas Quarto de Milha.

| <b>Variáveis</b> | <b>Gordura</b> | <b>Proteína</b> | <b>Lactose</b> | <b>EST</b> | <b>ESD</b> | <b>CCS</b> |
|------------------|----------------|-----------------|----------------|------------|------------|------------|
| Dias de lactação | -0,0543        | -0,7111         | 0,7280         | 0,0134     | 0,0994     | -0,0754    |
| Gordura          | -              | 0,2826          | -0,1800        | 0,8618     | 0,2721     | 0,1265     |
| Proteína         | -              | -               | -0,7668        | 0,3483     | 0,2758     | 0,1389     |
| Lactose          | -              | -               | -              | 0,0230     | 0,2889     | -0,1150    |
| EST              | -              | -               | -              | -          | 0,7227     | 0,1351     |
| ESD              | -              | -               | -              | -          | -          | 0,0839     |

A proteína apresentou correlação positiva baixa com EST, ESD e muito baixa com a CCS. E a correlação entre a proteína e lactose foi negativa e alta, significando que quando tem maior concentração de proteína o teor de lactose é menor, isso acontece principalmente nos primeiros dias de lactação. Assim como no estudo de Cagalj et al. (2014) foi observada correlação positiva entre proteína e EST. Baggio & Montanhini (2014) corroboram com o presente estudo em que a proteína apresentou correlação positiva com a CCS e negativa para lactose.

A lactose apresentou correlação positiva muito baixa com o EST, e baixa com o ESD. Cagalj et al. (2014) descreveram correlação positiva entre lactose e ESD. Já a correlação entre a lactose e a CCS foi negativa muito baixa. O EST apresentou correlação positiva alta com o ESD, e correlação positiva muito baixa com a CCS. O ESD correlacionou positivamente com a CCS.

Dentre os aminoácidos presentes no leite de éguas, apenas a taurina não foi detectada (Tabela 4). Os aminoácidos prolina, leucina, lisina, ácido aspártico e ácido glutâmico foram os que apresentaram maior porcentagem no leite de éguas Quarto de Milha. A prolina e ácido glutâmico foram maiores no intervalo de 0 a 40 dias de lactação e no intervalo de 81 a 120 dias de lactação. A prolina é o componente primário do colágeno e é sintetizada a partir do ácido glutâmico. A leucina é responsável pela manutenção e crescimento de fibras musculares. A lisina tem um papel importante para o crescimento muscular o que é importante para os potros.

Os aminoácidos cistina, triptofano, metionina, histidina e glicina foram os que apresentaram menor porcentagem no leite de éguas Quarto de Milha. O triptofano no intervalo de 41 a 80 dias de lactação apresentou aumento (0,09%), mas depois no intervalo de 81 a 120 dias de lactação essa porcentagem caiu para 0,02%, o triptofano está relacionado a síntese do neurotransmissor de serotonina, a capacidade de respostas a estímulos importante principalmente para cavalos atletas e a diminuição a irritabilidade.

Destes, os aminoácidos histidina, metionina e triptofano são considerados essenciais. Os aminoácidos essenciais para os equinos são: arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina (NRC, 1989).

