

ÍTALO STOUPA VIEIRA

**METANÁLISE DA EXCREÇÃO FECAL E URINÁRIA E DA EFICIÊNCIA DE
UTILIZAÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM VACAS LACTANTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2015**

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

V657m Vieira, Ítalo Stoupa, 1988-
2015 Metanálise da excreção fecal e urinária e da eficiência de
utilização de compostos nitrogenados em vacas lactantes / Ítalo
Stoupa Vieira. – Viçosa, MG, 2015.
x, 59f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rilene Ferreira Diniz Valadares.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.43-59.

1. Bovino de leite - Nutrição. 2. Nitrogênio - Excreção.
3. Análise de dados. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Veterinária. Programa de Pós-graduação em
Medicina Veterinária. II. Título.

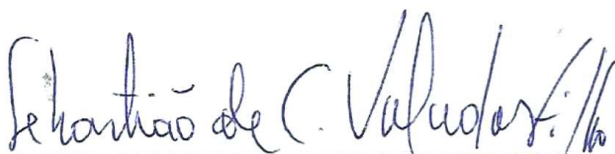
CDD 22. ed. 636.2089

ÍTALO STOUPA VIEIRA

**METANÁLISE DA EXCREÇÃO FECAL E URINÁRIA E DA EFICIÊNCIA DE
UTILIZAÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM VACAS LACTANTES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

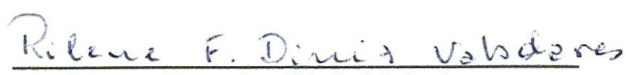
APROVADA: 03 de julho de 2015.



Sebastião de Campos Valadares Filho



Mário Luiz Chizzotti
Coordenador



Rylene Ferreira Diniz Valadares
(Orientadora)

Aos meus pais, Ivan Braz Vieira e Rosa Maria Stoupa Vieira, pelo exemplo de honestidade e responsabilidade, e pelo apoio em todos os momentos.

Ao meu irmão, Ivan Stoupa Vieira, aos meus tios, Ivanilde Vieira Coelho, Sebastião Vieira da Cruz e Santa Francisca Stoupa, e à prima, Allison A. do Carmo Coelho Portes pelo apoio e amizade.

À minha namorada, Leiliane Abreu Silva, pelo apoio, amor, amizade e compreensão de sempre.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela saúde, força e por sempre me iluminar.

À Universidade Federal de Viçosa, por minha formação, e em especial ao Departamento de Medicina Veterinária, pela oportunidade de realização deste curso de mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa.

À professora Rilene Ferreira Diniz Valadares, pela excelente orientação, ensinamentos, apoio, compreensão e amizade.

Ao professor Mário Luiz Chizzotti, pela coorientação e participação na banca, por todos os ensinamentos, paciência e extrema colaboração para realização deste trabalho.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pela participação na banca, ensinamentos e contribuição com este estudo.

À todos os amigos de Viçosa, pelo apoio e ajuda.

À todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho, muito obrigado.

BIOGRAFIA

ÍTALO STOUPA VIEIRA, filho de Ivan Braz Vieira e Rosa Maria Stoupa Vieira, nasceu em Raul Soares, Minas Gerais, em 30 de janeiro de 1988.

Em julho de 2010, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa.

Em dezembro de 2012, especializou-se em Produção de Ruminantes pela Universidade de São Paulo (ESALQ).

Em agosto de 2013, iniciou o curso de Mestrado em Medicina Veterinária, na Universidade Federal de Viçosa, concentrado seus estudos na área de Reprodução e Produção Animal, submetendo-se à defesa da dissertação em 03 de julho de 2015.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE ABREVIACÕES E NOMENCLATURAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
5. CONCLUSÕES.....	43
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

Lista de Abreviações e Nomenclaturas

AA	Aminoácido
ACU	Ácido Úrico
AGV	Ácidos Graxos Voláteis
AIC	Critério de Informação de Akaike
ALL	Alantoína no Leite
ALU	Alantoína na urina
BIC	Critério de Informação Bayesiano
BN	Balanço de Nitrogênio
CCNF	Consumo Diário de Carboidratos Não Fibrosos
CCT	Consumo Diário de Carboidratos Totais
CEE	Consumo Diário de Extrato Etéreo
CFDN	Consumo Diário de Fibra em Detergente Neutro
CMO	Consumo Diário de Matéria Orgânica
CMS	Consumo Diário de Matéria Seca
CNDT	Consumo Diário de Nutrientes Digestíveis Totais
CPB	Consumo Diário de Proteína Bruta
DCNF	Digestibilidade Aparente de Carboidratos Não Fibrosos
DCT	Digestibilidade Aparente de Carboidratos Totais
DEE	Digestibilidade Aparente do Extrato Etéreo
DEL	Dias em Lactação
DFDN	Digestibilidade Aparente da Fibra em Detergente Neutro
DMO	Digestibilidade Aparente da Matéria Orgânica
DMS	Digestibilidade Aparente da Matéria Seca
DPB	Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta
FDA _i	Fibra em detergente ácido indigestível
HOL	Raça Holandesa
HZ	Cruzamento Holandês – Zebu
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
N ₂ O	Óxido Nitroso
N-fecal	Excreção diária fecal de N
N-fezes	Excreção diária fecal de N
NH ₃	Amônia
N-ingerido	Consumo Diário de N
N-leite	Excreção diária de N no leite
Nmic	Nitrogênio Microbiano
NNP	Nitrogênio Não Proteico
NUL	Nitrogênio ureico no Leite
NUP	Nitrogênio ureico no Plasma
N-urina	Excreção diária urinária de N
NU-urina	Nitrogênio ureico na urina
PA	Purinas Absorvidas
PB dieta	Proteína bruta da dieta (% MS)
PB	Proteína Bruta
PDR	Proteína Degradável no Rúmen
pH	Potencial de Hidrogênio
PL	Produção Diária de Leite
PNDR	Proteína Não Degradável no Rúmen
PT	Purinas Totais
PV	Peso Vivo Corporal
QL	Quadrado Latino

RESUMO

VIEIRA, Ítalo Stoupa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2015. **Metanálise da Excreção Fecal e Urinária e da Eficiência de Utilização de Compostos Nitrogenados em Vacas Lactantes.** Orientadora: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Coorientador: Mario Luiz Chizzotti.

O nitrogênio presente em dejetos da pecuária leiteira pode contribuir para a poluição do ambiente através de amônia volatilizada para a atmosfera e nitrato lixiviado para as águas subterrâneas. Adicionalmente, a deposição de nitrogênio fecal e urinário no solo é fonte para a nitrificação microbiana e emissão do gás óxido nitroso, que é considerado um dos gases envolvidos no aquecimento global. A melhoria da eficiência de utilização de nitrogênio por animais domésticos diminui as perdas e a excreção de nitrogênio em fazendas. Portanto, é importante avaliar a eficiência de utilização do nitrogênio pelo animal, de forma a otimizar a produção e reduzir sua excreção, proporcionando ganhos econômicos e ambientais. A predição da excreção de N por vacas em lactação contribui com a melhoria dos inventários ambientais e são úteis para a avaliação da eficiência do sistema de produção. Neste estudo foram desenvolvidas equações de predição, obtidas pelo método da metanálise, que integram parâmetros nutricionais e de manejo para quantificar o nitrogênio excretado por vacas leiteiras. Foram coletados dados de teses, dissertações e artigos científicos publicados relacionados com perdas de compostos nitrogenados por vacas em lactação, e através destes dados, foram desenvolvidos os cálculos estatísticos para a elaboração de equações. A escolha das equações foi feita através dos critérios de avaliação AIC e BIC e a validação das mesmas foi realizada em banco de dados independente pela análise de CCC, MSE e RMSEP. A excreção urinária de N foi melhor estimada na equação múltipla tendo como variáveis independentes o consumo

diário de N e matéria seca. A excreção fecal de N e a excreção total de N foi melhor estimada através do consumo diário de N. A quantidade total de N excretada na urina e fezes de vacas lactantes apresentou relação linear positiva com a ingestão de N. A eficiência de N-leite diminuiu à medida que N-ingrido aumentou.

ABSTRACT

VIEIRA, Ítalo Stoupa, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2015.
Meta-analysis of Fecal and Urinary Excretion and Utilization Efficiency of Nitrogen Compounds in Lactating Cows. Adviser: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Co-adviser: Mario Luiz Chizzotti.

The nitrogen in dairy cattle manure can contribute to environmental pollution through volatilized ammonia to the atmosphere and nitrate leaching to groundwater. Additionally, deposition of urinary and fecal nitrogen in the soil is a source for microbial nitrification and emission of nitrous oxide gas, which is considered one of global warming gases involved. Improving the efficiency of nitrogen utilization by livestock reduces losses and nitrogen excretion in farms. Therefore, it is important to evaluate the efficiency of utilization of nitrogen by the animal in order to optimize production and reduce its excretion, providing economic and environmental gains. The prediction of N excretion by lactating cows contributes to the improvement of environmental inventories and are useful for evaluating the efficiency of the production system. This study developed prediction equations obtained by the method of meta-analysis, which integrate nutrition and management parameters to quantify the nitrogen excreted by dairy cows. Data were collected in theses, dissertations and published scientific papers related losses of nitrogen compounds for dairy cows, and through these data, statistical calculations to elaborate equations were developed. The choice of the equation was made through the evaluation criteria AIC and BIC and validation of the same was carried out in different database by CCC, MSEP and RMSEP analysis. Urinary N excretion was better estimated in

multiple equation having as independent variables the daily consumption of nitrogen and dry matter. The fecal N excretion and total N excretion was better estimated by daily consumption of N. The total amount of N excreted in the urine and feces of lactating cows showed a positive linear relationship with the intake of N. The N-milk efficiency decreased as N-intake increased.

1. INTRODUÇÃO

Os processos produtivos de uma atividade sempre geram impactos sobre o meio ambiente, em algumas etapas podendo ser mais intensivo do que em outras. Dentre essas atividades, podem se destacar, as agropecuárias que são responsáveis por modificações físicas, químicas e biológicas nos ecossistemas, sendo que o grau de interferência destas modificações depende da escala de produção (Lucas Júnior e Amorim, 2005).

