



A evolução dos ruminantes

Petronio Azevedo de Melo¹; José Crisólogo de Sales Silva²

¹ Zootecnista formado pela Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL; Especialista em Bovinocultura de Leite – UNEAL - Mestrando em Nutrição Animal pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL e Zootecnista Bolsista do Instituto de Pesquisa e Inovação – EMATER - AL

² Prof^o Titular da Universidade Estadual de Alagoas – UNEAL, Campus II, Santana do Ipanema.
Email: josecrigot@hotmail.com

Página | 191

RESUMO: O presente trabalho trata de um estudo exploratório realizado por meio de pesquisa bibliográfica. As buscas basearam-se nas bases de dados da Scielo, CAPES, Google Acadêmico e Journal of Dairy Science, publicados no período de 1957 a 2016. Foram selecionados 08 artigos internacionais; 05 artigos nacionais; 03 sites informativos e 02 livros que atenderam aos critérios para sua inclusão. Este estudo mostrou que as mudanças evolutivas dos animais em questão são verdadeiras, e que algumas dessas características foram moldadas através de suas adaptações ao longo das eras, demorando milhares ou mesmo milhões de anos. No início da civilização humana pode-se dizer que a evolução dos animais aconteceu de forma mais rápida, através da Seleção Artificial, melhorando algumas das características, que nossos ancestrais atribuíam como melhorias, ou para produção de leite, carne e couro, ou pela docilidade da espécie domesticada. Conhecer a evolução das espécies é importante para lidar com as que trabalhamos atualmente.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinos; Ruminantes; Evolução.

ABSTRACT: This paper is an exploratory study through literature. Searches are based on databases SciELO, CAPES, Google Academic and Journal of Dairy Science, published in the 1957-2016 period. Were selected 08 international articles; 05 national articles; 03 informative sites and 02 books that met the criteria for inclusion. This study showed that the evolutionary changes of the animals in question are true, and that some of these features have been shaped by their adaptations throughout the ages, taking thousands or even millions of years. At the beginning of human civilization can be said that the development of the animals took place more quickly, through the selection Artificial improving some of the features, our ancestors attributed to improvements or for the production of milk, meat and leather, or docility of domesticated species. Knowing the evolution of species is important to deal with those currently working.

KEYWORDS: Cattle; Ruminants; Evolution.

INTRODUÇÃO

A simbiose com os herbívoros surgiu na era mesozóica, possivelmente associada aos dinossauros herbívoros. A filogenia evolutiva do sistema retículo-rúmen é ainda desconhecida por causa da ausência de fósseis que sirvam de elo evolutivo. Em todo caso, é evidente que estratégias alimentares e adaptações às fontes alimentares ocorreram. Estas mudanças não ocorreram simultaneamente. A vegetação dominante (cicádios e gimnospermas) deu lugar às plantas que florescem (angiospermas), os dinossauros foram extintos e os mamíferos emergiram como um grande e diversificado grupo (VAN SOEST, 1994).

Página | 192

Ruminantes constituem uma subordem dos Artiodáctilos (ungulatos) e são divididos em 04 famílias que compreendem 155 espécies. Os camelídeos compreendem um grupo irmão contidos numa subordem separada a Tylopoda. Algumas classificações, entretanto os incluem na Ruminantia. Os tragulídeos não apresentam omaso e por causa disso assemelham-se mais aos tilópodas. Somente um ou dois gêneros dos tragulídeos, girafídeos e antilocaprídeos ainda existem. Antilocaprídeos atualmente são classificados como bovídeos. Todos os antílopes africanos são bovídeos (VAN SOEST, 1994).

Chamam-se artiodáctilos todos os mamíferos ungulados cujo eixo principal dos membros (mãos e pés) passa entre o terceiro e o quarto dedos, ou seja, suas extremidades apresentam número par de dedos. Cada um desses dedos é bem desenvolvido e de tamanho equivalente, mas o segundo e o quinto são consideravelmente menores ou inteiramente ausentes. Nesse último caso, os ossos metapodiais fundem-se em um "osso canhão" único e as unhas se modificam em cascos.