**TABELA 4** - Composição de aminoácidos do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação.

| Aminoácidos (%)      | Dias em lactação |               |               |
|----------------------|------------------|---------------|---------------|
|                      | 0 a 40           | 41 a 80       | 81 a 120      |
| Histidina            | 0,06             | 0,05          | 0,05          |
| Taurina              | Não detectado    | Não detectado | Não detectado |
| Arginina             | 0,12             | 0,11          | 0,11          |
| Treonina             | 0,10             | 0,08          | 0,08          |
| Alanina              | 0,08             | 0,07          | 0,07          |
| Prolina              | 0,21             | 0,18          | 0,19          |
| Tirosina             | 0,09             | 0,08          | 0,08          |
| Valina               | 0,12             | 0,10          | 0,10          |
| Metionina            | 0,05             | 0,04          | 0,04          |
| Cistina              | 0,03             | 0,03          | 0,02          |
| Isoleucina           | 0,10             | 0,09          | 0,09          |
| Leucina              | 0,21             | 0,18          | 0,18          |
| Fenilalanina         | 0,10             | 0,08          | 0,08          |
| Lisina               | 0,19             | 0,17          | 0,16          |
| Triptofano           | 0,03             | 0,09          | 0,02          |
| Ácido Aspártico      | 0,17             | 0,14          | 0,14          |
| Ácido Glutâmico      | 0,45             | 0,38          | 0,39          |
| Serina               | 0,14             | 0,12          | 0,12          |
| Glicina              | 0,05             | 0,04          | 0,04          |
| Soma dos Aminoácidos | 2,30             | 2,03          | 1,96          |

Mazhitova et al. (2015) encontraram perfil de aminoácidos próximos ao deste estudo, observaram que o conteúdo do ácido glutâmico (0,39% a 0,48%) foi o mais alto no leite éguas durante quatro meses de lactação, o ácido aspártico (0,16% a 0,21%), arginina (0,12% a 0,16%), leucina (0,19% a 0,23%), lisina (0,21% a 0,23%), serina (0,11% a 0,14%), valina (0,10% a 0,12%) e fenilalanina (0,09% a 0,12%). O leite de éguas contém grande quantidade de serina e ácido glutâmico, mas é pobre em metionina (CSAPÓ- KISS et al., 1995).

Dentre os ácidos graxos presente no leite de éguas Quarto de Milha do presente estudo, o ácido palmítico e ácido oleico foram os que apresentaram porcentagem mais alta (Tabela 8). O ácido palmítico aumentou com o avanço da lactação. O ácido oleico apresentou a porcentagem mais elevada no intervalo de lactação de 41 a 80 dias de

lactação. Os resultados de Mazhitova et al. (2015) corroboram com este estudo, onde éguas na República do Quirguizistão, apresentaram maior presença de ácido palmítico.

O ácido linoleico, e o ácido alfa-linolênico são ácidos graxos essenciais porque organismos animais são incapazes de sintetizar estes compostos (SVAHN et al. 2002), que têm funções biológicas importantes. Pesquisa com seres humanos indicaram uma função para o ácido linoleico como precursor de prostaglandina e, na prevenção de úlceras gástricas (GRANT et al., 1988).

Os ácidos graxos caprílico, miristoleico, pentadecanoico, margárico e esteárico apresentaram porcentagem bem baixa no leite de éguas Quarto de Milha (Tabela 5).

Alguns ácidos graxos não foram detectados em nenhum dos intervalos de lactação no leite de éguas Quarto de Milha, como o ácido butírico, caproico, undecanoico, tridecanoico, ácido 10-pentadecenoico, ácido cis-10-heptadecenoico, ácido elaidico, ácido linolelaídico, ácido gama-linolênico, ácido araquídico, ácido cis-11-eicosenoico, ácido heneicosanoico, ácido cis-11,14- eicosadienoico, ácido cis-8,11,14-eicosatrienoico, ácido araquidônico, ácido cis-11,14,17-eicosatrienóico, ácido behenico, ácido erúxico, ácido 5,8,11,14,17- EPA, ácido tricosanoico, ácido cis-13,16-docosadienoico, ácido lignocérico, Ácido nervonico, ácido docosahexaenoico.

