

Mudanças digestivas na cinética de trânsito e de passagem em bovinos

Ruminantes, digestibilidade, degradabilidade.

Taynara Raimundo Martins¹

Graciele Araújo de Oliveira Caetano²

Messias Batista Caetano Júnior³

Bruna Cristhina de Oliveira¹

¹ Zootecnista (UEG); Mestranda em Zootecnia (UFG). E-mail: taynara_enz@hotmail.com; brunacristhina13@hotmail.com

² Mestre em Zootecnia (UFVJM); Doutoranda em Zootecnia (UFG). Gracielecaetano@outlook.com

³ Zootecnista (IFMG/ Bambuí), caetanozootecnia@hotmail.com

RESUMO

A capacidade dos alimentos em fornecer nutrientes aos animais é uma característica inerente e depende da extensão de degradação e da taxa de passagem ao longo do trato gastrintestinal, o que determina por um lado a qualidade do substrato, que pode ser absorvido como consequência da digestão e, por outro, condiciona a quantidade de alimento que pode ser consumida pelo animal. No Brasil, a maior fonte de alimentação dos animais ruminantes são as pastagens, caracterizadas pelo alto teor de fibra. Tal estrutura é de grande importância, pois seus componentes estão relacionados à digestibilidade, fermentação ruminal e ao valor energético do alimento, fatores estes diretamente relacionados à produtividade animal. Um dos principais substratos energéticos para os animais que ingerem dietas contendo volumoso é a fibra em detergente neutro (FDN), subdividida em uma fração indigestível e outra digestível. O objetivo desse trabalho foi realizar uma revisão de literatura sobre a cinética de trânsito e de passagem de alimentos em bovinos.

Palavras-chave: ruminantes, digestibilidade, degradabilidade.



Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 14, Nº 06, Nov./Dez. de 2017

ISSN: 1983-9006

www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

CHANGES IN KINETIC DIGESTIVE TRANSIT AND PASSAGE IN CATTLE

ABSTRACT

Food providing nutrients to animals is an inherent feature and depends on the extent of degradation and rate of passage through the gastrointestinal tract of the animal, which determines the quality of the substrate, which can be absorbed as a result of digestion and, and also determines the amount of food that can be consumed by the animal. In Brazil, the largest power supply of ruminant animals are pasture, characterized by high fiber content. This structure have a great importance, because its components are related to digestibility, ruminal fermentation and the energy value of the food, factors directly related to animal productivity. One of the main energy substrates for animals who eat diets with roughage is the neutral detergent fiber (NDF), divided into one indigestible fraction and other digestible. The aim of this study was to conduct a review of the transit and passage kinetics of food in cattle.

Keyword: ruminants, digestibility, degradability.

INTRODUÇÃO

As mudanças digestivas são estabelecidas por fatores essenciais dos alimentos e por suas interações com os processos cinéticos. Sendo assim, a expressão quantitativa dos processos cinéticos de digestão e passagem torna-se indispensável para estimar de maneira mais precisa a quantidade e composição dos nutrientes digeridos e sua eficiência de utilização pelo animal (ELLIS et al., 1994).

É fundamental conhecer a composição química e a digestibilidade dos alimentos para a formulação de dietas balanceadas que propiciem aos animais expressarem o máximo do seu potencial produtivo. A capacidade dos alimentos em fornecer nutrientes aos animais é uma característica inerente e depende da extensão de degradação e da taxa de passagem ao longo do trato gastrointestinal, o que determina por um lado, a qualidade do substrato que pode ser absorvido como consequência da digestão e, por outro, condiciona a quantidade de alimento que pode ser consumida pelo animal (OLIVEIRA, 2011).

São os alimentos que o animal consome que irão influenciar nas condições do ambiente ruminal, bem como os produtos gerados pela fermentação microbiana. É a dieta fornecida que determinará o tipo de microrganismo que estará propício a se desenvolver no rúmen. Dietas a base de forragem mantêm as condições adequadas para o bom desenvolvimento da flora microbiana e, propiciam o desenvolvimento de bactérias celulolíticas e protozoários, por manter condições ideais de pH, aumentando assim o aproveitamento da fibra (OLIVEIRA, 2013).