A produção de leite brasileira se dá, basicamente, em três sistemas: extensivo, semiextensivo e intensivo. Entretanto, o sistema extensivo é mais usual para a pecuária de corte, logo, os dois sistemas que melhor caracterizam a produção de leite são os sistemas semiextensivo e intensivo (Marques, 2003). A pecuária leiteira brasileira se caracteriza também pela intensificação da produção, devido ao crescimento da população e a preocupação ambiental gerada pelos consumidores, que buscam por informações sobre os produtos ofertados, pois, realizam as suas escolhas baseando-se em implicações éticas e ambientais da produção (Mazzuco, 2008).

A produção mundial de leite, em 2014, chegou a 570,369 bilhões de litros, com previsão para alcançar 582,521 bilhões de litros em 2015. A União Europeia liderou o ranking de países produtores com 151,75 bilhões de litros produzidos em 2014. O Brasil aparece como o quinto maior produtor, com 33,35 bilhões de litros produzidos em 2014, com previsão de alcançar 34,5 bilhões de litros em 2015 (ANUALPEC, 2015).

O Brasil vem apresentando um constante crescimento na produção de leite. Entre 2013 e 2014, a produção nacional apresentou um crescimento de 1,7% e a previsão para 2015 é um crescimento de 2,98%. O rebanho leiteiro brasileiro em 2013 era de 39.401.745 animais, sendo que contabilizando apenas vacas (secas e lactantes) o número foi de 16.599.353 animais. As projeções para 2015 apontam para um rebanho de 40.404.606 animais, sendo 16.969.256 o número de vacas (ANUALPEC, 2015).

Na maioria dos países produtores de leite os principais volumosos utilizados na alimentação de vacas leiteiras não são capazes de suprir as demandas proteicas e energéticas desses animais. Assim, existe a

necessidade de complementar a dieta com alimentos ricos em energia e proteína (concentrados) para que as vacas possam sustentar elevadas produtividades leiteiras. Entretanto, esta utilização intensiva de concentrados proteicos, resulta em elevadas taxas de excreção de nitrogênio (N) nas fezes e urina de vacas leiteiras (Kebreab et al., 2001), que contribuem para a poluição ambiental, quer como amônia, óxido nitroso e óxidos de nitrogênio no ar, ou na forma de nitrato no solo e na água subterrânea (Tamminga, 1992).

Modelos matemáticos têm sido utilizados para estimar a potencial excreção de N de vacas leiteiras. Estudos anteriores (Castillo et al. 2001a, b) relataram efeitos significativos das fontes de energia e proteína na excreção de N em vacas leiteiras. Dou et al. (1996) e Kohn et al. (1997) desenvolveram modelos para quantificar o fluxo de N em nível de campo. Jonker et al. (1998) desenvolveram um modelo que pode estimar a excreção urinária de N a partir do NUL.

Na literatura internacional foram desenvolvidos modelos matemáticos para prever a excreção de N por vacas leiteiras (Kebreab et al., 2001; Nennich et al., 2005; Spek et al., 2013; Reed et al., 2015). Dong et al. (2014), realizaram metanálise da excreção urinária e fecal de nitrogênio em gado de corte. Entretanto, não existem equações de predição elaboradas através de dados nacionais. Assim, objetivou-se desenvolver equações de predição de excreção de N através de dados nutricionais nacionais, que possam englobar as diversas particularidades de manejo adotadas no Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Metabolismo de Proteínas em Ruminantes

A digestão dos alimentos nos ruminantes é processo complexo, envolvendo microrganismos ruminais, além de processos físicos e químicos no rúmen, abomaso e intestinos. A proteína dietética é degradada, pela ação de enzimas proteolíticas dos microrganismos ruminais, em aminoácidos e amônia, que serão utilizados para síntese de proteína microbiana, enquanto os carboidratos são fermentados em ácidos graxos voláteis (AGV) e usados na

produção de energia. Bactérias e protozoários apresentam atividade proteolítica, entretanto, as bactérias têm se mostrado mais eficientes neste processo (Cotta e Hespell, 1986).

Proteínas são macromoléculas compostas por aminoácidos unidos por ligações peptídicas, as quais são formadas por um grupo carboxila (COOH) e um grupo amino (NH₂). Aminoácidos não essenciais são aqueles sintetizados pelo metabolismo endógeno a partir de metabólitos ou excessos de aminoácidos digeridos (Silano, 2014).

A estrutura da proteína determina a susceptibilidade às proteases microbianas e sua degradabilidade, com papel fundamental no metabolismo ruminal. Na natureza são encontrados aproximadamente 300 aminoácidos distintos, mas apenas 20 deles estão presentes nas proteínas de microrganismos, plantas e animais (Conti, 2011).

Alguns fatores podem afetar a eficiência de utilização dos aminoácidos pelo animal. A degradação da proteína no rúmen é afetada principalmente pelo pH ruminal e pelas espécies que compõem a microbiota. A atividade proteolítica das bactérias é menor quando há redução de pH e em dietas desbalanceadas, por exemplo com alto teor de fibra. O acúmulo de N observado no rúmen sugere que um dos fatores limitantes da degradação proteica é a capacidade de utilização do nitrogênio pelos microrganismos ruminais (Bach et al., 2005).

A proteína bruta contida nos alimentos é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e outra não degradável no rúmen (PNDR). A PDR é composta de uma fração não proteica e uma fração nitrogenada derivada de proteína verdadeira. A proteína verdadeira degradada no rúmen sofre ação das enzimas produzidas e secretadas pelas bactérias ruminais (peptidases, proteases e deaminases). Quando a proteína da dieta chega ao rúmen é adsorvida pelas bactérias e então sofre a ação das proteases (Silano, 2014).

Os produtos da degradação das proteínas (peptídeos, aminoácidos, amônia) são utilizados pelas bactérias para síntese de proteína microbiana, a qual é a principal fonte de proteína metabolizável para ruminantes. Os peptídeos podem ser degradados por peptidases em aminoácidos para serem também incorporados à proteína microbiana ou deaminados em ácidos graxos voláteis, CO₂ e amônia. A quantidade de energia disponível no rúmen é um dos

fatores que afetam a utilização de aminoácidos e proteínas. Quando há energia suficiente para o metabolismo microbiano, os aminoácidos são utilizados para síntese de proteína microbiana, se o fator limitante for a disponibilidade de energia, os aminoácidos serão fontes de ácidos graxos voláteis e amônia (Clark et al., 1992).

A eficiência de síntese de proteína microbiana é definida como a quantidade de matéria microbiana (expressa em MS, proteína ou N microbiano) por unidade de substrato energético fermentado ou energia produzida (Broudiscou e Jouany, 1995). A síntese de proteína microbiana deve ser maximizada em todo programa nutricional de ruminantes por apresentar um perfil aminoacídico e digestibilidade intestinal superiores em relação às proteínas vegetais (Clark et al., 1992). Santos (2006), analisando o perfil de aminoácidos essenciais de diversas fontes proteicas para ruminantes, concluiu que a proteína microbiana apresenta perfil muito semelhante ao da proteína do leite e do tecido muscular, principalmente nos teores de lisina e metionina. Quando o teor de PDR é limitante para o crescimento microbiano, estima-se que 85% da PDR seja convertida em proteína microbiana, dos quais 64% é metabolizável pelo animal, com 67% de eficiência (NRC, 2001).

Se a capacidade de degradação proteica no rúmen exceder a capacidade de utilização pela microbiota ruminal, o excesso de amônia não utilizado pela microbiota é excretado para o ambiente ruminal, o que torna o pH ruminal elevado e favorece sua absorção pelo epitélio ruminal (Tamminga, 1979). No fígado, a amônia é metabolizada pelo ciclo da ureia para ser excretada pela urina ou reciclada pela saliva para retornar novamente ao rúmen (Santos, 2006). Peptídeos e aminoácidos fazem parte do fluxo da digesta para serem absorvidos no intestino. A degradação de proteínas pode ser alterada por modulação da proteólise e alterações na peptidólise e deaminação, por exemplo, pela seleção de bactérias que favoreçam a peptidólise e reduzam a deaminação a amônia (Chen e Russell, 1989). Parte da amônia produzida pelas bactérias é absorvida por protozoários. Como os protozoários não são capazes de utilizar amônia como fonte de energia, as frações de proteínas insolúveis previamente captadas retornam ao rúmen na forma de proteínas solúveis para serem aproveitadas para o crescimento microbiano (Onodera et al., 1977).

Os protozoários representam cerca de 40% da microbiota ruminal (Russell e Rychlik, 2001) e além de fazerem parte da reciclagem de amônia, são capazes de degradar carboidratos fibrosos e não fibrosos (Withers e Williams, 1998) e de englobar grandes moléculas, proteínas, carboidratos e até mesmo bactérias, aumentando a degradação de proteínas no rúmen (Van Soest, 1994). No entanto, os protozoários são responsáveis por apenas 11% do fluxo de proteína para o intestino delgado, pois a maior parte da população fica retida no rúmen (Shabi et al., 2000).

O ponto chave na formulação de dietas para bovinos leiteiros é o fornecimento de teores reduzidos de PDR, que satisfaçam as exigências dos microrganismos ruminais para a máxima síntese de proteína microbiana, além da complementação da proteína metabolizável com a PNDR (Kalscheur et al., 1999; Kalscheur et al., 2006). A maximização da produção de proteína microbiana com teores adequados de PDR, pode permitir redução do teor da PB da dieta sem reduzir a produção de leite, além de diminuir a excreção de N para o ambiente, melhorar a eficiência do nitrogênio alimentar, reduzir os custos de produção, e maximizar o desempenho animal (Reynal e Broderick, 2005; Kalscheur et al., 2006).

O *pool* de proteínas potencialmente fermentáveis no rúmen origina-se da proteína dos alimentos, das células de descamação epitelial e dos microrganismos lisados. A síntese de proteína microbiana no rúmen, a PNDR e a proteína endógena contribuem para o aporte intestinal de aminoácidos para o intestino delgado, onde a proteína microbiana é responsável pelo maior fluxo de aminoácidos (Clark et al., 1992).

