

DESENVOLVIMENTO DO RÚMEN DE BOVINOS NO PERÍODO PRÉ-NATAL

Development of bovine rumen during prenatal period

Cristina Maria Rodrigues Monteiro¹,

Silvia Helena Venturoli Perri¹,

Roberto Gameiro de Carvalho¹

Roberto Carvalhal¹

¹ Departamento de Apoio, Produção e Saúde Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de Araçatuba, Rua Clóvis Pestana, 793, Araçatuba, SP, 16050-680, Brasil. monteiro@fmva.unesp.br



RESUMO

O desenvolvimento do estômago de mamíferos domésticos é processo complexo, especialmente em ruminantes. O objetivo dessa pesquisa foi realizar a análise das estruturas desse órgão durante o período pré-natal. Foram utilizadas amostras de rúmen de fetos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) divididos em 5 grupos: 1º – fetos com 9 a 15 semanas (8 a 21cm) de gestação, 2º – fetos com 16 a 22 semanas (23 a 37cm), 3º – fetos com 23 a 29 semanas (40 a 58cm), 4º – fetos com 30 a 36 semanas (61 a 77cm) e 5º – fetos com 37 a 43 semanas (79 a 88cm). Os cortes histológicos foram corados com Hematoxilina e Eosina e Tricrômico de Mallory e examinados ao microscópio de luz. No grupo 1, nos fetos com 11 cm, pode-se observar todas as túnicas, a mucosa com epitélio alto e células claras, lâmina própria fundida com a submucosa, a túnica muscular com 2 estratos delgados e similares em espessura e serosa também delgada. Com 13,5 cm surgiram as primeiras irregularidades na mucosa com projeções do epitélio e lâmina própria que futuramente darão origem às papilas ruminais. Com 16,5 cm já houve diferenciação da lâmina própria com a submucosa. No grupo 2, nos fetos com 28 cm foram observadas papilas completas com lâmina própria. A partir dessa fase, nos demais grupos, houve aumento em espessura do epitélio, da lâmina própria, submucosa, da túnica muscular com o estrato interno mais espesso que o externo e da serosa. Concluiu-se que as principais variações ocorrem nos fetos dos grupos 1 e 2, e após essa fase, há aumento em espessura de todas as túnicas até a finalização do período gestacional.

Termos de indexação: morfologia, rúmen, fetos, bovino.

ABSTRACT

The development of the domestic mammals' stomach is a complex process, especially in ruminants. The objective of this research was to perform the analysis of structures of this organ during prenatal period. Samples of Nelore fetuses rumen (*Bos Taurus indicus*) were divided into five groups: 1 - fetuses with 9 to 15 weeks (8 to 21cm) of gestation, 2 - fetuses with 16 to 22 weeks (23 to 37cm), 3 - fetuses at 23 to 29 weeks (40 to 58cm) 4 - fetuses with 30 to 36 weeks (61 to 77cm) and 5 - fetuses with 37 to 43 weeks (79 to 88cm). Sections were stained with Hematoxylin and eosin and Mallory's trichrome and examined at light microscope. In group 1, in fetuses with 11 cm, could be seen all the layers, mucosa with high epithelium and light cells, lamina propria fused with submucosa, the muscular layer was with two thin sublayers similar in thickness and serosa was thin too. With 13.5 cm, was



observed the first irregularities in the mucosa with epithelium projections and lamina propria that will lead rumen papillae. With 16.5 cm there was differentiation of the lamina propria to the submucosa. In group 2, in fetuses with 28 cm were observed complete papillae. From this stage, the remaining groups, there was an increase in thickness of the epithelium, lamina propria, submucosal and muscular layer whit the inner sublayer more thicker than the external and serosa. It was concluded that the main variations occur in fetuses of groups 1 and 2, and after this phase, there is increased in thickness of all layers until the end of the pregnancy period.

Index therms: morphology, rumen, fetuses, bovine.