Quando caminham, os artiodáctilos se apoiam nos dois dedos médios de cada pé; a única exceção é o hipopótamo, cujos quatro dedos tocam o chão. Todos os artiodáctilos recentes, salvo o camelo, possuem cascos. E grande parte deles, especialmente os machos, ostentam pares de protuberâncias frontais, na forma de chifres ou galhadas. Têm focinho comprido e crânio relativamente pequeno. A clavícula não existe. Contam-se sete vértebras no pescoço, de 12 a 16 no tórax, mas o número de vértebras torácicas e lombares nunca excede 19; há ainda as do sacro e da cauda. A distribuição dos dentes é a seguinte: três incisivos, um canino, quatro pré-molares e três molares em cada lado das maxilas inferior e superior, num total de 44 dentes.

O estômago divide-se em três ou quatro seções, geralmente especializadas. As glândulas mamárias localizam-se na região inguinal e, em algumas espécies como a dos suínos, na região abdominal. As glândulas odoríferas distribuem-se por várias partes do

corpo, inclusive pelas regiões inguinal, abdominal, dorsal, na frente do olho, na testa, pés e cauda. Muitos artiodáctilos possuem olfato desenvolvido e acuidade auditiva, mas têm a visão menos evoluída.

Os artiodáctilos são terrestres. Algumas espécies como as cabras, podem subir pelas montanhas e escarpas, enquanto outras, como o hipopótamo, preferem viver na água, mas nenhuma é arbórea ou integralmente aquática. Com exceção dos suínos – onívoros –, todos são herbívoros. A maioria dos gêneros e espécies tem vida gregária, e alguns, particularmente certos antílopes, bisões e caribus, agrupam-se em centenas de milhares de indivíduos.

Todos os gêneros de artiodáctilos existentes ou já extintos pertencem a três subordens: suiformes (famílias dos suídeos, taciauídeos e hipopotamídeos); tilópodes (camelídeos); e ruminantes (tragulídeos, cervídeos, girafídeos, antilocaprídeos e bovídeos).

Hoje, existe cerca de 200 espécies de ruminantes selvagens (Nowak, 1999), a maioria dos quais são bovídeos e cervídeos. Durante o período pré-cambriano, os organismos unicelulares foram as principais formas de vida e foi no início deste período que surgiram as bactérias metanogênicas do tipo procariota e as eubactérias incluindo aquelas que são representadas pelas bactérias ruminais atuais (celulolíticas e outras fermentadoras de carboidratos anaeróbicas) (Van Soest, 1994).

Van Soest (1994) fala que, nos estudos da evolução das espécies é sabido que os dinossauros mais evoluídos já apresentavam uma fermentação pré-gástrica e tinham sangue quente. Segundo Darwin (1859), a mudança das características hereditárias de uma população de seres vivos de uma geração para outra da – se o nome de evolução.

O objetivo do trabalho é conhecer a evolução dos ruminantes, analisar a seleção natural e artificial que ajudaram ao longo das eras a criar as raças produtoras de leite conhecidas atualmente no Brasil e Mundo.

PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

Temos muita dificuldade em destrinchar quais seriam de fato os ancestrais dos atuais ruminantes e como eles de fato surgiram e evoluíram, Charles Darwin através de sua teoria da evolução das espécies tenta explicar como de fato a evolução ocorreu, transformando os animais ditos pré-históricos nos nossos atuais. No caso dos bovinos leiteiros o mesmo pensamento se faz presente.

Neste artigo, foram utilizados 02 livros; 08 artigos internacionais; 05 artigos nacionais e 03 sites informativos, que continham o tema que atendiam os critérios para este estudo, artigos estes publicados no período entre 1957 a 2016. Inicialmente comparou-se diferentes morfologias de partes dos ruminantes, como por exemplo, as glândulas salivares, o estômago etc. Através de estudos de revisão de literatura, o presente trabalho visa elucidar alguns estudos sobre essas características.

Os trabalhos de arqueólogos, paleontólogos e historiadores, foram de suma importância para melhor compreendermos a importância da evolução não apenas em nossa civilização mais também nos animais que são parte da evolução do modo de vida da humanidade.