As proteínas não degradáveis no rúmen são importantes como fonte de aminoácidos complementar à proteína degradável no rúmen, de forma a suprir as exigências de proteína metabolizável dos ruminantes (Kalscheur et al., 2006). No entanto, é necessário que essa fonte proteica seja de alto valor biológico, com perfil aminoacídico adequado para suprir adequadamente essas exigências. A quantificação dos teores de lisina e metionina, os dois aminoácidos limitantes para bovinos, é um dos métodos de avaliação da qualidade proteica da dieta (NRC, 2001).

O processo de digestão da proteína microbiana formada no rúmen tem início no abomaso e continua pelo duodeno e jejuno. No abomaso as proteínas

sofrem ação prolongada da pepsina, já no duodeno e jejuno as enzimas pancreáticas, tripsina, quimotripsina e carboxipeptidases apresentam máxima atividade, no íleo médio ocorre o pico da atividade das aminopeptidases e dipeptidases secretadas pela mucosa intestinal. O resultado deste processo de digestão proteica é a formação de aminoácidos livres e pequenos peptídeos. Esses produtos são absorvidos através do epitélio intestinal, e posteriormente chegam aos tecidos, incluindo a glândula mamária, onde são incorporados na síntese da fração proteica do leite (Silano, 2014).

O N excretado nas fezes pode ser oriundo de paredes das células microbianas, detritos de células intestinais e secreções de enzimas ou de resíduos alimentares ingeridos. Já as excreções de N na urina têm origem no metabolismo de aminoácidos e peptídeos que não foram incorporadas em proteínas corporais e na excreção de ureia, que é necessário para evitar que os níveis de ureia plasmática sejam tóxicos para os tecidos animais. Esta ureia é originada da degradação de proteínas (metabolismo de aminoácidos) e da absorção de amônia que não foi utilizada na produção de proteína microbiana no rúmen (Kebreab et al., 2001).

Quanto ao destino final da ureia produzida no metabolismo de proteínas, os ruminantes assumem uma característica importante frente aos outros mamíferos, que é a possibilidade do retorno (reciclagem) deste nitrogênio na forma de ureia para o trato digestivo. Uma vez liberada na corrente sanguínea, a ureia pode ser excretada na urina ou pode retornar novamente ao trato digestivo por difusão através do epitélio gastrointestinal ou via saliva. Segundo Kennedy e Milligan (1980) e Huntington (1986) a produção, excreção e reciclagem de ureia para o trato gastrointestinal estão ligadas à composição da dieta, ingestão de proteína e desempenho produtivo animal.

A ureia reciclada representa uma importante fonte de N disponível ao trato gastrointestinal, significando, muitas vezes, de 10 a 42% da ingestão de N total (Huntington, 1986). No estudo de Recktenwald et al. (2014), a reciclagem da ureia representou 42-43% do N total ingerido, valor semelhante ao descrito por Lapierre e Lobley (2001). Sendo assim, a reciclagem de N fornece uma fonte contínua de amônia para sustentar a fermentação microbiana no rúmen bem como em outras regiões do trato digestivo. Kennedy e Milligan (1980) listaram fatores que influenciam a reciclagem da ureia via sangue para o lúmen

do trato gastrointestinal: digestibilidade da matéria orgânica (relação positiva) e concentração plasmática de ureia (relação positiva). Isozaki et al. (1994) e Sands (1999), mostraram que dietas com baixos níveis de proteína estão associadas com uma presença maior de transportadores de ureia no rim e rúmen, entretanto no estudo de Ludden et al. (2009), o nível proteico da dieta não interferiu na quantidade de transportadores de ureia e consequentemente no aumento do processo de reciclagem da ureia.

A quantidade de ureia reciclada através da saliva é afetada pela produção de saliva e pela concentração plasmática de ureia. Estimativas da contribuição da saliva para a reciclagem da ureia demonstram que seus valores chegam a ser até três vezes maiores que os valores de ureia reciclados diretamente pelo epitélio gastrointestinal, via corrente sanguínea (Obara e Shimbayashi, 1980; Huntington, 1989; Huntington et al., 1996).

2.2. Quantificação da Excreção de Nitrogênio (N)

Em 1990, as emissões de N_2O provenientes do sistema de manejo de dejetos de animais em pastagem, no Brasil, foram estimadas em 207,06 Gg. Em 1994, essas emissões aumentaram em 5,5%, passando a 218,50 Gg. A média das emissões de N_2O , no período de 1993 a 1995, foi de $218,56 \pm 3,29$ Gg. Do total dessas emissões, em 1994, o rebanho bovino de corte contribuiu com 74% e o rebanho leiteiro com 10%, sendo juntas responsáveis por 39% das emissões totais de solos agrícolas. As emissões de N_2O provenientes dos sistemas de manejo de dejetos de animais (sistemas intensivos de produção, principalmente, de bovinos, suínos, aves), para o ano de 1990, foram estimadas em 18,8 Gg e, para o ano de 1994, em 20,2 Gg (EMBRAPA, 2006). Para estas estimativas, os autores adotaram para cada tipo de animal o valor sugerido pelo IPCC (1997) para a produção de nitrogênio na forma de dejetos (urina e fezes), em quilogramas por cabeça, por ano. Os efetivos dos rebanhos bubalino, equino, asinino, caprino e de muares foram obtidos nas estimativas do IBGE. De posse dessas informações, utilizaram a metodologia do IPCC (1997) para a estimativa das emissões de N_2O provenientes de dejetos de animais.

A concentração de ureia encontrada na urina está correlacionada positivamente à concentração de N no plasma e com a ingestão de N, constituindo-se num indicativo da eficiência de utilização do N ruminal. A concentração de ureia encontrada na urina pode também ser utilizada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderik, 1995; Van Soest, 1994; Kebreab et al., 2000; Castillo et al., 2000; Castillo et al., 2001; Kebreab et al. 2002).

A ureia formada no fígado, segundo Harmeyer e Martens (1980), é proporcional à quantidade de amônia produzida no rúmen; e a concentração de ureia plasmática também está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação proteína:energia da dieta. Os mesmos autores relataram que a quantidade de ureia excretada pelos rins depende de fatores como: concentração plasmática de ureia, taxa de filtração glomerular e reabsorção tubular de ureia, e o principal regulador da excreção da ureia pela urina é a concentração plasmática. Portanto, o balanço dos compostos nitrogenados permite avaliar o estado nutricional dos animais por meio dos produtos absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o que poderá ter reflexo na sua resposta produtiva.

Para quantificação da excreção do N por meio da urina e fezes, há necessidade do conhecimento do volume urinário diário e da produção de matéria seca fecal. O volume urinário pode ser obtido por meio de coleta total de urina, ou por métodos alternativos, como a coleta “spot” de urina, que consiste numa única amostragem de urina, geralmente quatro horas após o fornecimento de alimentos aos animais. Nessa técnica, o volume urinário é calculado, dividindo-se a excreção diária de creatinina por sua concentração na amostra de urina, visto que a excreção de creatinina é constante e não é influenciada por tratamentos experimentais (Valadares et al., 1999).

Já para estimativa da produção de matéria seca fecal, por causa da dificuldade de coleta total, especialmente em animais de grande porte, tem sido recomendado o uso de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), como indicador interno (Berchielli et al., 2000).

Chizzotti et al. (2007) observaram maiores concentrações e excreções de N ureico no soro e no leite nos animais de maior produção e que receberam

dietas com maior teor de proteína bruta, evidenciando a correlação entre estes parâmetros. Com os dados obtidos, os mesmos autores ajustaram equações de regressão para determinar a excreção de N-ureico (NU) na urina a partir das concentrações de NU no sangue e NU no leite e do peso vivo (PV). Valadares et al. (1997) e Valadares et al. (1999) demonstraram que a concentração sérica de ureia está positivamente relacionada à ingestão de N. De acordo com Santos et al. (2001), quanto maior a degradabilidade da proteína dietética, maior a produção de amônia ruminal e, conseqüentemente, maiores as concentrações de ureia no soro e no leite e as perdas nitrogenadas na urina.

A ureia sanguínea difunde-se através do epitélio alveolar da glândula mamária para o leite, e é relatada elevada correlação positiva entre a concentração de N-ureia no leite (NUL) e a N-ureia no plasma (NUP), sugerindo que NUL e NUP poderiam ser utilizadas como indicadores do metabolismo proteico em vacas (Jonker et al., 1998).

As estimativas de excreção de N por ruminantes são necessárias para a quantificação da emissão de amônia (NH_3), nitrato e óxido nitroso em sistemas de alimentação e para o desenvolvimento de planos de manejo nutricionais que minimizem a perda de compostos nitrogenados. A forma específica, em que o N é excretado é importante na estimativa de fluxos de amônia. A uréia urinária é rapidamente hidrolisada a amônia pela enzima urease. Em contraste, a produção de amônia fecal é geralmente baixa devido à mineralização lenta de compostos nitrogenados indigestíveis. A partição de N excretado em fezes e urina é altamente dependente da dieta, até 75 % de N pode ser excretado na urina em dietas de alto teor de proteína (Waldrip et al., 2013).

2.3. Metanálise

A metanálise é uma técnica estatística para combinar resultados provenientes de diferentes estudos, produzindo, assim, estimativas que resumem o todo, chamadas de estimativas metanalíticas. Para que o resultado de uma metanálise tenha significado aplicado, os estudos que compõem os dados da metanálise devem ser o resultado de uma revisão sistemática. Uma revisão sistemática consiste de um conjunto de regras para identificar estudos

sobre uma determinada questão e, em seguida, selecionar quais deles serão incluídos ou não na metanálise (Rodrigues et al., 2010).

A metanálise é considerada nova técnica de pesquisa, que permite identificar as lacunas que ainda necessitam de estudos aprofundados, podendo, assim, determinar o rumo dos novos investimentos da pesquisa, os quais têm por vantagem a relação custo/benefício na pesquisa, melhorando a aplicação dos escassos recursos, porém necessitam que os dados obtidos sejam armazenados de maneira segura e recuperável (Alessio, 2013).