INTRODUÇÃO

O interesse científico na estrutura e função do trato digestório dos ruminantes é de grande importância (FRANCO et al., 1992). O estômago dos ruminantes é um órgão complexo dividido em 4 compartimentos que tem um importante papel na fisiologia digestiva, onde processos físicos e bioquímicos acontecem durante a ruminação (SCALA et al., 2011), período em que se nota a habilidade dos ruminantes ao converter fibras em produtos de grande valor nutritivo (FRANCO at al., 1992). Cada um dos compartimentos tem morfologia própria e muitos estudos têm sido feitos em aspectos que abrange o início do desenvolvimento fetal até a idade adulta (SCALA et al., 2011).

O desenvolvimento do estômago de mamíferos domésticos é um processo complexo (VIVO et al., 1990). Especialmente em ruminantes, o desenvolvimento do estômago composto cria um grande desafio para a embriologia (KNOSPE, 1996; SANGLID et al., 2002; FRANCO et al., 2004). A rotação do estômago e outros processos de desenvolvimento que ocorrem na vida pré-natal já são bem conhecidos (AMASAKI e DAIGO, (1988); CHRÓSZCZ, 2008).

Segundo Franco et al. (2004) e Nabessima et al. (2011) faltam estudos mais detalhados e informações mais amplas a respeito da morfologia e desenvolvimento do estômago de bovinos no período pré-natal e Nascimento et al. (2013) afirmam que os zebuínos são largamente difundidos no país e cada vez mais importantes economicamente, portanto torna-se significativo o estudo do desenvolvimento do rúmen de fetos bovinos da raça Nelore por meio de análises histológicas e histomorfométricas e a partir de dados numéricos, complementar os conhecimentos acerca desse assunto.



MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 30 amostras de rúmen de 30 fetos bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) coletados no frigorífico de Birigui, separados em 5 grupos com 6 amostras cada: 1º grupo – fetos com aproximadamente 9 a 15 semanas (8 a 21cm) de gestação, 2º grupo – fetos com 16 a 22 semanas (23 a 37cm), 3º grupo – fetos com 23 a 29 semanas (40 a 58cm), 4º grupo – fetos com 30 a 36 semanas (61 a 77cm) e 5º grupo – fetos com 37 a 43 semanas (79 a 88cm). Com a finalidade de se realizar as análises histológica e histomorfométrica, foram coletados fragmentos dos órgãos que foram fixados em solução tamponada a 5% de paraformaldeído por 24 horas para processamento em técnica histológica em paraplast® com a finalidade de se proceder a microtomia. Os cortes histológicos de aproximadamente 5µm de espessura foram posteriormente submetidos à coloração rotineira com Hematoxilina e Eosina e Tricrômico de Mallory para serem examinados ao microscópio de luz. Foram analisados os elementos histológicos pertinentes a cada período de gestação e para a histomorfometria foram efetuadas mensurações (µm) da parede total do órgão, epitélio, lâmina própria em conjunto com a tela submucosa, túnica muscular (estratos interno e externo) e túnica serosa. Para esse fim utilizou-se um programa de análises de imagens, Image J, e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para comparar os grupos, teste de Tukey para comparação múltipla das médias e análise de regressão das variáveis estudadas em função do comprimento dos fetos. As estatísticas foram consideradas significativas quando $P < 0,05$. As análises estatísticas foram efetuadas com o programa computacional SAS (Statistical Analysis System) versão 9.2.

RESULTADOS

Resultados histológicos

Grupo 1 – fetos com 9 a 15 semanas de gestação (8 a 21 cm).