**TABELA 5** - Perfil de ácidos graxos do leite de éguas Quarto de Milha em diferentes intervalos de lactação.

| Ácidos graxos (%)         | Dias em lactação |         |          |
|---------------------------|------------------|---------|----------|
|                           | 0 a 40           | 41 a 80 | 81 a 120 |
| Caprílico (C8:0)          | 0,04             | 0,05    | 0,03     |
| Cáprico (C10:0)           | 0,10             | 0,11    | 0,07     |
| Láurico (C12:0)           | 0,13             | 0,14    | 0,10     |
| Mirístico (C14:0)         | 0,13             | 0,13    | 0,14     |
| Miristoleico (C14:1)      | 0,01             | 0,01    | 0,01     |
| Pentadecanoico (C15:0)    | 0,01             | 0,01    | 0,01     |
| Palmítico (C16:0)         | 0,44             | 0,47    | 0,57     |
| Palmitoleico (C16:1)      | 0,10             | 0,12    | 0,10     |
| Margárico (C17:0)         | 0,01             | 0,01    | 0,01     |
| Esteárico (C18:0)         | 0,03             | 0,03    | 0,04     |
| Oleico (C18:1n9c)         | 0,33             | 0,36    | 0,29     |
| Linoleico (C18:2n6c)      | 0,11             | 0,15    | 0,04     |
| Alfa Linolênico (C18:3n3) | 0,08             | 0,16    | 0,02     |
| Gordura Monoinsaturada    | 0,45             | 0,49    | 0,40     |
| Gordura Poli-insaturada   | 0,20             | 0,31    | 0,06     |
| Gorduras Insaturadas      | 0,66             | 0,81    | 0,46     |
| Gorduras Saturadas        | 0,89             | 0,95    | 0,97     |
| Gordura Trans             | 0,00             | 0,00    | 0,00     |

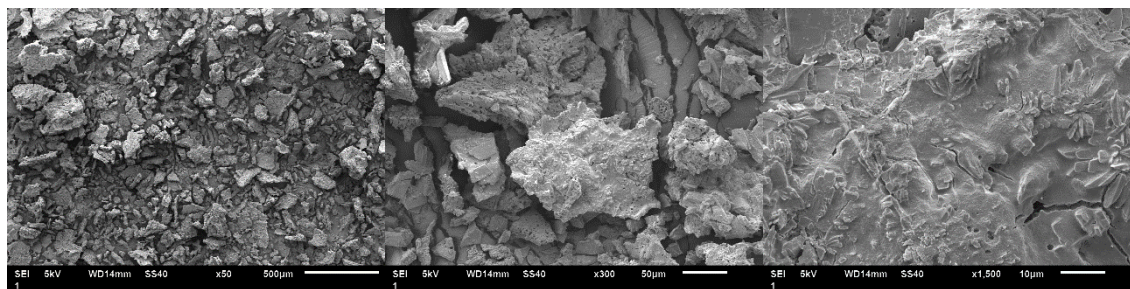
Markiewicz-Keszycka et al. (2014) identificaram que diferenças no perfil de ácidos graxos entre os estudos são provavelmente pelo fato que a composição de ácido graxo pode ser alterada, em comparação com outros componentes do leite.

A porcentagem de gordura insaturada foi menor em todos os intervalos de lactação quando comparado com a gordura saturada. A gordura monoinsaturada foi mais elevada em todos os intervalos de lactação quando comparado com a gordura poli-insaturada. O percentual de ácidos graxos insaturados no leite de éguas é semelhante ao leite humano, e superior ao leite de vaca. Isto é pelo alto teor de ácidos graxos poli-insaturados com números intermediários e elevados átomos de carbono, esta alta insaturação pode representar vantagem nutricional (SOLAROLI et al., 1993).