No Brasil, a maior fonte de alimentação dos animais ruminantes são as pastagens, caracterizadas pelo alto teor de fibra. Tal estrutura é de grande importância, pois seus componentes estão relacionados à digestibilidade, fermentação ruminal e ao valor energético do alimento, fatores estes diretamente relacionados à produtividade animal. Um dos principais substratos energéticos para os animais que ingerem dietas contendo volumoso é a fibra em detergente neutro (FDN), subdividida em uma fração indigestível e outra digestível (NOCEK, 1988).

Cinética de degradação ruminal

Utiliza-se há vários anos a técnica de uso de sacos de náilon incubados no rúmen, possibilitando estudar a degradabilidade ruminal dos alimentos consumidos pelos animais. São diversas as formas de realizar este estudo sendo elas divididas em técnicas *in situ*, *in vivo* e *in vitro*.

Para estimar a cinética de degradação tem se utilizado a técnica *in situ* com sacos de náilon que ficam incubados em bovinos fistulados no rúmen, permitindo avaliar vários alimentos ao mesmo tempo, além de ter baixo custo e ser um procedimento rápido, se comparado com o método *in vivo*. Contudo, em razão do contato dos microrganismos do rúmen com o alimento, pode suceder uma contaminação por proteína de origem microbiana dentro dos sacos utilizados podendo ocasionar uma subestimação da proteína bruta dos alimentos. Alimentos com baixos teores de proteína bruta são mais susceptíveis a esse erro, uma vez que a proporção de proteína de origem microbiana será maior quanto menor for o teor de proteína bruta do alimento (NOCEK, 1988).

É de suma importância compreender como ocorre a degradação dos alimentos no rúmen e isso se dá através de estudos de avaliação de alimentos para ruminantes. Tabelas com parâmetros de degradação ruminal de vários alimentos são disponibilizadas por instituições de pesquisa, o que facilita bastante o uso na alimentação animal. Alguns trabalhos no Brasil estão voltados para o progresso desses parâmetros, pois devido às condições edafoclimáticas das diferentes regiões, principalmente no uso de forrageiras, muitas informações ainda não estão disponíveis (SARMENTO, 2010).

Os conhecimentos referentes aos tipos de degradação ruminal dos alimentos que constituem as dietas dos ruminantes são de suma importância para que as respostas econômicas decorrentes de modificações biológicas sejam esclarecidas (SNIFFEN et al., 1992). A cinética de degradação ruminal é retratada pelas curvas de desaparecimento de cada fração dos alimentos. Sendo assim, a descrição da taxa e da extensão da digestão é relevante para explicar as relações existentes entre a ingestão, a digestão e o desempenho de ruminantes (MERTENS, 1977).

Os períodos de incubação em medidas de intervalos e frequência que são essenciais para o estudo da degradação, dependerão do tipo de alimento e da fração a ser analisada. No momento em que o alimento incubado no rúmen é um volumoso, a degradação não se inicia imediatamente, sendo esse tempo de colonização o período no qual não ocorre digestão ou acontece de forma muito reduzida (BERCHIELLI et al., 2011).

Segundo Casali (2008), o tempo de incubação é uma das variáveis de maior influência sobre a representatividade dos resíduos indigestíveis em procedimentos de incubação *in situ*. Lusk et al. (1962), citados por Huhtanen e Kukkonen (1995), avaliaram a degradabilidade de forragens e explicaram que, quando o objetivo for analisar a degradação da proteína e frações rapidamente fermentáveis (amido), os tempos de incubação podem ser de 0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas. No caso da degradação de forragens os tempos seriam de 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas.

No entanto, essa variável pode ser alterada conforme o objetivo do estudo. Sampaio (1994) sugere para o estudo da degradação de forrageiras o intervalo de 6 a 96 horas e relata que três ou quatro tempos de incubação estimariam a equação de degradabilidade com a mesma eficiência que sete ou mais tempos. Maior número de tempos de incubação nesse intervalo, além de aumentar o trabalho experimental, poderia interferir no processo digestivo devido às constantes retiradas dos sacos do rúmen, o que certamente ocasionaria elevação do erro experimental e estresse animal.