O rúmen dos fetos com 11 cm apresentou mucosa plana constituída por epitélio estratificado (aproximadamente 10 estratos) com células ovóides, citoplasma claro e núcleo na porção apical. Na região basal do epitélio observou-se condensação nuclear com aproximadamente 3 estratos celulares. A lâmina própria-submucosa era espessa formada por tecido frouxo bastante celularizado com células distribuídas difusamente e pequenos vasos sanguíneos. A túnica muscular estava subdividida em



dois tipos de estratos de musculatura lisa, o mais interno circular e o externo longitudinal e a túnica serosa formada de tecido conjuntivo frouxo e mesotélio exteriormente (Fig. 1 A). Na observação do rúmen dos fetos de 13,5 cm a morfologia era semelhante à descrita acima, porém foi possível observar que a túnica mucosa já apresentava pequenas irregularidades, sem estruturas com morfologia de papilas, a muscular estava mais desenvolvida e com esse desenvolvimento, ocupou uma parte da área que pertencia à tela submucosa que permaneceu inalterada em relação ao feto anterior e a serosa apresentou-se mais espessa com aumento de tecido conjuntivo. Com 15 cm as células epiteliais mostraram-se maiores e o estrato basal delgado com 2 camadas de células, a túnica muscular apresentou-se mais espessa com o estrato interno mais evidente que o externo com proliferação de pequenos vasos sanguíneos e agrupamentos de células que darão origem aos plexos nervosos e a serosa mostrou-se delgada. Aos 16,5 cm a túnica mucosa apresentou proeminência do epitélio que futuramente dará origem as papilas e início da diferenciação da lâmina própria e submucosa, a túnica muscular passou a ocupar grande parte da tela submucosa com maior desenvolvimento do estrato interno e a serosa permaneceu delgada. (Fig. 1 B). Aos 17,5 cm as características histológicas eram semelhantes à descrição anterior. Aos 18,5 cm houve aumento em número das camadas do epitélio e aumento em número e tamanho das projeções papilares (Fig. 1 C).

Grupo 2 - fetos com 16 a 22 semanas de gestação (23 a 37 cm).

Com 26 cm o rúmen mostrou epitélio alto com células alongadas e núcleos apicais, aumento no número e tamanho das projeções papilares, lâmina própria delgada e tela submucosa, túnica muscular (principalmente a interna) e serosa mais espessas (Fig. 1 D). Aos 28 cm, a lâmina própria e tela submucosa estavam mais diferenciadas, a camada muscular mostrou-se espessa com o estrato interno mais evidente que o externo e a serosa também mais espessa constituída por tecido conjuntivo frouxo e mesotélio externamente. Com 29 cm a mucosa revelou presença de papilas com lâmina própria, tela submucosa mais evidente, túnica muscular espessa com o estrato interno mais evidente que o externo. Aos 31 cm a morfologia da parede ruminal foi semelhante à descrita anteriormente, porém a túnica muscular mostrou-se mais espessa sendo o estrato externo um pouco mais delgado que o interno. Com 33,5 cm as estruturas permaneceram inalteradas, porém observou-se que a túnica muscular apresentou o estrato vascular mais evidente com vasos de grande calibre. Com 37 cm as papilas estavam bem diferenciadas, tela



submucosa evidente e túnica muscular com estrato interno mais espesso que o externo.

Grupo 3 - fetos com 23 a 29 semanas de gestação (40 a 58 cm).

Nos feto com 42 cm, o epitélio ruminal apresentou células globosas, papilas altas com lâmina própria, submucosa evidente, túnica muscular espessa com estrato interno mais espesso que o externo e túnica serosa evidente (Fig. 2 A). Com 43 cm a túnica mucosa estava revestida por células epiteliais alongadas, as papilas e lâmina própria eram discretas, na submucosa visualizou-se presença de vasos sanguíneos evidentes, o estrato muscular interno apresentou um desenvolvimento significativo assim como o externo, porém este último em menor escala e a serosa era discreta. Aos 44 cm os elementos estruturais apresentaram algumas variações como: papilas de diferentes tamanhos, túnica mucosa com o dobro de espessura das demais e estrato muscular interno significativamente mais espesso que o externo. Com 48 cm observou-se diminuição no tamanho das papilas bem como da túnica muscular. Com 52 cm a túnica mucosa apresentou papilas de diferentes tamanhos e início de queratinização discreta na superfície apical do epitélio, tela submucosa mais espessa assim como o estrato muscular interno. No feto com 56 cm, as papilas do rúmen apresentaram-se mais altas, de diferentes tamanhos com algumas alcançando a superfície epitelial, a tela submucosa e as túnicas muscular e serosa eram evidentes (Fig. 2 B).