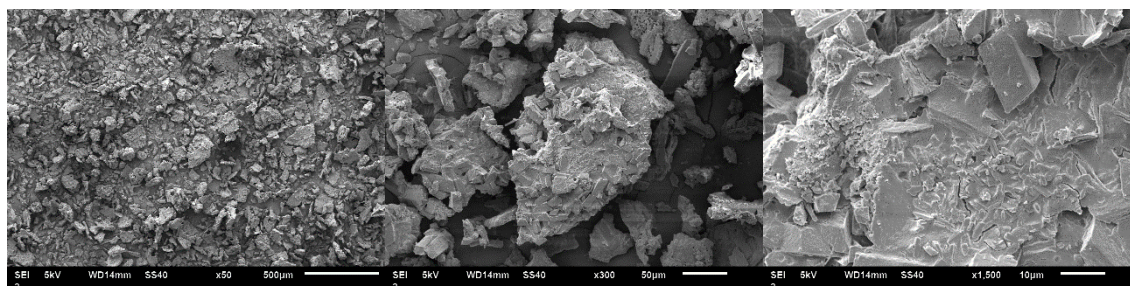
A MEV tem como objetivo analisar os tamanhos e formas de estruturas cristalinas e amorfas, inorgânicas e biológicas de uma amostra. Na Figura 4, está apresentada a MEV do leite de éguas Quarto de Milha em três intervalos sendo estes 0 a 40 dias de lactação, 41 a 80 dias de lactação e 81 a 120 dias de lactação. Durante o processo de preparação das amostras para a análise de MEV, os principais constituintes observados nas imagens são proteínas, açúcares e minerais, já que as amostras foram desengorduras.

Ao aproximar a imagem 50 vezes o leite de éguas apresentou várias partículas constituídas de formas predominantemente irregulares em todos os intervalos de lactação. Ao aproximar a imagem 300 vezes o leite de éguas apresentou porosidade que pode ser observada principalmente no intervalo de 81 a 120 dias de lactação, essa porosidade está relacionada aos glóbulos de gordura de foram extraídos durante o processo de desengorduração. Ao aproximar a imagem 1500 vezes é possível observar diferença nas formas das partículas do intervalo de 0 a 40 dias de lactação quando comparadas com o intervalo de 81 a 120 dias de lactação. No intervalo de lactação de 81 a 120 dias de lactação é possível observar formas de cristais que são açúcares, principalmente lactose.

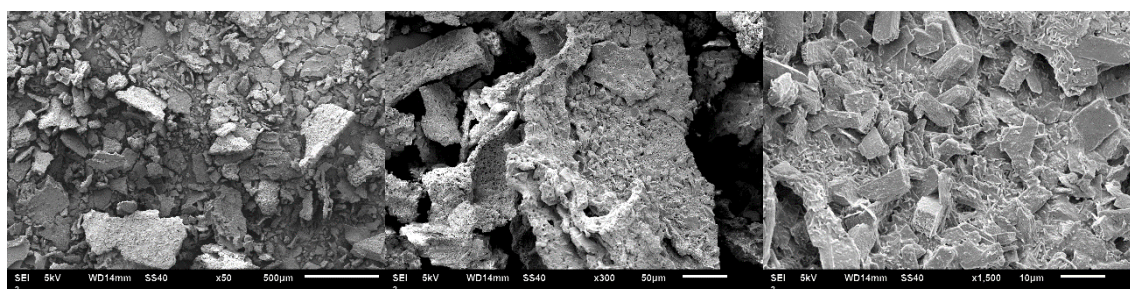
A estrutura varia consideravelmente de espécie para espécie. No leite de vaca e égua, observa-se estrutura esponjosa (JASINSKA & JAWORSKA, 1991). As diferentes estruturas micelares (distribuição de caseínas e tamanho das micelas) determinam diferenças acentuadas nas propriedades reológicas dos coágulos e, conseqüentemente, influenciam a utilização digestiva dos nutrientes do leite (POTOČNIK et al., 2011).



Intervalo de 0 a 40 dias de lactação



Intervalo de 41 a 80 dias de lactação



Intervalo de 81 a 120 dias de lactação

**FIGURA 2** - Microscopia eletrônica de varredura em aproximação de 50 x, 300x e 1500x do leite de éguas Quarto de Milha em 0 a 40 dias de lactação, 41 a 80 dias de lactação e 81 a 120 dias de lactação.