Para que estudos possam ser combinados através de uma metanálise, é necessário definir quais os resultados serão combinados (Rodrigues et al., 2010). Devem ser seguidas etapas para realização de uma metanálise, a saber: determinação do tema a ser estudado, seleção prévia das publicações a serem utilizadas na construção da base de dados, avaliação cuidadosa da literatura disponível para que a mesma contenha os parâmetros definidos como essenciais para a tabulação, interpretação e codificação precisa para o correto registro dos dados. Formada a base de dados faz-se a análise gráfica para obter uma visão global e identificação das relações específicas a serem investigadas e posteriormente faz-se a aplicação de técnicas estatísticas apropriadas e interpretação dos resultados (Alessio, 2013).

À medida que aumenta a quantidade de estudos sobre determinado sistema de produção pecuária, possibilita-se mensurar parâmetros os quais em um único experimento não podem ser avaliados, inferindo maior confiabilidade aos resultados que serão usados para alterar os sistemas de produção, realizando uma abordagem sistêmica sobre o que foi estudado isoladamente. A reprodução e quantificação dos dados já existentes sinalizam que na produção animal o uso da metanálise possa tornar-se rotina, a fim de verificar em quais pontos é necessário interferir no sistema de produção, se é que esta interferência precisa ser feita (Alessio, 2013).

A capacidade de estabelecer diagnósticos, a partir de realidades já conhecidas, de utilizar adequadamente os bancos de informações, com a metanálise, é uma perspectiva promissora. O uso da informação já disponível pelo avanço da pesquisa permite uma síntese do estado da arte sobre o tema em estudo, podendo representar uma possibilidade de integrar o conhecimento

produzido de forma fragmentada, presente nas principais revistas nacionais e internacionais (Lovatto et al., 2006).

Russo (2007) elaborou um quadro (Quadro 1) com os checklists para verificar a validade de uma metanálise.

Quadro 1: Checklist para metanálise, adaptado de Russo (2007)

	Item	Checklist
Tema do Estudo	1	Definir claramente os objetivos.
Pesquisa Bibliográfica	2	Realizar intensa pesquisa na literatura.
	3	Listar fontes das informações procuradas.
	4	Fornecer os termos (palavras-chaves) utilizados na pesquisa bibliográfica.
	5	Limitar campo de pesquisa.
	6	Realizar busca manual por meio de referências de artigos, resumos.
	7	Tentar coletar dados não publicados.
Coleta dos Dados	8	Usar planilhas para estruturar dados coletados.
	9	Fornecer o número de autores em que foram coletados os dados.
	10	Listar divergências entre os dados de diferentes autores.
	11	Indicar características dos estudos (tamanho de amostra).
	12	Indicar critérios de inclusão e exclusão de dados.
	13	Indicar número de estudos excluídos, assim como motivo de exclusão.
Avaliação dos resultados	14	Estudos puderam ou não ser combinados.
	15	Utilização de métodos estatísticos adequados para combinar resultados.
	16	Apresentação dos resultados.
	17	Realização de análises de sensibilidade.
Aplicabilidade dos resultados	18	Generalização dos Resultados.

Quando se refere à literatura internacional, a metanálise já é muito utilizada em diversas áreas da pesquisa. Alguns estudos foram desenvolvidos em bovinos de leite, tais como: dinâmica de lactação em vacas (Martin et al., 2002), relação entre dieta, consumo de matéria seca, produção de leite e

proteína em vacas leiteira (Hristov et al., 2004), relação entre ingestão de nutrientes com peso corporal, produção de leite e proteína em vacas leiteiras (Hristov et al., 2005), efeitos da suplementação de ácidos graxos sobre o consumo de alimento, a alimentação e comportamento ingestivo de vacas leiteiras (Harvatine et al., 2006), modelo para determinar o horário ideal para amostragem de dieta (St-Pierre et al., 2007), digestão de alimentos, efeito da forragem e do concentrado sobre a digestibilidade total da dieta de vacas em lactação (Nousiainen et al., 2009).

OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram:

- Testar equações descritas na literatura internacional para estimar a excreção de N na urina e fezes de vacas em lactação, em banco de dados construído com experimentos conduzidos no Brasil;
- Desenvolver e validar equações de predição de excreção de N nas fezes e urina de vacas lactantes através de dados nutricionais nacionais, que possam englobar as diversas particularidades de manejo adotadas no Brasil;
- Comparar as equações desenvolvidas com equações descritas na literatura internacional através de banco de dados independente do usado na elaboração das equações;
- Avaliar a eficiência do uso de nitrogênio por vacas em lactação no Brasil.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A metanálise envolveu as seguintes etapas: (1) construção de um banco de dados abrangente com dados nutricionais de experimentos conduzidos com vacas lactantes brasileiras, (2) seleção de equações descritas na literatura para estimativas de excreção de N na urina, fezes e no somatório destas excreções (N-excretado total) e aplicação das equações no banco de dados construído, (3) desenvolvimento e validação de equações de predição e (4) comparações entre as equações desenvolvidas e as descritas na literatura, utilizando banco de dados independente.

3.1. BANCO DE DADOS E SELEÇÃO DE EQUAÇÕES

Os dados que compuseram a metanálise foram coletados de 39 estudos publicados (teses de doutorado, dissertações de mestrado ou artigos científicos) envolvendo experimentos de nutrição com vacas de leite no Brasil. A seleção dos estudos se deu a partir de pesquisas através das palavras-chaves: gado de leite, excreção de nitrogênio, balanço de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio.

Os dados selecionados correspondem às médias de tratamentos nos 39 estudos. O número total de vacas em lactação utilizadas foi de 427. Na Tabela 1 estão as descrições de cada trabalho em relação ao delineamento experimental, número de animais utilizados, raça e tratamentos.

Foi montado um banco de dados (banco de dados 1) com: consumo diário de nitrogênio (N-ingerido, g/dia), excreção urinária de N (N-urina, g/dia), excreção fecal de N (N-fecal, g/dia), secreção de N no leite (N-leite, g/dia), balanço de nitrogênio (g/dia), nitrogênio ureico no leite (NUL, mg/dL), nitrogênio ureico no plasma (NUP, mg/dL), alantoína na urina e leite (mmol/dia), ácido úrico na urina (mmol/dia), fluxo de purinas totais no abomaso e purinas absorvidas (mmol/dia), produção de N microbiano (Nmic, g/dia), %PB da dieta, consumo de matéria seca (CMS, Kg/dia), consumo de matéria orgânica (CMO, Kg/dia), consumo de proteína bruta (CPB, Kg/dia), consumo de extrato etéreo (CEE, Kg/dia), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN, Kg/dia), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF, Kg/dia), consumo de nutrientes

Tabela 1: Descrição geral do banco de dados 1

Autor	n	DE	Raça	Tratamentos
Oliveira et al. (2000)	16	QL 4X4	HOL	Diferentes teores de NNP
Silva et al.(2001)	15	DIC	HZ	Diferentes teores de NNP
Soares (2002)	12	QL 4X4	HZ	Diferentes teores de Farelo Trigo
Wernersbach Filho (2003)	16	QL 4X4	HZ	Ração Farelada; Peletizada; Extrusada; Alta Energia
Souza (2003)	12	QL 4X4	HZ	Dietas com Silagem de milho, Cana e Caroço Algodão
Wernersbach Filho (2003)	16	QL 4X4	HZ	Ração Farelada; Peletizada; Extrusada; Alta Energia
Chizzotti (2004)	15	DIC	HZ	Vacas de Alta, Média, Baixa Produção
Mendonça et al. (2004)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Silagem Milho e Cana/Uréia
Oliveira (2005)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Silagem Milho e Cana/Casca de Café
Pina (2005)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Farelo Soja, Farelo Algodão e Farelo Soja/uréia
Rangel (2005)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Farelo Soja e uréia
Cordeiro (2006)	8	QL 4X4	HZ	Dietas com diferentes teores de PB
Cruz et al. (2006)	8	QL 4X4	HZ	Dietas com Mandioca e Uréia
Oliveira (2006)	5	QL 5X5	HOL	Teores diferentes de Palma na dieta
Souza et al. (2006)	12	QL 4X4	HOL	Inclusão de Casca de Café
Correa (2007)	12	QL 4X4	HOL	Dietas: Farelo Soja; Grão Soja Cru e Tostado; Farelo Soja/uréia
Melo et al. (2007)	5	QL 5X5	HOL	Inclusão Caroço Algodão em diferentes teores
Souza (2007)	12	QL 4X4	HOL	Inclusão Farelo Glúten Milho em diferentes teores
Azevêdo (2008)	5	QL 5X5	HZ	Volumosos: Cana Fresca e Silagem cana
Carvalho (2008)	16	DIC	HZ	Volumosos: Cana in natura e Cana/CaO
Ferreira et al. (2009)	5	QL 5X5	HOL	Volumosos: Bagaço de Cana, Feno e Silagem Sorgo
Paiva (2009)	12	QL 4X4	HOL	Diferentes teores de PB na dieta
Silva (2009)	12	QL 6X6	HOL	Dietas com diferentes teores de concentrado e PNDR
Alves et al. (2010)	5	QL 5X5	HZ	Inclusão de Farelo de Algodão em diferentes teores
Barletta (2010)	12	QL 4X4	HOL	Inclusão Grão Soja em diferentes teores
Naves (2010)	12	QL 4X4	HOL	Inclusão Grão de Soja com processamentos diferentes
Calomeni (2011)	16	QL 4X4	HOL	Dietas com diferentes tipos de uréia
Conti (2011)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com PB originada de Farelo de Soja e Uréia
Pellizzoni (2011)	12	DIC	HZ	Vacas de Alta, Média, Baixa Produção
Santos et al. (2011)	18	QL 3X3	HOL	Dietas com diferentes tipos de uréia
Venturelli (2011)	16	QL 4X4	HOL	Inclusão Grão de Soja integral: 0; 9; 18; 27%
Gandra et al. (2012)	12	QL 3X3	HOL	Inclusão de Monensina (0; 24; 48 mg/Kg PV)
Machado (2012)	5	QL 5X5	HOL	Grão Soja; Caroço de Algodão; Óleo de Soja; Gordura Protegida
Rêgo (2012)	5	QL 5X5	HZ	Silagem de milho e milheto em diferentes tamanhos partículas
De La Ossa et al.(2013)	8	QL 4X4	HZ	Dietas com Cana e diferentes teores de concentrado
Freitas Júnior et al. (2013)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Óleo de Soja, Grão de Soja e Ácido Graxo Insaturado
Martins (2013)	8	QL 4X4	HZ	Volumoso Silagem de cana e aditivos (uréia e CaO)
Mingoti (2013)	16	QL 4X4	HOL	Inclusão Quitosana em diferentes teores
Silano (2014)	12	QL 4X4	HOL	Dietas com Alta e Baixa PB; Grão Soja Crú e Farelo de Algodão

DE: Delineamento Experimental; DIC: Delineamento Inteiramente Casualizado; HOL: Raça Holandesa; HZ: cruzamento

Holandês-Zebú.

digestíveis totais (CNDT, Kg/dia), digestibilidade aparente de matéria seca (DMS, %), digestibilidade aparente de matéria orgânica (DMO, %), digestibilidade aparente de proteína bruta (DPB, %), digestibilidade aparente de extrato etéreo (DEE, %), digestibilidade aparente de fibra em detergente neutro (DFDN, %), digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos (DCNF, %), produção (Kg/dia) e composição de leite (%), peso vivo (Kg).