EVOLUÇÃO - SURGIMENTO DOS PRIMEIROS RUMINANTES

Os ruminantes surgiram no período do Eoceno aproximadamente entre 55,8 e 33,9 milhões de anos e são os únicos que obtiveram sucesso e ainda hoje estão presentes (WEBB & TAYLOR, 1980).

JORGE (2013) *apud* ROSE (1996), fala que o mais antigo ancestral fóssil dos bovinos, o artiodáctilo *Diacodexis*, um pequeno animal de membros compridos e menores do que um coelho foi considerado como o mais primitivo Artiodactyla conhecido.



Figura 02: *Diacodexis*. Fonte: <http://willemsvdmerwe.deviantart.com/art/Diacodexis-461059865>. Acessado em: 05/02/2016

JORGE (2013) *apud* ROSE (1996), diz que seu fóssil, parece em estratos do início do Eoceno (55 milhões de anos) na América do Norte, Europa e Ásia, bem após a Deriva continental da América do Sul e África. Aparece também em estratos na Índia e no Paquistão na mesma Época. A descoberta do *Diacodexis* na Índia e no Paquistão (*Diacodexis paquistanensis*) levanta a dúvida deste último ser o mais primitivo que a forma

existente na América do Norte e Eurásia. Com isso, a origem geográfica da Ordem Artiodactyla, permanece sem solução.

JORGE (2013), citando a mesma autora aborda então que nem sempre são encontrados os registros fósseis. Com a ausência de formas intermediárias, a origem da Ordem Artiodactyla é ainda um enigma, o aparecimento súbito do *Diacodexis*, sem registro de ancestrais é um mistério na trajetória evolutiva dos bovinos, permanecendo até hoje a questão: como e onde originaram-se os artiodáctilos?

Segundo FERNÁNDEZ (2005), a rápida diversificação e expansão geográfica dos ruminantes durante o Cenozóico foi um dos aspectos mais impressionantes da evolução dos mamíferos, resultando no atual grupo mais diversificado de mamíferos de grande porte.

Segundo NOWAK (1999), as 06 existentes famílias de ruminantes que incluem a: Tragulidae, Moschidae, Bovidae, Giraffidae, Antilocapridae, e Cervídeos. A Tabela 1 fornece uma descrição dessas famílias, incluindo o número de espécies e de gêneros.

Tabela 1. Descrição das famílias de ruminantes existentes, incluindo o número de gêneros e espécies¹ por exemplo.

Família	Gênero	Espécie	Exemplo de Espécies
Antilocapridae	01	01	Pronghorn
Bovidae	49	140	Bovinos, ovinos, caprinos, antílope.
Cervidae	17	41	Veados, caribus, alces.
Giraffidae	02	02	Girafa, ocapi
Moschidae	01	05	Muskdeer
Tragulidae	03	04	Trágulos
Total	73	193	

¹Dados de Nowak (1999).

HACKMANN et al. (2010), falam que os Tragulidae são pequenos e reclusos a florestas. São os mais primitivos de todas as famílias que vivem e que mudaram morfológicamente pouco ao longo da história evolutiva; o que os levou a serem chamados de “fósseis vivos” (JANIS, 1984).

A menor espécie possui cerca de 45 cm de comprimento e pesa 2 kg, enquanto que a maior tem 80 cm de comprimento e pesa cerca de 10kg (ASSIS, 2007). Segundo SAVAGE et al. (1993), cerca de 137 espécies vivas compõem a família Bovidae e mais de 300 espécies identificadas por meio de fósseis. FERNANDEZ (2005) o desenvolvimento

e a origem são pouco compreendidos gerando com essas lacunas discussões entre os especialistas.

Partes moles que se tornaram fósseis são raras, e partes dos órgãos internos muito mais. Em minhas pesquisas não encontrei exemplos de fósseis de estômagos para serem comparados, portanto parte dessa descrição é baseada nas pesquisas fósseis da parte esquelética dos animais, e em alguns vestígios de alimentos que eventualmente ficaram em seu interior e ao seu redor no momento da sua morte.