Com objetivo de avaliar o efeito da inoculação ruminal com diferentes aditivos sobre a degradação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da silagem de milho no rúmen, Katsuki et al. (2006) observaram que as taxas de degradação (c) da MS e PB não diferiram entre os tratamentos, indicando que os aditivos avaliados não interferiram na velocidade de degradação da silagem de milho.

Na Tabela 1 podem ser observados os valores da fração potencialmente degradável (b), da taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c)

e da fração não degradável ou resíduo indigerido (I) da FDN da silagem de milho com diferentes aditivos alimentares.

Nesse trabalho não foram registradas diferenças ($P>0,05$) para a fração (b), a taxa de degradação (c), a fração I e a degradação efetiva (DE) de FDN dos tratamentos experimentais. Os valores de b, c e I obtidos para FDN no tratamento controle, sem aditivo (SCL), foram de 57,83%; 2,0%/h; e 36,16%, respectivamente.

TABELA 1: Valores da fração insolúvel potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração potencialmente degradável (c (%/h)) e da fração não degradável ou resíduo indigerido (I) e degradação efetiva (DE) de FDN da silagem de milho incubada em ambiente ruminal sem aditivos (SCL) ou inoculado com bactérias ruminais liofilizadas (SBL), enzimas celulolíticas (SEC) e monensina (SMS)

TRATAMENTO	b (%)	c (%)	I (%)	DE (%)
FDN				
SCL (Controle)	57,83a	2,0a	36,16ab	53,60ab
SBL (LB)	66,89a	1,5a	29,46b	58,14ab
SEC (CE)	64,34a	2,0a	33,17ab	59,61a
SMS (SM)	50,22a	2,1a	45,57a	47,54b
CV (%)	11,65	21,62	15,42	8,35

Fonte: Adaptado de Katsuki et al., 2006.

Outro critério importante a ser considerado no desenvolvimento de dietas para ruminantes é a digestibilidade, pois é a partir dela que os nutrientes estarão disponíveis para atender as necessidades nutricionais dos animais. Na avaliação de alimentos para ruminantes, utiliza-se o coeficiente de digestibilidade aparente, o qual é tradicionalmente estabelecido como a parte de determinado nutriente que não é excretado nas fezes (CARVALHO, 2012).

Existem diversas formas de expressar a digestão no animal. A digestibilidade pode ser expressa como quantidade total de digestão independentemente do tempo. Em qualquer seguimento do trato digestivo, a digestão pode ser calculada como a porcentagem do

resíduo digestível do nutriente por unidade de tempo ou taxa fracionária de digestão K_d . Isto pode ser combinada com o tempo pra digestão para determinar a quantia real de digestão em um determinado ponto no tempo.

Di Marco et al. (2005) avaliaram a digestibilidade *in vivo* de duas silagens de milho para descrever sua cinética ruminal da digestão, em diferentes estágios de maturação com a digestibilidade *in vitro* e a degradabilidade *in situ* as 24 e 48h de incubação ruminal. Os pesquisadores observaram que a digestibilidade *in vivo* (52,9%) não foi diferente ($P > 0,05$) da degradabilidade ruminal às 24h (55,6%); no entanto, foi inferior ($P < 0,05$) aos resultados encontrados para degradabilidade ruminal às 48h de incubação (61,9%) se comparado a digestibilidade *in vitro* (61,6%). Em outras palavras, esses procedimentos superestima a digestibilidade *in vivo* por cerca de 15%.

Por sua vez, Kramer et al. (2013) avaliaram cinética de passagem de forragem e alimento concentrado para determinar os efeitos intrínsecos e extrínsecos da ração sobre o tempo de retenção da fibra no rúmen. Dezesesseis vacas holandesas (557 ± 37 kg de peso corporal, 120 ± 21 dias em lactação), sendo oito animais providos de cânulas ruminais, foram utilizadas em um experimento delineado em blocos casualizados. Nesse trabalho, os tratamentos diferem no tipo de forragem (silagem de milho vs. silagem de capim) e relação volumoso: concentrado (50:50 vs. 75:25 em base de matéria orgânica).