Foram selecionadas equações descritas na literatura internacional (Tabela 2) para estimar N-urina (g/dia), N-fezes (g/dia) e N-excretado total (g/dia) por vacas em lactação e estas foram testadas analisando os valores observados no banco de dados 1 e os valores preditos. Tal procedimento foi desenvolvido no software MES (Model Evaluation Systems, versão 3.1.13). N-urina, N-fecal e N-excretado total estimados pelas equações foram comparados com os valores observados no banco de dados 1, através do modelo de regressão: $Y = a + bX$, onde: X= valores preditos; Y= valores observados; a= intercepto e b= inclinação.

Tabela 2: Equações de predição para excreção de N em vacas leiteiras

	Equação de Predição	Fonte
Eq. H	N-urina = $40 + 0,879(N\text{-ingerido}) - 9(CMS) - 3,9(PL)$	Huhtanen et al. (2008)
Eq. R1	N-urina = $12 + 0,33(N\text{-ingerido})$	Reed et al. (2015)
Eq. C	N-fezes = $52,3 + 0,21(N\text{-ingerido})$	Castillo et al. (2000)
Eq. R2	N-fezes = $-18,5 + 10,1(CMS)$	Reed et al. (2015)
Eq. Y	N-excretado total = $-18 + 0,742(N\text{-ingerido}) + 0,072(PC) - 1,486(PL)$	Yan et al. (2006)
Eq. R3	N-excretado total = $20,3 + 0,654(N\text{-ingerido})$	Reed et al. (2015)

N-urina, N-fezes, N-excretado total, N-ingerido: g/dia; CMS, PL (produção leite): Kg/dia; PC (peso corporal): Kg.

A regressão foi avaliada de acordo com a hipótese estatística: $H_0: a = 0$; $H_0: b = 1$ e H_a : não H_0 . Se a hipótese nula não for rejeitada, conclui-se que as equações estimaram com acurácia N-urina, N-fecal e N-excretado total. Inclinação e intercepto foram avaliados separadamente para avaliar onde as equações apresentassem erros. Os valores estimados foram avaliados pelo erro médio quadrado da predição (MSEP), o qual é composto por SB (quadrado do erro de valores preditos e observados), MaF (erros relatados à alta dispersão dos dados em relação à média) e MoF (erros sistemáticos aleatórios não associados às regressões).

A eficiência de predição foi determinada pelo coeficiente de correlação e concordância (CCC). Modelos com boa acurácia e precisão apresentam CCC próximos a 1,0 e menores valores de MSEP, já modelos com deficiências de acurácia e precisão apresentam CCC mais próximos de 0 e maiores valores de MSEP.

3.2. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO

Como um dos objetivos dessa metanálise foi elaborar equações de predição de excreção de N que englobassem as características nutricionais de vacas lactantes brasileiras, as variáveis dependentes foram: N-urina (g/dia), N-fezes (g/dia) e N-excretado total (g/dia), que corresponde ao somatório das excreções diárias de N nas fezes e urina. Já as variáveis independentes constituíram o restante do banco de dados.

O conjunto de dados foi submetido ao método da metanálise através de procedimentos estatísticos, utilizando o software SAS 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

Foi utilizado o procedimento Mixed do SAS para elaboração dos modelos mistos, testando as estruturas de variância dos tipos UN, CS, VC e AR(1), e, com base nos valores dos critérios de informação de Akaike e Bayesiano, foi determinada a estrutura de variância mais apropriada para cada equação.

Os estudos foram incluídos nos modelos como um efeito aleatório para explicar as diferenças entre os mesmos. As variáveis independentes incluídas nas equações finais foram selecionadas, utilizando uma abordagem gradual, removendo manualmente as variáveis não significativas ($P > 0,05$). As equações foram então comparadas com base no AIC e BIC. A equação com o menor AIC foi escolhida como o melhor ajuste do modelo.

Para validação das equações desenvolvidas foi construído um banco de dados independente (banco de dados 2), também com dados coletados de dissertações, teses e artigos científicos publicados, envolvendo experimentos de nutrição com vacas lactantes. A seleção desses trabalhos se deu a partir de pesquisas através das palavras-chaves: gado de leite, excreção de nitrogênio,

balanço de compostos nitrogenados e balanço de nitrogênio. Os dados selecionados correspondem às médias de tratamentos em 15 estudos. O número total de vacas em lactação utilizadas foi de 211. Na Tabela 3 estão as descrições de cada trabalho em relação ao delineamento experimental, número de animais utilizados e raça.

Tabela 3: Descrição Geral do Banco de Dados 2

Autor	DE	Raça	n
Costa (2004)	QL	HOL	12
Costa (2008)	QL	HOL	10
Santos (2011)	QL	HOL	12
Gandra (2012)	DL	HOL	42
Oliveira (2012)	QL	HZ	12
Sá (2012)	QL	HZ	15
Araújo (2013)	QL	HOL	16
Feitosa (2013)	QL	HOL	10
Gonçalves (2013)	QL	HZ	8
Moura (2013)	QL	HZ	12
Silva (2013)	QL	HOL	10
Silva (2013)	QL	HZ	4
Del Valle (2014)	QL	HOL	24
Freitas et al. (2015)	QL	HOL	16
Porto Junior (2015)	QL	HZ	8

DE: Delineamento Experimental; QL: Quadrado Latino; HOL: Raça Holandesa; HZ: cruzamento Holandês-Zebú.

Os procedimentos de validação e comparação das equações foram desenvolvidos no software MES (Model Evaluation Systems, versão 3.1.13), conforme já descrito anteriormente, observando os valores de P do intercepto e inclinação, CCC, MSEP e RMSEP gerados a partir de análises envolvendo valores observados no banco de dados 2 e preditos pelas equações.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi necessária aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal para este estudo porque os dados foram obtidos a partir de pesquisas já publicadas.

4.1. BANCO DE DADOS 1

Um resumo dos estudos que formam o banco de dados 1 é apresentado na Tabela 4, com os dados de média, n, DP e valores máximos e mínimos de N-ingrido, N-urina, N-fezes, N-leite, NUL, NUP, NU-urina, alantoína na urina e leite, ácido úrico, purinas totais e absorvidas, N-microbiano, %PB da dieta, CMS, CMO, CPB, CEE, CFDN, CCNF, CNDT, DMS, DMO, DPB, DEE, DFDN, DCNF, produção e composição de leite, Peso Vivo.

Nos estudos que forneceram dados de produção diária de leite a soma do número de vacas lactantes utilizados foi de 415 e a média de produção de leite diária foi de 20,75 Kg/animal. O valor máximo de produção foi de 33,50 Kg/dia no estudo de Pellizzoni (2011), onde os animais consumiram silagem de milho e concentrado à base de fubá de milho, farelo de soja, uréia e mistura mineral, sendo o objetivo do trabalho estimar a excreção urinária de derivados de purina a partir do consumo de NDT. O valor mínimo foi de 4,98 Kg/dia no estudo de De La Ossa et al. (2013), em que vacas mestiças leiteiras de baixa produção consumiram cana-de-açúcar como volumoso e concentrado à base de fubá de milho e farelo de soja.

Os 359 dados de PB da dieta (expressa em % da MS) apresentaram média de 14,78%, com valor máximo de 18,10% no experimento de Calomeni (2011), no qual os animais receberam dietas com volumoso de silagem de milho e concentrado à base de farelo de soja, milho moído, grão de soja e uréia (encapsulada ou não) e valor mínimo de 6,70% no estudo de De La Ossa et al. (2013), em que os animais consumiram cana-de-açúcar e concentrado à base de fubá de milho e farelo de soja.

O consumo de matéria seca oriundo de 378 dados apresentou média 17,35 Kg/dia, com valor máximo de 25,30 Kg/dia no estudo de Barletta (2010), em que foi utilizada silagem de milho e concentrado à base de milho moído, farelo de soja, grão de soja e mistura mineral e mínimo de 7,76 Kg/dia no experimento de De La Ossa et al. (2013).

Os 336 dados de CPB (Kg/dia) apresentaram média de 2,68 Kg/dia, com valor máximo de 4,29 Kg/dia no estudo de Calomeni (2011), e valor mínimo de 0,52 Kg/dia no estudo de De La Ossa et al. (2013).

Tabela 4: Média, Desvio-padrão (DP), valores máximos e mínimos e número de repetições (n) obtidos para as diferentes variáveis.