A ORIGEM DOS BOVINOS

Segundo BENTON (2006), todo o processo de diferenciação dos bovinos surgiu a partir deste artiodáctilo basal que sobreviveu até o Oligoceno (34 milhões de anos) na América do Norte, Europa e Ásia. No Oligoceno (34 milhões de anos) surgem os artiodáctilos Selenodontes cujo principal grupo é constituído pelos Ruminantes que são os bois, antílopes, cervos e cervos-camundongos (JORGE. 2013).

Segundo JORGE (2013), O *Hypertragulus*, uma das primeiras formas de ruminantes, um animal do tamanho de um coelho, surgiu no Eoceno / Oligoceno.



Figura 03: *Hypertragulus*. Fonte:

<https://www.geol.umd.edu/~jmerck/nature/specimens/htmls/hypertragulus83124.html>. Acessado em: 21/02/2016.

ATHANASSOF (1957) diz que a origem dos bovinos deixou os arqueologistas perplexos durante quase todo século XX quando existiram várias teorias controversas.

Um dos pontos de maior discussão foi a de que os bovinos teriam uma única origem (teoria monofilética) ou várias origens (teoria polifilética).

A teoria monofilética baseia-se em um único ancestral, o Auroque ou uru (*Bos primigenius*). Antes de ser extinto em 1627, o auroque foi difundido em toda a Europa, norte da África e sul da Ásia. O auroque é aceito como o ancestral silvestre ou o precursor de todo o gado doméstico tanto taurinos como zebuínos e cuja domesticação começou há 10 mil anos e foi, do ponto de vista econômico, a mais importante espécie domesticada (JORGE, 2013).

A polifilética propriamente dita defende a evolução da espécie a partir de várias formas primitivas, que diferiam entre si pela estatura, peso, local de domesticação, dimorfismo sexual e pelas exuberantes diferenças entre os chifres (tamanho, morfologia e direção). Essas formas primitivas são as seguintes: *Bos taurus primigenius*; *Bos t. brachycherus* (de chifres curtos); *Bos t. frontosus* (considerado também como o resultado do cruzamento entre *B. t. primigenius* e *B. t. brachycherus*); *Bos t. aqueratus* (considerado como a forma sem chifre), *Bos t. brachycephalus* (de chifres curtos); *Bos t. orthoceros* e *Bos t. hamiticus*. Para os defensores da teoria polifilética, a domesticação teria acontecido simultaneamente em vários lugares, a partir de formas locais (JORGE, 2013).

Segundo SANTIAGO (1986) o *Bos taurus*, como todos os bovídeos descendem de um único tronco filogenético, uma espécie de antílope, chamado de antílope de Pikermi, que viveu durante o Mioceno e Plioceno, ou seja, entre 23,3 a 1,8 milhões de anos (ASSIS, 2005).

Savage et al. (1983, apud FERNÁNDEZ; VRBA, 2005, p. 274), a família Bovidae é composta por 137 espécies vivas e mais de 300 espécies identificadas através de fósseis (ASSIS, 2007).

A subfamília *Bovinae* é dividida em três tribos: *Boselaphini* (inclui os gêneros *Tetracerus* e *Boselaphus*), *Strepsicerotini* ou *Tragelaphini* (inclui os gêneros *Tragelaphus* e *Taurotragus*) e a tribo Bovini (inclui os gêneros *Bubalus*, *Pseudoryx*, *Syncerus*, *Bison* e *Bos*). Há inúmeros trabalhos questionando a classificação de alguns gêneros, como o *Bison*, o *Taurotragus* e o *Pseudoryx*.

A tribo Bovini se diferenciou há 20,5 milhões de anos da tribo Boselaphini e há 18,3 milhões de anos da tribo Strepsicerotini ou Tragelaphini. A tribo Bovini é composta por cinco gêneros e 13 espécies (FERNÁNDEZ, 2005).