## CONCLUSÃO

Os dias de lactação influenciou a composição química do leite de éguas Quarto de Milha. Alguns aminoácidos como a histidina, arginina, alanina, tirosina, metionina, cistina, isoleucina e glicina não sofreram tanta influência dos dias de lactação. A taurina não foi encontrada no leite de égua Quarto de Milha. Os dias de lactação não influenciaram os ácidos graxos miristoleico, pentadecanoico e o margárico. Os principais constuintes do leite de égua Quarto de Milha encontrados na MEV são proteínas e lactose, que sofreram variação com os intervalos de lactação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATIONS OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, Official Methods of Analyses of A,O,A,C, International,8th ed, 2005, 2nd revision 2007.

BAGGIO, A.P & MONTANHINI, M.T.M. Qualidade de leite cru produzido na região do Norte Pioneiro do Paraná Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 08, n. 3, p. 173-184, 2014.

BLOOD, D. C.; RADOSTITIS, O. M.; HENDERSON, A. Clínica veterinária, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.1260. 1989.

BUSINCO LG, LUCENTI P, LUCARONI F, PINI C, DI FELICE G, IACOVACCI P. Allergenicity of mare's milk in children with cow's milk allergy. Journal of Allergy and Clinical Immunology. v. 105, n.5. p. 1031 – 1034, 2000.

ČAGALJ, M.; BREZOVEČKI, A.; MIKULEC, N.; ANTUNAC, N. Composition and properties of mare's milk of Croatian Coldblood horse breed. Mljekarstvo, v.64 n.1, p.3-11, 2014.

CSAPÓ, J., STEFLER, J., MAKRAY, S. AND CSAPÓ-KISS, Z. Composition of mare's colostrum and milk. Protein content, amino-acid composition and content of macro and microelements. International Dairy Journal. v.5, n. 4, p. 403 – 415, 1995.

CSAPÓ-KISS, Z.; STEFLER, J.; MARTIN, T.G.; MAKRAY, S.; CSAPÓ, J. Composition of Mares' Colostrum and Milk. Protein Content, Amino Acid Composition and Contents of Macroand Micro-elements. International Dairy Journal. v.5, n.4, p. 403-415, 1995.

DOREAU, M.; MARTUZZI, F. Fat content and composition of mare's milk. Nutrition and feeding the broodmare. EAAP publication. v.120, p.77-84, 2006.

FERREIRA, D.F. Sisvar: versão 4.2. Lavras: UFLA, 2010.

GIBBS, P. G.; POTTER, G. D.; BLAKE, R. W.; MCMULLAN W. C. Milk production of



quarter horse mares during 150 days of lactation. *Journal of Animal Science*, v.54, n. 3, p. 496 – 499, 1982

GRANT, H. W., PALMER, K. R., KELLY, R. W., WILSON, N. H., & MISIEWICZ, J. J. Dietary linoleic acid, gastric acid, and prostaglandin secretion. *Gastroenterology*, v.94, p. 955–959, 1988.

HOFFMAN, R. M., D. S. KRONFELD, H. S. HERBLEIN, W. S. SWECKER, W. L. Cooper, and P. A. Harris. 1998. Dietary carbohydrates and fat influence milk composition and fatty acid profile of mare's milk. *American Society for Nutritional Sciences. J. Nutr.* v.128, n.12, p.2708S - 2711S, 1998.

INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (IDF) 141C – Determination of milk fat, protein and lactose content – Guidance on the operation of mid-infrared instruments. Brussels, Belgium, 2000. 15p.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC); Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives, 6<sup>th</sup> ed., Pergamon Press: Oxford, 1979.

ISO 13366-2/International Dairy Federation (IDF) 148-2 – Milk – Enumeration of somatic cells – Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. Brussels, Belgium, 2006. 15p.

JASINSKA, B., & JAWORSKA, G. Comparison of structures of micellar caseins of milk of cows, goats and mares with human milk casein. *Animal Science Papers and Reports*, v.7, p. 45 – 55, 1991.