Variável	N	Média	DP	Máximo	Mínimo
<i>Peso Vivo e Parâmetros Produtivos</i>					
Peso (Kg)	395	549,96	53,06	670	400
Produção Leite (kg/dia)	415	20,75	7,01	33,5	4,98
PB Leite (✓)	372	3,14	0,22	3,82	2,52
Gordura Leite (✓)	373	3,61	0,46	4,65	2,67
Lactose Leite (✓)	225	4,42	0,19	4,75	3,7
<i>Parâmetros Dietéticos</i>					
PB Dieta (✓)	359	14,78	2,03	18,1	6,7
CMS (Kg/dia)	378	17,35	4,13	25,3	7,76
CMO (kg/dia)	336	16,02	3,79	23,07	7,57
CPB (kg/dia)	336	2,68	0,88	4,29	0,52
CFDN (kg/dia)	331	6,44	1,43	11,68	2,76
CCNF (kg/dia)	300	6,58	2,13	11,68	2,99
CEE (kg/dia)	331	0,54	0,32	1,7	0,1
CNDT (kg/dia)	336	11,52	3,24	18,61	4,66
DMS (✓)	331	64,69	6,68	85,23	44,47
DMO (✓)	349	66,53	8,62	86,54	47,38
DPB (✓)	331	67,50	8,43	85,95	33,2
DFDN (✓)	337	49,27	12,60	80,54	14,78
DCNF (✓)	288	81,39	8,70	97,48	53,77
DEE (✓)	331	76,81	10,64	90,2	44,9
<i>Compostos Nitrogenados</i>					
N ingerido (g/dia)	359	421,90	139,97	686,94	82,6
N-fecal (g/dia)	290	129,09	43,31	233,59	63,06
N-urina (g/dia)	317	126,29	56,47	300,28	17,88
N-Leite (g/dia)	329	96,63	35,23	156,48	25,6
NUL (mg/dL)	399	13,95	5,25	24,89	7,2
NUP (mg/dL)	389	17,45	4,40	25,9	9,04
<i>Derivados de Purina e Produção Microbiana</i>					
ALU (mmol/dia)	341	281,49	86,55	553,95	60,6
ALL (mmol/dia)	311	9,32	8,23	29,97	0,34
ACU (mmol/dia)	311	34,58	25,56	165,8	5,15
PT (mmol/dia)	311	326,65	100,81	602,9	82,1
PA (mmol/dia)	311	339,11	93,97	573,7	52,6
Nmic (g/dia)	331	230,37	64,87	361,08	38,3

Os dados de ingestão de N (g/dia) envolveram 359 animais e o valor médio foi de 421,90 g/dia, com valor máximo de 686,94 g/dia no estudo de Calomeni (2011) e mínimo de 82,60 g/dia no estudo de De La Ossa et al. (2013).

Os valores de excreção fecal de N representam 290 animais e apresentaram média de 129,09 g/dia, com valor máximo de 233,59 g/dia no estudo de Venturelli (2011), em que foi utilizado silagem de milho e concentrado à base de farelo de soja, milho moído e grão de soja e mínimo de 63,06 g/dia no estudo de Cruz et al. (2006), no qual as dietas foram isonitrogenadas, constituídas de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill.), silagem de sorgo e concentrado, sendo que o farelo de soja foi substituído pela mistura uréia + mandioca.

Os 317 dados de excreção urinária de N resultaram em média de 126,29 g/dia, com valor máximo de 300,28 g/dia no estudo de Mingoti (2013), onde as dietas foram isonitrogenadas com silagem de milho e concentrado à base de farelo de soja, milho moído, grão de soja, ureia, quitosana e mistura mineral, e mínimo de 17,88 g/dia no experimento de Souza (2007), usando animais alimentados com quatro dietas isonitrogenadas a base de silagem de milho e níveis crescentes de substituição da ração concentrada por farelo de glúten de milho.

Os dados de NUL (mg/dL) foram provenientes de 399 observações e apresentaram média de 13,95 mg/dL, com valor máximo de 24,89 mg/dL no experimento de Oliveira et al. (2000), em que as dietas foram isoproteicas com diferentes teores de NNP e utilizou-se silagem de milho como volumoso e concentrado à base de farelo de soja, fubá de milho e mistura mineral, e valor mínimo de 7,2 mg/dL no estudo de Freitas Júnior et al. (2013), no qual foi utilizado silagem de milho e concentrado à base de farelo de soja, fubá de milho, óleo de soja, casca de soja e mistura mineral.

Os valores de NUP representaram 389 repetições, com média de 17,45 mg/dL, valor máximo de 25,9 mg/dL no estudo de Carvalho (2008) em que os animais receberam cana-de-açúcar tratada com diferentes teores de CaO como volumoso, e valor mínimo de 9,04 mg/dL no experimento de Chizzotti (2004).

A Tabela 5 apresenta os valores de média (g/dia) e estatística descritiva de relacionamento entre valores observados no banco de dados 1 e valores

preditos pelas equações descritas na literatura internacional (Tabela 2) para excreção de N por vacas lactantes.

Tabela 5: Média (g/dia) e estatística descritiva de relacionamento entre valores observados e preditos de excreção de N por vacas lactantes.

Item	N-urina			N-fecal			N-excretado Total		
	Obs ^a	Eq. H	Eq. R1	Obs ^a	Eq. C	Eq. R2	Obs ^a	Eq. Y	Eq. R3
Média	145,40	205,74	171,73	132,71	140,17	151,52	256,19	307,46	298,76
DP	49,56	62,76	44,94	44,31	32,66	47,08	83,75	101,37	96,37
Máximo	300,28	322,46	240,75	233,59	196,56	237,03	426,65	492,05	469,56
Mínimo	62,21	47,65	73,04	63,23	69,65	59,88	104,40	70,30	74,32
R	-	0,27	0,31	-	0,54	0,54	-	0,71	0,7
CCC ^b	-	0,33	0,49	-	0,69	0,68	-	0,72	0,74
Regressão									
<i>Intercepto</i>									
Valor	-	58,48	36,7	-	-8,8	27,08	-	41,23	37,84
EP ^e	-	17,65	19,72	-	14,22	10,94	-	14,38	14,9
P	-	0,001	0,06	-	0,53	0,01	-	0,005	0,01
<i>Inclinação</i>									
Valor	-	0,42	0,63	-	1	0,69	-	0,69	0,73
EP ^e	-	0,08	0,11	-	0,09	0,06	-	0,04	0,04
P	-	0,00001	0,001	-	0,92	0,00003	-	0,00001	0,00001
MSEP ^c	-	6662,68	2584,2	-	921,34	1431,47	-	5519,93	4510,17
SB(/)	-	54,64	26,81	-	6,037	24,72	-	47,62	40,17
MaF(/)	-	19,42	10,37	-	0,011	14,04	-	16,68	14,76
MoF(/)	-	25,93	62,81	-	93,95	61,23	-	35,69	45,05
RMSEP ^d									
g/dia	-	81,62	50,83	-	30,35	37,83	-	74,29	67,15
/	-	39,67	29,6	-	21,65	24,96	-	24,16	22,47

^aObs.: Valores observados. ^bCCC: Coeficiente de correlação e concordância.

^cMSEP: erro médio quadrado da predição; SB= erro quadrado; MaF= magnitude de flutuação aleatória; MoF: modelo de flutuação aleatória. ^dRMSEP= raiz quadrada do erro médio de predição, em g/dia e % dos valores médios observados

^eEP: Erro padrão.

A equação de predição para N-urina proposta por Huhtanen et al. (2008) rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$). Já a equação de Reed et al. (2015) para predição de N-urina, rejeitou a hipótese de nulidade apenas para a inclinação ($P < 0,05$). Portanto, as duas equações de

predição para N-urina não puderam estimar adequadamente a excreção urinária de N por vacas lactantes quando se utilizou o banco de dados 1.

A equação de predição para N-fezes proposta por Castillo et al. (2000) não rejeitou a hipótese de nulidade para intercepto e inclinação ($P > 0,05$) e apresentou valor 0,69 para CCC, assim, tal equação estimou com acurácia a excreção fecal de N por vacas em lactação no banco de dados 1. A equação de Reed et al. (2015) para estimar N-fezes rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$) e, assim, não foi capaz de estimar adequadamente a excreção fecal de N por vacas em lactação utilizando o banco de dados 1.

As equações de Yan et al. (2006) e de Reed et al. (2015) para predição de N-excretado total rejeitaram a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$) e, assim, não foram capazes de estimar adequadamente a excreção total de N por vacas lactantes utilizando o banco de dados 1.

Com exceção da equação de Castillo et al. (2000), nenhuma das equações da literatura internacional testadas foram eficientes nas estimativas de excreção de N, sendo necessária a elaboração de equações com dados nutricionais de vacas lactantes do Brasil.

4.2. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA EXCREÇÃO URINÁRIA DE N

Foram elaboradas, através do banco de dados 1, quatro equações de predição, baseadas em modelos mistos, para excreção de N na urina (N-urina) de vacas lactantes (Tabela 6). Três regressões lineares simples (variáveis independentes: concentração de NUL, produção de leite e N-ingerido) e uma regressão linear múltipla (variáveis independentes: N-ingerido e CMS) foram selecionadas entre as variáveis que apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$).

Nas Figuras 1, 2 e 3 são apresentados o efeito das variáveis independentes sobre N-urina, a dispersão dos valores observados no banco de dados 1 e os resíduos de excreção de N-urina (valores observados subtraídos os valores preditos) em função dos valores observados, respectivamente, para as equações 1, 2 e 3. Na Figura 4 está representado o gráfico de resíduos para a

Tabela 6: Equações de predição para excreção de nitrogênio urinária (N-urina), fecal (N-fecal) e total (N-excretado total) por vacas em lactação.