PROGRESSO EVOLUTIVO E PRINCIPAIS INOVAÇÕES

No último século, a origem e evolução dos bovinos tem sido tema para os pesquisadores e mais recentemente é assunto predominante para geneticistas e arqueologistas (Jorge, 2013).

A morfologia da pança dos ruminantes varia entre as espécies de ruminantes em muitas características (Hofmann 1973, 1989, Clauss et al., 2006, 2009a, 2010b, Clauss & Hofmann 2014), mas há uma grande diferença entre as duas infraordens de ruminantes, a Pecora (no mundo moderno representado por famílias Bovidae, Moschidae, Cervídeos, Giraffidae, Antilocapridae) e a "Tragulidae" (no mundo moderno representado apenas por Tragulidae) (Marcus & Rössner, 2014).

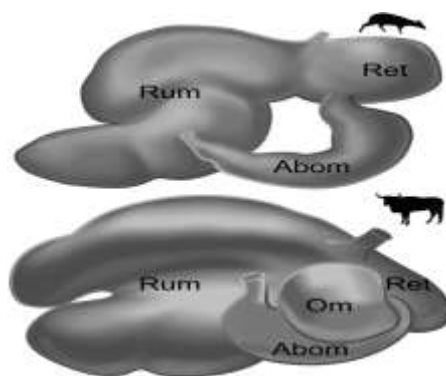


Figura 07: Representação esquemática do estômago de Tragulidae (topo) e Pecora (parte inferior). Rum = rúmen, Ret = retículo, Om = omaso (falta na Tragulidae), Abom = Abomaso. Tiragem por Jeanne Peter, depois de Schmidt (1911) e Hofmann (1969).

.O advento da fermentação pré-gástrica trouxe consequências positivas e negativas. O último caso inclui a necessidade de gliconeogênese e armazenamento de glicose, a conservação de ácidos graxos essenciais e a necessidade de síntese proteica microbiana (Van Soest, 1994).

A especialização é o resultado de uma adaptação evolutiva em resposta a uma particular adaptação a circunstâncias ecológicas. As especializações envolvem características que podem ser desvantajosas. Por exemplo, vacas leiteiras de alta produção não sobreviveriam no ambiente selvagem (Van Soest, 1994).

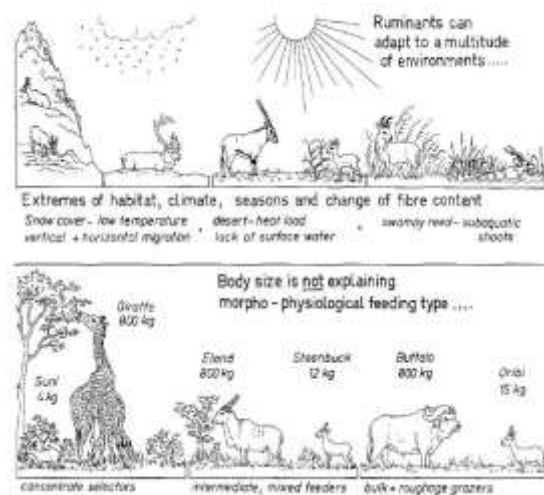


Figura 08: Diversidades ecológicas e diferentes dimensões de ruminantes que pode ter influenciado a sua gama adaptativa. Hofmann (1989).

Adaptações acontecem quanto ao hábito alimentar. Ruminantes ramoneadores podem alimentar-se de gramíneas bem tenras e pastejadores como os bovinos podem adaptar-se a dietas ricas em concentrado. Espécies adaptadas ao seu ambiente podem ser mais eficientes em sua própria esfera de adaptação do que espécies não adaptadas. A eficiência de adaptação envolve interações entre as características da dieta, organismos ruminais, características do rúmen-retículo e omaso (Van Soest, 1994).

Quando reconhecemos a seletividade como um fator chave, primeiro temos que considerar os órgãos prensores e como eles se tornaram adaptados, nos três tipos de alimentação, a comida e o consumo. Estes são os lábios, língua, dentes incisivos inferiores (os superiores estão faltando em todos os ruminantes) e a almofada dental no final rostral do palato duro (Hofmann, 1989).