A cinética de fibra de passagem foi estudada com base em evacuações ruminais e em perfis do marcador nas fezes. Cada vaca recebeu itérbio (Yb) na fibra da forragem da ração, samário (Sm) marcado na fibra da forragem que não foi fornecida na ração, e fibra marcado com lantânio (La) no concentrado, tudo como uma dose pulso único. Dezenove amostras de fezes retais foram coletadas por vaca. A passagem do líquido ruminal foi estudada usando o cromo-EDTA administrado como um único pulso no rúmen, seguido por amostragem de líquido ruminal, tanto do rúmen ventral e quanto no medial.

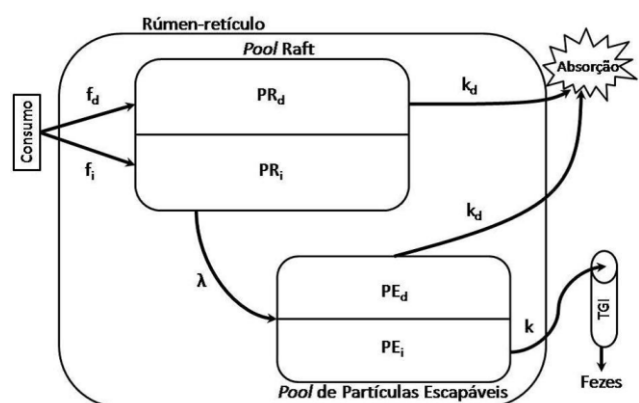
O tempo médio de retenção no rúmen não diferiu

entre forrageiras quando baseada em perfis de excreção de Yb, mas foi mais longo para silagem de forrageira do que para silagem de milho, baseado em dados de evacuação ruminal. A taxa líquida de passagem não foi diferente, quando calculada a partir da média ou amostras de líquido ruminal ventral, indicando que as estimativas para a probabilidade de escape de líquido ruminal eram independentes do local de amostragem rúmen.

Matéria fibrosa no rúmen e sua dinâmica

O fluxo de partículas é dependente de atributos da digesta, e não apenas função da retenção em segmentos anatômicos do trato gastrointestinal (HUNGATE, 1966). A compartimentalização pode existir em qualquer segmento anatômico do TGI, quando ocorre retenção e mistura das partículas recém-ingeridas com as já existentes. Baseado nesse conceito, o autor sugeriu o modelo de dois compartimentos no rúmen: o primeiro compartimento seria de ruminação com partículas grandes que não passam através do orifício retículo-omasal e, o segundo compartimento constituído por pequenas partículas dispersas na fase líquida, possibilitando o escape do rúmen (Figura 1).

FIGURA 1 - Representação esquemática dos processos que envolvem o pool heterogêneo no rúmen-retículo



Fonte: Vieira et al.(2008).

De acordo com Vieira et al. (2008), o alimento ingerido formará o raft no rúmen, o qual é considerado um pool de partículas segregadas formado por moléculas recém-ingeridas e partículas de maior tamanho. Os processos digestivos sofridos pelo alimento vão gerar uma entidade digerível nas partículas do raft (PRd) e uma entidade indigerível

do raft (PRi). Os processos de digestão são cineticamente descritos pela taxa de digestão (Kd), que se supõe ser exponencialmente distribuída pelo tempo.

Caetano et al. (2014) afirma, a partir da figura, que as partículas do pool PRi não conseguem escapar do rúmen, assim, ocorre uma transferência progressiva de matéria do PRi para o pool de partículas diluídas no fluido ruminal (PE). As partículas resultantes desses processos são agregadas a uma taxa de transferência simples de partículas do PR para o PE. As partículas do pool PE potencialmente digerível (PEd) serão digeridas à

taxa Kd, e a porção indigerível (PEi) será eliminada como a taxa de escape (K), a qual se supõe exponencialmente distribuída ao longo do tempo.