LUCAS, B. and SOTELO, A., 1980. Effect of different alkalies, temperatures and hydrolises times on tryptophan determination of pure proteins and food. *Anal Bioche*, vol. 109, no. 1, p. 192 197.

MALACARNE, W.; MARTUZZI, F.; SUMMER, A.; MARIANI, P. Protein and fat composition of mares milk: some nutritional remarks with reference to humand and cow's

milk. *International Dairy Journal*, v. 12, n.11, p. 869-77, 2002.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; KRZYZEWSKI, J.; STRZAKOWSKA, N.; JÓZWIK, A.; BAGNICKA, E. Concentration of selected fatty acids, fat-soluble vitamins and  $\beta$ -carotene in late lactation mares' milk. *International Dairy Journal* v.38 p.31-36, 2014.

MARKIEWICZ-KESZYCKA, M.; WÓJTOWSKI, J.; KUCZYNSKA, B.; PUPPEL, K.; CZYZAK-RUNOWSKA, G.; BAGNICKA, E.; STRZAKOWSKA, N.; JÓZWIK, A.; KRZYZEWSKI, J. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mares' milk. *International Dairy Journal*.v.31, n.2, p.62 - 64. 2013.

MAZHITOVA, A.T.; KULMYRZAEV, A.A.; OZBEKOVA, Z.E.; BODOSHEV, A. Amino Acid and Fatty Acid Profile of the Mare's Milk Produced on Suusamyr Pastures of the Kyrgyz Republic During Lactation Period. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* v.195, n.3, p. 2683 – 2688, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient Requirements of Horses*. 5th ed. Washington, DC: National Academy Press, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient Requirements of Horses*. 6th revised, Washington DC. 2007.

PAGAN, J. D.; HINTZ, H. F. Composition of milk from pony mares fed various levels of digestible energy. *Cornell Veterinary*. V.76, n.2, p. 139 – 48, 1986.

PIETRZAK-FIEĆKO, R.; TOMCZYŃSKI, R.; ŚWISTOWSKA, A.; BOREJSZO, Z.; KOKOSZKO, E.; SMOCZYŃSKA, K. Effect of mare's breed on the fatty acid composition of milk fat. **Czech J. Anim. Sci.** v. 54, n. 9, 403-407, 2009.

POTOČNIK, K.; GANTNER, V.; KUTEROVAC, K.; CIVIDINI, A. Mare's milk: composition and protein fraction in comparison with different milk species. *Mljekarstvo*, v.61, n.2, p.107-113, 2011.

REIS, A. P.; NICOLAU, E. S.; MESQUITA, A. J.; SANTOS, K.R.P.; OLIVEIRA, F.H.; MACIEL, I.B.; SILVA, E.B. Características físico-químicas do leite de éguas da raça Mangalarga Marchador. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 4, p. 807-813, 2007.

SANTOS, E. M.; ALMEIDA, F. Q.; VIEIRA, A.A.; PINTO, L.F.B.; CORASSA, A.; PIMENTEL, R. R. M.; SILVA, V.P.; GALZERANO, L. Lactação em Éguas da Raça Mangalarga Marchador: Produção e Composição do Leite e Ganho de Peso dos Potros Lactentes. *R. Bras. Zootec*, v.34, n.2, p.627-634, 2005.

SANTOS, S.; SILVESTRE, A.M. A study of lusitano mare lactation curve with wood's model. *Journal of Dairy Science*. v. 91, n.2, p.760 - 766, 2008.

SOLAROLI, G.; PAGLIARINI, E.; PERI, C., Composition and nutritional quality of mare's milk. *Italian Journal of Food Science*, v. 5, n. 1, p. 3-10, 1993.

SVAHN, J. C. E., FELDL, F., RAIH.A, N. C. R., KOLETZKO, B., & AXELSSON, I. E. M. (2002). Different quantities and quality of fat in milk products given to young children: Effects on long chain polyunsaturated fatty acids and trans fatty acids in plasma. *Acta Paediatrica*, v.91, p.20–6429, 2002.