Todos os Seletores de Concentrado (CS) tem uma abertura relativamente maior da boca, permitindo a remoção de galhos de lado ou a apreender inflorescências e frutos, enquanto os Ingestores de Forragens (GR) têm lábios (rígidos) e mais curtos uma pequena abertura da boca. O revestimento epitelial escamoso estratificado da cavidade bucal abrangendo também a língua é significativamente mais fina e menos salgada no CS e naqueles Intermediários (IM) que selecionam forragens não fibrosas, desde que disponíveis, quando comparado com GR (Hofmann, 1989).

O mesmo autor fala ainda que a língua é também o local de receptores de sabor, e nenhum outro grupo herbívoro tem tantas papilas gustativas como os ruminantes, especialmente a circunvaladas que apenas o homem tem alguns. Há uma relação evidente entre o número de papilas gustativas (órgãos receptores nestas papilas) e o comportamento alimentar: enquanto CS e IM já mostram muitos, GR tem cerca 50% a

mais do que eles, obviamente, precisam para testar os componentes da camada palatável da grama; para eles a seletividade olfatória primária dos dois antigos grupos tornou-se impraticável e antieconômica.

Hofmann (1989) notou que os ruminantes selecionadores têm comparativamente glândulas salivares maiores (Figura 09). Tanto os ruminantes quanto os não ruminantes salivam mais quando a eles são administrados alimentos ricos em taninos (Van Soest, 1994).

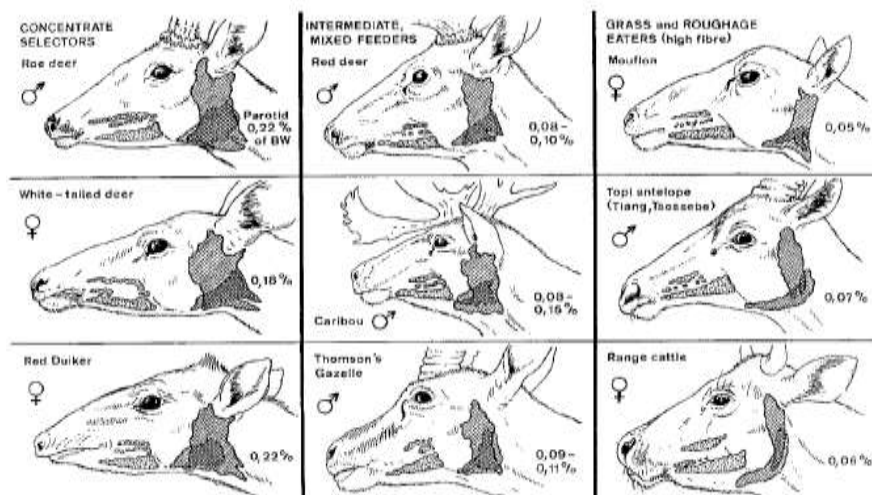


Figura 09: Diferenças entre as glândulas salivares entre ruminantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se como o tema Evolução é complexo, e em se tratando dos ruminantes esse tema fica ainda mais interessante, pois existem muitas lacunas sobre sua origem.

Como registros fósseis de partes moles são extremamente raras, ficam inúmeras dúvidas sobre quais animais de fato foram os elos perdidos na evolução desses magníficos animais que foram a base da alimentação proteica das civilizações.

REFERÊNCIAS

1. A.P.C.R.F. – ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CRIADORES DA RAÇA FRÍSIA - A Raça Holstein Frísia - A.P.C.R.F (2008)
<http://www.apcrf.pt/gca/?id=147>. Acessado em: 27/06/2016
2. ASSIS, Rodolfo Fontana - EVOLUÇÃO DA ESPÉCIE BOS TAURUS E FORMAÇÃO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS (BOS TAURUS INDICUS) COM