Equação	VD ^a	Intercepto(EP ^b)	p	VI ^c	Coeficiente (EP ^b)	p	VI ^c	Coeficiente (EP)	p	EV ^d	AIC	BIC
1	N-Urina	87,15 (15,9)	< 0,0001	NUL	3,82 (1,2)	0,0039	-	-	-	vc	788,5	791,8
2	N-Urina	42,31 (9,9)	0,0003	PL	4,47 (0,5)	< 0,0001	-	-	-	vc	840,5	844,1
3	N-Urina	17,25 (6,6)	0,0147	N-Ingerido	0,27 (0,02)	< 0,0001	-	-	-	cs	847,8	850,3
4	N-Urina	39,31 (10,9)	0,002	N-Ingerido	0,37 (0,04)	< 0,0001	CMS	-3,85 (0,04)	0,018	cs	735,5	738,7
5	N-Fecal	31,21 (11,3)	0,0123	CNDT	8,92 (1,2)	< 0,0001	-	-	-	ar(1)	730,8	732,8
6	N-Fecal	42,27 (12,7)	0,003	PL	4,56 (0,6)	< 0,0001	-	-	-	u n	859,8	863,4
7	N-Fecal	47,91 (7,9)	< 0,0001	N-Ingerido	0,19 (0,02)	< 0,0001	-	-	-	cs	947,9	950,6
8	N-Fecal	29,46 (8,6)	0,003	N-Ingerido	0,32 (0,04)	< 0,0001	CNDT	-3,56 (1,7)	0,049	vc	652,9	654,8
9	N-excretado total	53,65 (11,4)	< 0,0001	N-Ingerido	0,46 (0,03)	< 0,0001	-	-	-	vc	1013,9	1017,9

a: Variável dependente;

b: erro padrão;

c: variável independente;

d: estrutura de variância;

* N-urina, N-fecal, N-excretado total, N-ingido: g/dia;

** PL, CNDT, CMS: Kg/dia;

*** NUL: mg/d.

equação 4. A excreção de N-urina aumentou linearmente com o aumento de NUL, produção de leite e N-ingerido.

A quantidade de ureia excretada na urina por uma vaca é diretamente proporcional à concentração de ureia no leite (NUL) (Roseler et al., 1993). A ureia formada no ciclo da ureia prontamente difunde-se através das membranas celulares. A ureia difunde-se para dentro e para fora da glândula mamária, equilibrando com a ureia no sangue. Este processo permite que NUL seja bom preditor de N-urina (Ciszuk et al., 1994).

Kebreab et al. (2002) relataram que a excreção urinária de N tem uma resposta exponencial ao aumento dos níveis de consumo de N. Se o consumo de energia não for suficiente para a conversão do N-ingerido em proteína microbiana, o excedente de N será excretado na urina.

Mudanças na degradabilidade ruminal da proteína afetam a excreção de N-urina, em dietas com baixos teores de proteína degradável no rúmen pode haver N suficiente para síntese de proteína microbiana, porém menor quantidade de N escapa do rúmen para ser excretado na urina (Kebreab et al., 2002). O desequilíbrio da disponibilidade de N e a capacidade de capturar N dos microrganismos ruminais em dietas com excesso teores de proteína degradável resulta em excesso de N no rúmen, o qual é convertido em ureia e excretado através da urina.

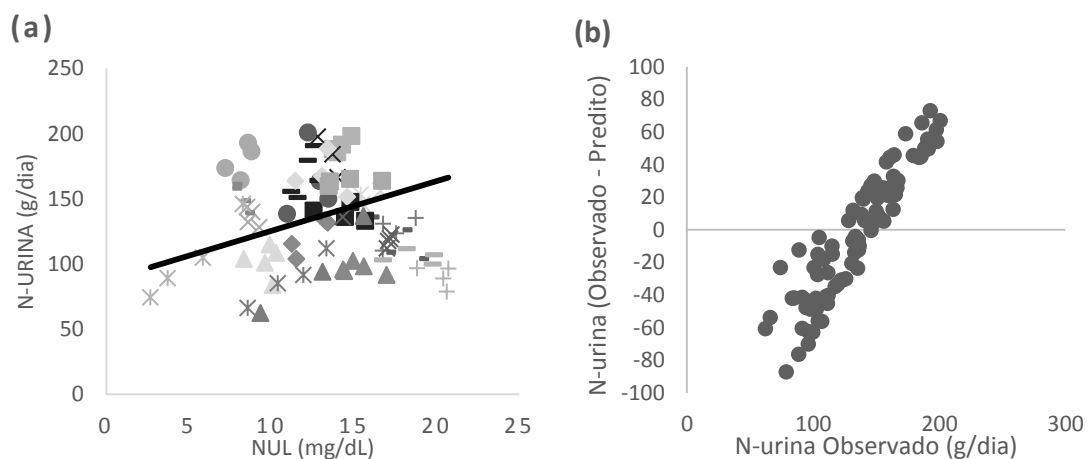


Figura 1 – (a): Relação entre N-urina (g/dia) e NUL (mg/dL), linha de tendência corresponde à equação 1; (b): Resíduos de N-urina em função de N-urina Observado para equação 1.

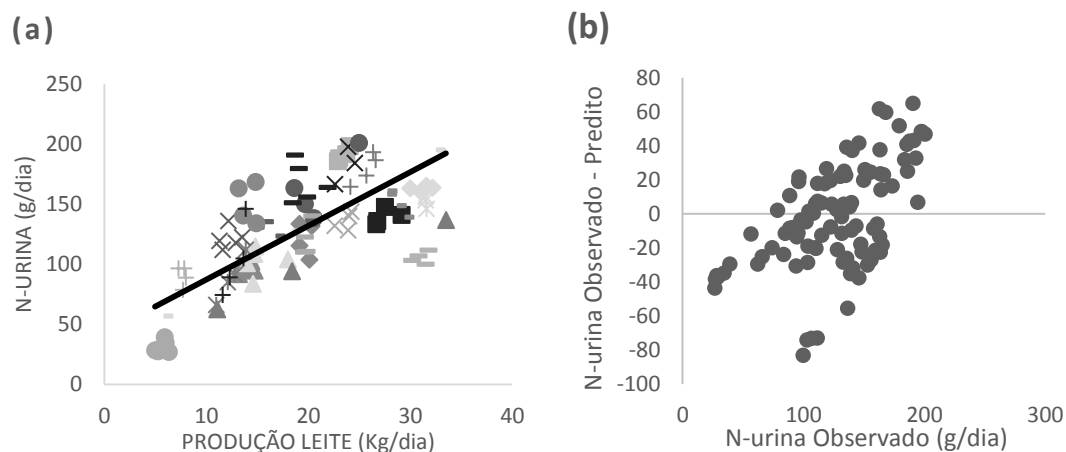


Figura 2 – (a): Relação entre N-urina (g/dia) e PL (Kg/dia), linha de tendência corresponde à equação 2; (b): Resíduos de N-urina em função de N-urina Observado para equação 2.

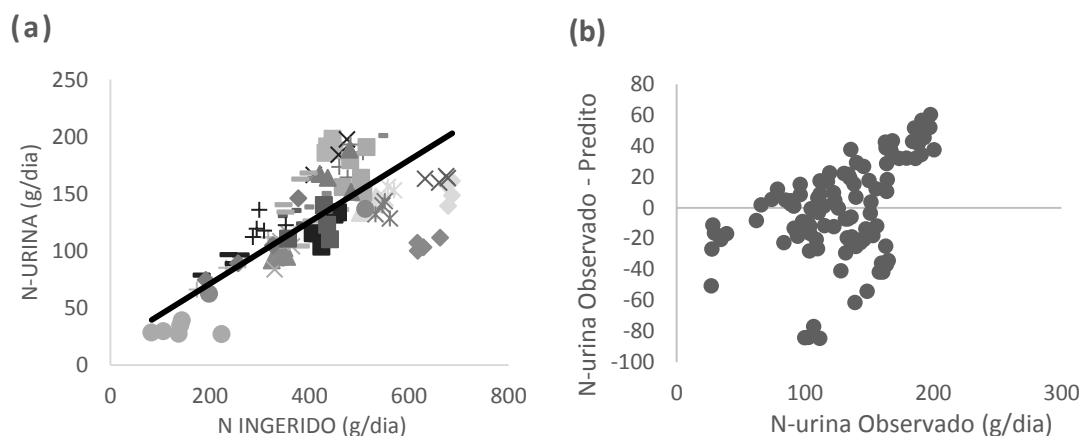


Figura 3 – (a): Relação entre N-urina (g/dia) e N-ingerido (g/dia), linha de tendência corresponde à equação 3; (b): Resíduos de N-urina em função de N-urina Observado para equação 3.

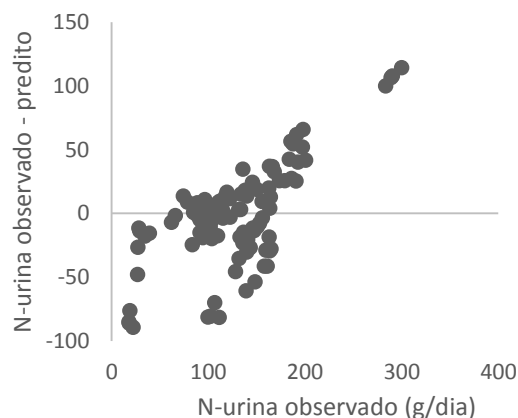


Figura 4 - Resíduos de N-urina (g/dia) em função de N-urina Observado (g/dia) para equação 4.

4.3. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA EXCREÇÃO FECAL DE N

Foram elaboradas, através do banco de dados 1, quatro equações de predição, baseadas em modelos mistos, para excreção de N nas fezes (N-fecal) de vacas lactantes (Tabela 6). Três regressões lineares simples (variáveis independentes: CNDT, produção de leite e N-ingerido) e uma regressão linear múltipla (variáveis independentes: N-ingerido e CNDT) foram selecionadas entre as variáveis que apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$).

Nas Figuras 5, 6 e 7 são apresentados o efeito das variáveis independentes sobre N-fecal, a dispersão dos valores observados no banco de dados e os resíduos de excreção de N-fecal (valores observados subtraídos os valores preditos) em função dos valores observados, respectivamente, para as equações 5, 6 e 7. Na Figura 8 está representado o gráfico de resíduos para a equação 8. A excreção de N-fecal aumentou linearmente com o aumento de CNDT, produção de leite e N-ingerido.

Nos estudos de Kebreab et al. (2000), Castillo et al. (2000), Kebreab et al. (2001), Kebreab et al. (2002) foram relatadas relações lineares positivas entre a ingestão de N e a excreção de N nas fezes. Tal efeito é devido ao aumento de N indigestível da dieta com o maior consumo de proteína, o que contribui para o aumento do total de N-fecal. Similarmente, a excreção de N-fecal indigestível de origem microbiana, também contribui para o aumento da excreção de N-fecal total, desde que se tenha energia disponível para o crescimento das células microbianas (Kebreab et al., 2002).