Grupo 4 - fetos com 30 a 36 semanas de gestação (61 a 77cm).

O rúmen dos fetos com 60 cm mostrou papilas altas e delgadas, tela submucosa evidente, túnica muscular mais espessa com o estrato interno ligeiramente mais espesso que o externo e túnica serosa evidente. Na análise dos fetos com 65 e 66 cm, as variações foram semelhantes, as papilas alcançaram a superfície epitelial e ao contrário das observações anteriores, a tela submucosa era delgada e a túnica muscular mais espessa com o estrato interno consideravelmente mais evidente que o externo. Com 68 cm as papilas do rúmen revelaram-se pequenas e delgadas, submucosa espessa e a túnica muscular com ambos os estratos similares em espessura. Aos 70 cm, o rúmen apresentou estruturas similares às descritas anteriormente, porém o estrato muscular interno mostrou-se mais espesso que o externo. Com 75 cm, o rúmen apresentou estrutura geral bem diferenciada: mucosa com epitélio alto, grande número de papilas de diferentes alturas, tela submucosa



espessa, túnica muscular bem evidente com estrato interno mais espesso que o externo e serosa discreta (Fig. 2 C).

Grupo 5 - fetos com 37 a 43 semanas de gestação (79 a 88 cm).

No rúmen de feto com 81 cm, as papilas, em sua maioria, eram altas e afiladas na porção superior e outras de diferentes tamanhos, submucosa evidente, muscular interna mais espessa que a externa e serosa espessa. No rúmen de feto com 83 cm as papilas eram semelhantes às descritas anteriormente, porém a submucosa era mais desenvolvida que a anterior, a túnica muscular era mais espessa com o estrato interno mais espesso que o externo com plexos nervosos bem desenvolvidos entre ambos e túnica serosa evidente (Fig. 2 D).