Fermentação ruminal

A fermentação no rúmen é o resultado líquido de interações entre diferentes microrganismos no ecossistema. Conhece-se a existência de muitas interações sendo algumas essenciais para a sobrevivência dos microrganismos que intervêm, sendo muito mais sutil o efeito de outras. Também tem sido descrito na literatura exemplos de mutualismo, comensalismo e parasitismo no rúmen, mediante o exame dos substratos, os padrões bioquímicos que intervêm e os produtos finais obtidos nos cultivos puros.

Sendo um resultado decorrente das atividades microbiológicas, a fermentação ruminal é responsável pela transformação dos componentes dos alimentos (carboidratos e nitrogênio) em subprodutos utilizados no metabolismo animal tais como os ácidos graxos voláteis (AGVs), proteína microbiana e as vitaminas do complexo B. Esse procedimento também origina substâncias não aproveitadas pelo indivíduo (metano e gás carbônico), que são fisiologicamente eliminadas (VAN SOEST, 1994).

A taxa de energia liberada pela fermentação varia com o tempo transcorrido após uma toma de alimento. Quando os animais recebem uma ou duas tomas por dia, a disponibilidade de alimento digestível e a atividade da maioria dos grupos microbianos experimentam o máximo declínio depois

da toma. Os nutrientes que se solubilizam mais rapidamente e os conteúdos celulares são liberados e fermentados primeiro seguidos sequencialmente pelos componentes mais resistentes (OLIVEIRA et al., 2007).

A fermentação pode ser influenciada pela energia disponível ao modificar as reações da fermentação. Quando o ruminante ingere cereal, a elevada disponibilidade e a fermentação rápida determinam a produção de mais hidrogênio metabólico, que pode ser desviado através de canais normais.

Taxa de passagem

A taxa de passagem ou de trânsito refere-se ao fluxo de resíduos não digeridos através do trato digestório. O fluxo ruminal inclui além da fibra indigestível, bactérias e outras frações não degradadas do alimento, sendo que a composição e o volume da dieta são variáveis externas que influenciam a digestão, a taxa de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal (VAN SOEST, 1994).

Pereira et al. (2007) com o objetivo de determinar a composição bromatológica de silagens de milho e sorgo com diferentes níveis de espigas e panículas e também avaliar a degradação ruminal da fibra em detergente neutro, verificou que o valor do coeficiente b para silagens de sorgo foi similar, apresentando um valor médio da ordem de 80,68%. Acredita-se que essas pequenas variações podem ser atribuídas à própria composição das silagens e as maiores diferenças, às perdas de partículas durante as lavagens dos sacos. Observa-se que maiores taxas de degradação (c) para silagens constituídas de 0% e 30% de panícula, o que pode ser explicado pela baixa inclusão de panícula, promovendo taxa de degradação/hora relativamente maior para a fração FDN quando comparados aos demais níveis de inclusão de panícula.

Caetano et al. (2004) confirmando a importância da avaliação dos alimentos para elaboração de dietas de qualidade, que minimizem custos proporcionando melhores desempenhos produtivos dos animais e considerando diversidades na taxa de degradação de alimentos volumosos, avaliaram a cinética de trânsito de partículas e a degradabilidade da FDN da silagem do resíduo da cultura do abacaxi (partes aéreas), em diferentes densidades de armazenamento.

Observando os dados, nota-se que as frações potencialmente digestíveis da fibra padronizada (Bn) e fração indigestível da fibra padronizada (Un), para o tratamento com compactação a 900 kg/m³ demonstrou ser mais eficiente proporcionando uma fração potencialmente digestível maior e consequentemente uma fração indigestível menor em relação aos demais tratamentos.

TABELA 2. Valores obtidos por meio de análise de estrutura de variância-covariância para as variáveis: fração potencialmente digestível da fibra padronizada (Bn) e fração indigestível da fibra padronizada (Un).