- ÊNFASE NA RAÇA NELORE** – Faculdades Associadas de Uberaba - FAZU - Uberaba, 2007.
3. ATHANASSOF N. **MANUAL DO CRIADOR DE BOVINES**. 6ª ed. São Paulo: Melhoramentos; 1957
 4. BENTON MJ. **PALEONTOLOGIA DOS VERTEBRADOS**. São Paulo: Atheneu; 2006.
 5. COSTA, Leopoldo – **O BOVINO, SUA ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO – STRAVAGANZA**, -
<http://stravaganzastravaganza.blogspot.com.br/2011/02/o-bovino-sua-origem-e-classificacao.html?view=sidebar>. Acessado em: 18/12/2015.
 6. COSTA, Leopoldo - **HISTÓRIA DA RAÇA HOLANDESA** -
<http://stravaganzastravaganza.blogspot.com.br/2011/03/historia-da-raca-holandesa.html>. Acessado em: 27/06/2016
 7. COSTA, Leopoldo - **HISTÓRIA DA RAÇA HOLSTEIN-FRÍSIA** –
<http://stravaganzastravaganza.blogspot.com.br/2011/03/historia-da-raca-holstein-frisia.html>. Acessado em: 27/06/2016.
 8. DARWIN, Robert Charles - **ON THE ORIGIN OF SPECIES BY MEANS OF NATURAL SELECTION, OR THE PRESERVATION OF FAVOURED RACES IN THE STRUGGLE FOR LIFE**". 1859 - Nova Enciclopédia Ilustrada FOLHA, Volume I. Publifolha. São Paulo, 1996.
 9. HACKMANN, T.J.; Spain, J.N. - **INVITED REVIEW: RUMINANT ECOLOGY AND EVOLUTION: PERSPECTIVES USEFUL TO RUMINANT LIVESTOCK RESEARCH AND PRODUCTION** - Journal of Dairy Science Vol. 93 No. 4, 2010.
 10. JANIS, C. M. 1984. **TRAGULIDS AS LIVING FOSSILS**. Pages 87–94 in Living Fossils. N. Eldredge and S. Stanley, ed. Springer-Verlag, New York, NY
 11. JORGE W. **A GENÔMICA BOVINA - ORIGEM E EVOLUÇÃO DE TAURINOS E ZEBUINOS**. Vet. e Zootec. 2013 jun.; 20(2): 217-237. ISSN Eletrônico 2178-3764.
 12. MARCUS Clauss, & Gertrud E. Rössner - **OLD WORLD RUMINANT MORPHOPHYSIOLOGY, LIFE HISTORY, AND FOSSIL RECORD: EXPLORING KEY INNOVATIONS OF A DIVERSIFICATION SEQUENCE** - Ann. Zool. Fennici 51: 80–94; Helsinki 7 April 2014 - Finnish Zoological and Botanical Publishing Board 2014. ISSN 1797-2450 (online).

13. NOWAK, R. M. 1999. **WALKER'S MAMMALS OF THE WORLD**. Vol 2. 6th ed. John Hopkins Univ. Press, Baltimore, MD.
14. ROSE, K. D. ON THE ORIGIN OF THE ORDER ARTIODACTYLA. Proc Natl Acad Sci USA. 1996; 93: 1705-9.
15. RITZ, L. R. et al. **PHYLOGENETIC ANALYSIS OF THE TRIBE BOVINI USING MICROSATELLITES**. Animal Genetics, v. 31, n. 3, p. 178-185, jun. 2000.
16. SAVAGE, D. E. & RUSSELL, D. E. (1983). **MAMMALIAN PALEO FAUNAS OF THE WORLD**. ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY, READING.
17. SERRANO, G.M.S.; EGITO, A.A.; MCMANUS, C.; MARIANTE, A.S. **GENETIC DIVERSITY AND POPULATION STRUCTURE OF BRASILIAN NATIVE BOVINE BREEDS**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.29, n.6, p.543-549. 2004.
18. VAN SOEST, P. J. 1994. **NUTRITIONAL ECOLOGY OF THE RUMINANT**. 2nd ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY.
19. WEBB, S. D. & TAYLOR, B. E. (1980). **THE PHYLOGENY OF HORNLESS RUMINANTS AND A DESCRIPTION OF THE CRANIUM OF ARCHAEOMERYX**. Bulletin of the American Museum of Natural History 167, 117-158.