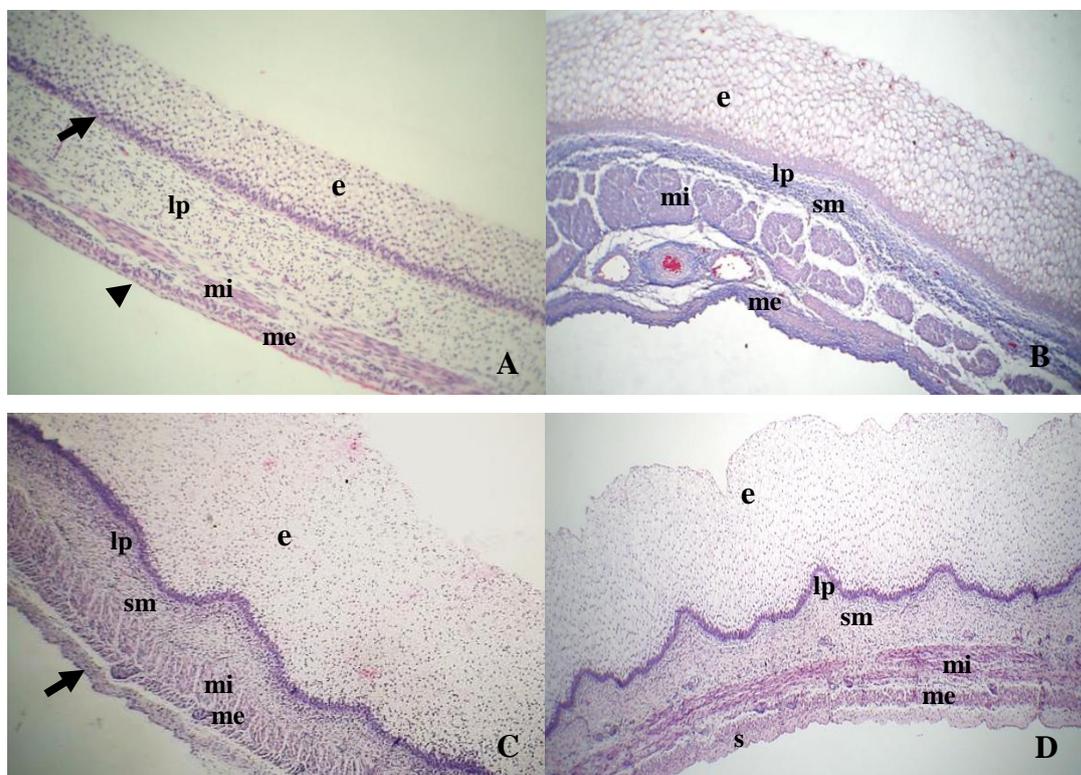


Figura 1 – Fotomicrografia de rúmen. A - feto com 11 cm. Grupo 1. Epitélio (e). Estrato basal (seta). Lâmina própria – submucosa (lp). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Serosa (cabeça de seta). Obj. 10. Hematoxilina e Eosina. B – feto com 16,5 cm. Grupo 1. Epitélio (e). Lâmina própria (lp). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Obj. 10. Tricrômico de Mallory. C – feto com 18,5 cm. Grupo 1. Epitélio alto (e). Lâmina própria (lp). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Serosa (seta). Obj. 4. D – feto com 26 cm. Grupo 2. Epitélio (e). Papila (seta). Lâmina própria (lp). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Serosa (s). Obj. 4. Hematoxilina e Eosina. Araçatuba, 2014.