Compactação (Kg/m ³)	Variáveis	
	Bn	Un
600	0,5590 ^b	0,4410 ^a
700	0,5461 ^b	0,4539 ^a
900	0,6276 ^a	0,3724 ^b
1000	0,5788 ^a	0,4212 ^a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem (P < 0,05)

Fonte: Caetano et al. (2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A digestão e a passagem atuam de forma simultânea e competitiva para a remoção da digesta no rúmen, sendo necessário, então, estudar os efeitos combinados da digestão e da taxa de passagem para maximizar o consumo de nutrientes digestíveis. Deste modo, compreender como o volume do rúmen, a taxa de digestão e de passagem da digesta respondem a alterações no nível de ingestão de alimentos é fundamental para conhecer o mecanismo pelo qual ocorre a degradabilidade ruminal e digestibilidade dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERCHIELL, I. T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.
- CAETANO, G.A.O.; VILLELA, S.D.J.; OLIVEIRA, M.M.N.F.; LEONEL, F. P.; TAMY, W.P. Particle passage kinetics and neutral detergent fiber degradability of silage of pineapple waste (aerial parts) under different packing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.43, n.1, p.49-53, 2014.
- CARVALHO, S. Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; CUNHA, M.; DETMANN, K.S.C.; PAULINO, M.F. Estimação in situ dos teores de fibra em detergente neutro indigestível em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2008.
- DI MARCO, O.N.; AELLO, M.S.; ARIAS, S. Digestibility and ruminal digestion kinetics of corn silage. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.57, n.2, p.223-228, 2005.
- ELLIS, W.C.; MATIS, J.H.; HILL, T.M.; MURPHY, M.R.; Methodology for estimating digestion and passage kinetics of forages. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Wiscconsin: American Society of Agronomy. p.682-756. 1994.
- FRANCO e SARMENTO, N.L.A. Composição Química e Degradabilidade Ruminal de Gramíneas do Gênero *Cynodon*. Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros. 49p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, 2010.
- HUHTANEN, P.; KUKKONEN, U. Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. *Animal Feed Science and Technology*, v.52, n.1/2, p.141-158, 1995.
- HUNGATE, R.E. The rumen and its microbes. New York. Academic Press Inc. 533p, 1966.
- KATSUKI, P.A.; MIZUBUTI, I.Y.; PEREIRA, E.S.; RAMOS, B.M.O.; RIBEIRO, E.L.A.; MOREIRA, F.B.; ROCHA, M.A.; PINTO, A.P.; ALVES, T.C. Cinética ruminal da degradação de nutrientes da silagem de milho em ambiente ruminal inoculado com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2421-2426, 2006.
- KRAMER, M; LUND P, WEISBJERG MR. Rumen passage kinetics of forage- and concentrate-derived fiber in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Volume 96, Issue 5, Pages 3163–3176, 2013.
- LUSK JW, BROWNING CB, MILES JT. Small – Sample in Vivo Cellulose Digestion Procedure for Forage Evaluation. *Journal of Dairy Science*, v. 45, p. 69-73, 1962. 13.
- NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate

- ruminal protein and energy digestibility. A review. *Journal of Dairy Science* v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- MERTENS, D.R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Federation Proceedings Journal*, 36, 187–192, 1977.
- OLIVEIRA, G.A. Cinética de trânsito e de degradação ruminal da fibra de silagens do resíduo da cultura de abacaxi em bovinos. Dissertação (Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação Stricto Sensu em Produção Animal)-Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 39f. 2011.
- OLIVEIRA, V.S.; SANTANA NETO, J.A.; VALENÇA, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. *Revista científica eletrônica de medicina veterinária – ISSN: 1679-7353 Ano XI – Número 20 – Janeiro de 2013 – Periódicos Semestral*.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. Processo fermentativo, digestivo e fatores antinutricionais de nutrientes para ruminantes. *REDVET. Revista eletrônica de Veterinaria* 1695-7504 2007 Volume n VIII Número 2. Disponível em : <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>.
- PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTI, I.Y.; MOREIRA, F.B.; CAVALCANTE, M.A.; OLIVEIRA, S.M.P.; VILLARROEL, A.B.S. Composição bromatológica e cinética ruminal da fibra em detergente neutro de silagens de milho e sorgo. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 28, n. 3, p. 529-534, jul./set. 2007.
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada in situ. In: *Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia*, 31., 1994, Maringá. *Anais... Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 1994. p.81-82.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- VIEIRA, R. A. M.; TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 2. Integrating digestion and passage. *Journal Theoretical Biology.*, v. 255, p. 357-368, 2008.
- VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p.