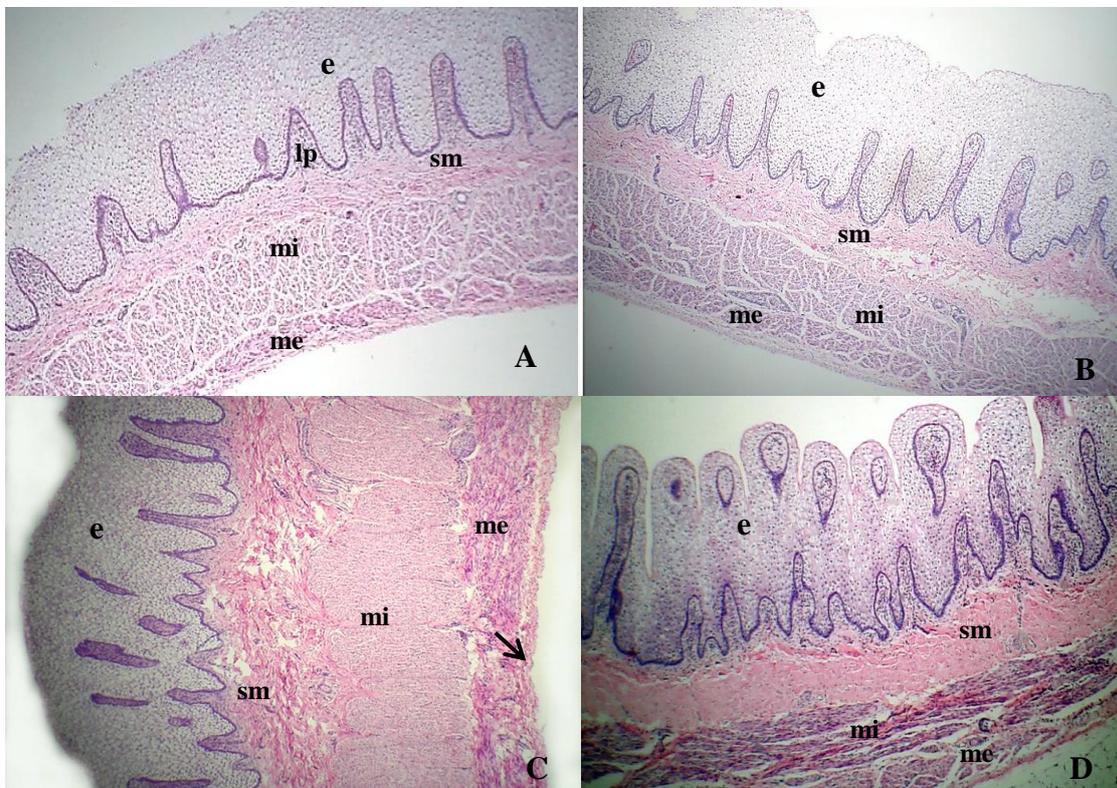


Figura 2 – Fotomicrografia de rúmen. A - feto com 42 cm. Grupo 3. Epitélio (e). Lâmina própria (lp). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Obj. 4. B - feto com 56 cm. Grupo 3. Epitélio (e). Lâmina própria (lp). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Obj. 4. C - feto com 75 cm. Grupo 4. Epitélio (e). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Serosa (seta). Obj. 4. D - feto com 83 cm. Grupo 5. Epitélio (e). Submucosa (sm). Muscular interna (mi). Muscular externa (me). Obj. 4. Hematoxilina e Eosina. Araçatuba, 2014.



Resultados histomorfométricos

Os valores das variáveis foram crescentes para todos os grupos (Tabela 1), mas houve diferenças estatisticamente significantes entre eles. Houve uma exceção para o epitélio no grupo 3 que apresentou menor valor, porém sem diferença significativa. As médias da espessura do epitélio do rúmen mostrou diferença estatisticamente significativa do Grupo 5 em relação aos demais e do Grupo 4 em relação ao Grupo 1; entre os demais não houve diferença. Para a lâmina própria e submucosa houve diferença estatisticamente significativa entre o Grupo 5 e os demais grupos, porém entre eles não houve diferença. Na camada muscular não foi observada diferença significativa entre os Grupos 3, 4 e 5, mas houve diferença destes em relação ao Grupo 1. Na camada serosa não foi observada diferença significativa entre os Grupos 2, 3, 4 e 5, mas houve diferença entre os Grupos 4 e 5 em relação ao Grupo 1. Para a parede total houve diferença significativa entre o Grupo 5 e os demais e dos Grupos 3 e 4 em relação ao Grupo 1.

Tabela 1 - Média (\bar{x}) e desvio padrão (S) das espessuras, em μm , do epitélio, lâmina própria e tela submucosa (Lp+Sb), túnica muscular, túnica serosa e parede total do rúmen de 30 fetos bovinos. Araçatuba (SP), 2014

Variável	Espessura ($\bar{x} \pm S$)				
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Epitélio	159 \pm 38 ^c	297 \pm 69 ^{bc}	253 \pm 28 ^{bc}	318 \pm 53 ^b	605 \pm 220 ^a
Lp+Sb	66 \pm 39 ^b	85 \pm 62 ^b	108 \pm 45 ^b	170 \pm 68 ^b	294 \pm 84 ^a
Muscular	68 \pm 26 ^c	156 \pm 51 ^{bc}	214 \pm 37 ^{ab}	318 \pm 115 ^a	333 \pm 91 ^a
Serosa	13 \pm 7 ^b	19 \pm 11 ^{ab}	20 \pm 8 ^{ab}	38 \pm 19 ^a	40 \pm 11 ^a
Parede total	306 \pm 74 ^d	556 \pm 172 ^{cd}	596 \pm 91 ^{bc}	844 \pm 135 ^b	1273 \pm 215 ^a

Médias com letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

No rúmen de fetos com 11 cm observou-se túnica mucosa plana, epitélio alto com aproximadamente 12 camadas de células, lâmina própria fundida a tela submucosa, presença de túnica muscular com os dois fascículos o interno e externo e túnica serosa. Arias et al.(1978) descreveram as 3 túnicas (mucosa, lâmina própria-submucosa e serosa) em bovinos aos 3 meses de gestação, com o epitélio constituído



por 11 camadas de células e lâmina própria contínua com submucosa e Vivo et al. (1990) encontraram a presença de dois fascículos musculares em fetos com 13 cm, achados e mensurações aproximadas aos dessa pesquisa com pequena variação no tamanho dos fetos devido provavelmente às diferenças entre as raças. Por outro lado, Panchamuki e Srivatava (1979) relataram em fetos bubalinos com 10 cm, presença de epitélio com 12 a 15 camadas de células, resultado este compatível aos demais autores e aos nossos achados. Masot et al. (1996) encontraram em veados 10 a 12 camadas de células epiteliais aproximadamente na metade do período gestacional, o que corrobora as variações estruturais que ocorrem comumente quando se compara diferentes espécies. Garcia et al. (2012) encontraram em fetos de cabras com 25 % de gestação uma túnica interna epitelial, uma túnica média de tecido indiferenciado de células pluripotentes e serosa mais externa.

Em fetos aos 13,5 cm notou-se início de irregularidades discretas na mucosa indicativas de projeções papilares, estruturas compatíveis as da pesquisa de Amasaki e Daigo (1988) que constataram em fetos aos 3 meses de gestação, presença de superfície plana e elevação da lâmina própria aos 4 meses de gestação. Por outro lado Arias et al. (1978) relataram as primeiras ondulações na mucosa com permanência de epitélio plano em fetos aos 4 meses, fato observado em nossa pesquisa mais cedo, em fetos aos 16,5 cm com início da diferenciação de lâmina própria e submucosa. Praticamente o mesmo foi encontrado por Osman e Berg (1981) em fetos bubalinos de 17 cm, onde as primeiras papilas ruminais foram visualizadas. Essas variações são esperadas devidas provavelmente a diferenças nas raças. Garcia et al. (2012) observaram pequenas projeções papiliformes em fetos de caprinos no início da gestação, o que vem ao encontro dos achados em bovinos apesar de serem espécies distintas.

Em fetos aos 28 cm foi observada presença de papilas com lâmina própria. Amasaki e Daigo (1988) e Arias et al. (1978) verificaram início do aparecimento de papilas em fetos aos 5 meses de gestação, fato próximo de nossas observações assim como Vivo et al. (1990) que encontraram pequenas papilas em fetos com tamanhos entre 24 a 30 cm. Em fetos de búfalas, Panchamukhi e Slivastava (1979) observaram evaginação papilar aos 25,5 cm, porém ainda aos 32 cm a superfície permanecia uniforme, diferentemente de nossas observações, mais precoces nos bovinos quando comparadas aos bubalinos. Masot et al. (1996) encontraram em veados logo após a metade da gestação presença de papilas ruminais com lâmina própria, fato



semelhante ao de bovinos, o que mostra mais uma vez variações esperadas coincidentes apesar de espécies diferentes.

Em fetos com 52 cm constatou-se início de discreta queratinização na superfície apical do epitélio, ao contrário de Amasaki e Daigo (1988) que relataram a mesma ocorrência mais cedo, em fetos aos 5 meses de gestação e também de Arias et al. (1978) que encontraram mais tardiamente, a primeira fase de queratinização entre 8 e 9 meses de gestação e Panchamukhi e Slivastava (1979) que observaram queratinização nos fetos de búfalas aos 74 cm. Observações como essas citadas são esperadas quando se comparam animais de várias raças e mais ainda de espécies diferentes.

Verificou-se em fetos com 65 cm que as papilas ruminais alcançaram a superfície epitelial, fato também exposto por Vivo et al. (1990) que relataram o mesmo em fetos bovinos no período entre 62 a 95 cm de gestação. No entanto, Panchamukhi e Slivastava (1979) observaram que em fetos de búfala o mesmo ocorreu aos 50,5 cm, fato considerado precoce em relação aos demais. A partir desse período as túnicas aumentaram em espessura tornando-se bem evidenciadas uma das outras.

A maioria das medidas do rúmen (Tab. 1) foi crescente para todos os grupos o que significa que o rúmen mantém um padrão de crescimento contínuo. Porém, relativamente às medidas da parede total, o esperado é que haja por motivos sabidamente conhecidos aumento das mensurações à medida que o feto evolui fato confirmado em nossas observações e pela literatura. Franco et al. (2004) ao estudarem a evolução do rúmen em fetos de caprinos selvagens constataram crescimento contínuo apenas para o epitélio e parede total e na túnica serosa ao contrário de nossas observações, verificou diminuição nas mensurações. Vivo et al. (1990) encontraram crescimento contínuo para o epitélio, túnica muscular e parede total do rúmen e nas demais estruturas apresentou variações nas medidas, para mais ou para menos diferentemente de nossos achados.

Conclui-se que as principais variações ocorrem nos fetos dos grupos 1 e 2, e após essa fase, há aumento em espessura de todas as túnicas até a finalização do período gestacional.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



AMASAKI, H.; DAIGO, M. Morphogenesis of the epithelium and the lamina propria of the rumen in bovine fetuses and neonates. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.17, n.1, p.1-6, 1988.

ARIAS, J.L.; CABRERA, R.; VALENCIA, A. Observations on the histological development of the bovine rumen papillae. Morphological changes due to age. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.7, p.140 – 151, 1978.

CHRÓSZCZ, A. The morphometric and topographic study of pig's stomach development between the 35th and 1145th day of gestation. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v.11, n.4, 2008.

FRANCO, A. J.; REGODÓN, S.; ROBINA, A.; REDONDO, E. Histomorphometric analysis of the rumen of sheep during development. **American Journal of Veterinary Research**, v.53, n.7, p.1209-1217, 1992.

FRANCO, A. J.; MASOT, A. J.; AGUADO, M.C.; GÓMEZ, L.; REDONDO, E. Morphometric and immunohistochemical study of the rumen of red deer during prenatal development. **Journal of Anatomy**, v.204, p.501–513, 2004.

GARCIA, A.; MASOT, J.; FRANCO, A.; GAZQUEZ, A.; REDONDO, E. Histomorphometric and immunohistochemical study of the goat rumen during prenatal development. **Anatomical Record**, v.295, p.776-785, 2012.

KNOSPE, C. Die Entwicklung der Magendruesen der Katze (*Felis silvestris catus*) [The development of gastric glands in cat]. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.25, p.75-94, 1996.

MASOT, A.J.; FRANCO, A.J.; REDONDO, E. Comparative analysis of the forestomach mucosa in red deer during prenatal development. **Revue de Médecine Vétérinaire**, n.7, v.158, p.397-409, 2007.



NABESSIMA, C., PERRI, S.H.V., CARVALHO, R.G., CARVALHAL, R., MONTEIRO, C.M.R. Histologia e histomorfometria do retículo de bovinos no período pré-natal. **Veterinária Notícias**, v.17, n.2, p.123-134, 2011.

NASCIMENTO, G.M.; PERRI, S.H.V.; CARVALHO, R.G.; MONTEIRO, C.M.R. Desenvolvimento do omaso de bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*) durante o período pré-natal. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.50, n.2, p.98-104, 2013.

OSMAN, A.H.K.; BERG, R. Studies on the histogenesis of the tunica mucosa of the stomach of the Egyptian water buffalo (*Bos bubalus L.*). **American Journal of Veterinary Research**, v.149, p.232-240, 1981.

PANCHAMUKHI, B.G.; SRIVASTAVA, H.C. Histogenesis of the rumen of the buffalo (*Bubalis bubalus*) stomach. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.8, p.97-105, 1979.

SANGLID, P. T.; SCHMIDT, M.; ELNIF, J.; BJÖRNVAD, C. R.; WESTRÖM, B. R.; BUDDINGTON, R. K. Prenatal development of gastrointestinal function in the pig and the effects of fetal esophageal obstruction. **Pediatric Research**, v.52, p.416-424, 2002.

SCALA, G.; CORONA, M.; MARUCCIO, L. Structural, histochemical and immunocytochemical study of the forestomach mucosa in domestic ruminants. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v.40, p.47-54, 2011.

VIVO, J.M.; ROBINA, A.; REGODÓN, S.; GUILLÉN, M.T.; FRANCO, A.; MAYORAL, A.I. Histogenetic evolution of bovine gastric compartments during the prenatal period. **Histology and Histopathology**, v.5, p.461-476, 1990.