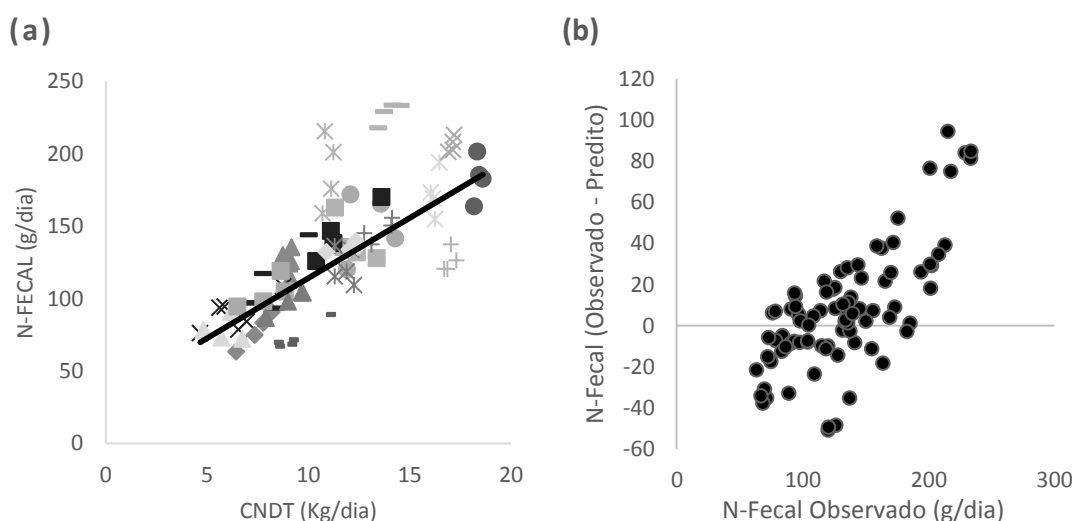


Figura 5 – (a): Relação entre N-fecal (g/dia) e CNDT (Kg/dia), linha de tendência corresponde à equação 5; (b): Resíduos de N-fecal em função de N-fecal Observado para equação 5.

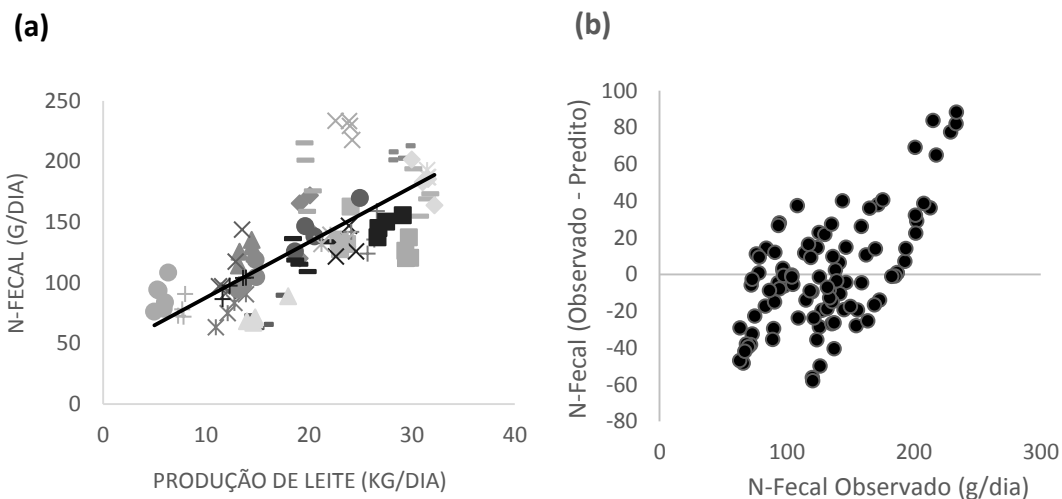


Figura 6 – (a): Relação entre N-fecal (g/dia) e PL (Kg/dia), linha de tendência corresponde à equação 6; (b): Resíduos de N-fecal em função de N-fecal Observado para equação 6.

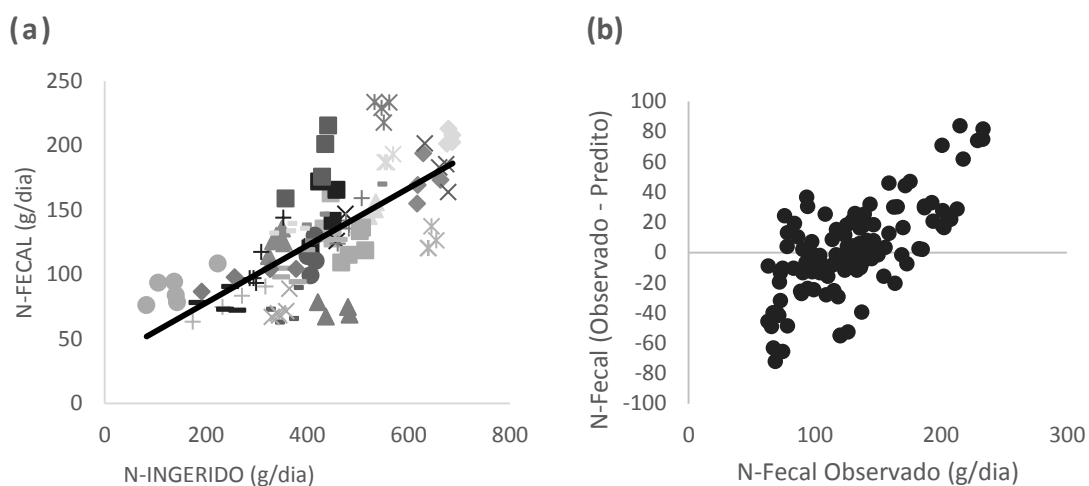


Figura 7 – (a) Relação entre N-fecal (g/dia) e N-ingerido (g/dia), linha de tendência corresponde à equação 7; (b): Resíduos de N-fecal em função de N-fecal Observado para equação 7.

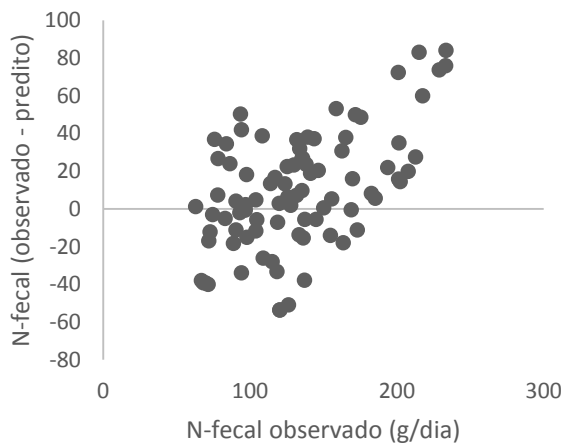


Figura 8: Resíduos de N-fecal (g/dia) em função de N-fecal Observado (g/dia) para equação 8.

4.4. EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA EXCREÇÃO TOTAL DE N

Foi elaborada, através do banco de dados 1, uma equação de predição, baseada em modelos mistos, para excreção total de N (N-urina + N-fezes) por vacas lactantes (Tabela 6). A regressão linear simples (variável independente: N-ingerido) foi selecionada entre as variáveis que apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$).

A conversão de N-ingerido no total de N excretado (urina+fezes), bem como o resíduo da excreção total de N (valores observados subtraídos os valores preditos) em função dos valores observados para a equação 9, é ilustrada na Figura 9. A quantidade total de N excretada apresentou relação linear com a ingestão de N, tal comportamento também foi relatado por Kebreab et al. (2001).

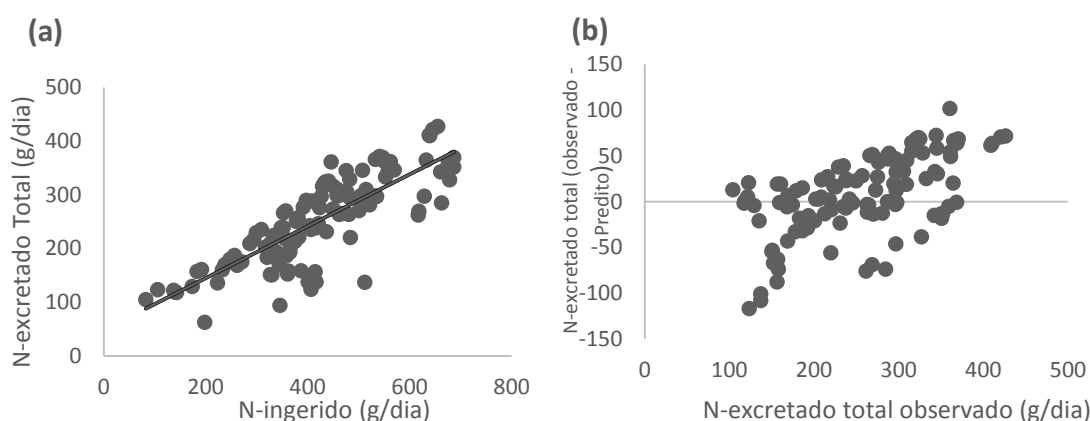


Figura 9 - (a): Relação entre N-excretado total (g/dia) e N-ingerido (g/dia), linha de tendência corresponde à equação 9; (b): Resíduos de N-excretado total em função de N-excretado total observado para equação 9.

A análise dos dados mostrou que o aumento na excreção de N por vacas leiteiras está relacionado com o aumento do consumo de concentrados proteicos. Este aumento no consumo de proteínas é justificável, uma vez que existem ganhos marginais em termos de produção animal, entretanto um grave dano ocorre em termos de poluição ambiental pela maior eliminação de N.

Quando foram reduzidos os níveis de proteína na dieta, os níveis totais de excreção de N diminuíram (Castillo et al., 2001b). Kohn et al. (1997), também relataram que a manipulação nutricional pode levar a reduções de

perdas de N. Redução na degradabilidade ruminal da proteína de concentrados foi testada para reduzir N total excretado e a proporção de N-urina N nas excreções (Castillo et al., 2001b).

A manipulação da dieta pode ser utilizada para reduzir a quantidade de N excretado e particularmente a forma em que é excretada porque, em termos de poluição, N excretado na urina tem um impacto maior do que o N excretado nas fezes. A disponibilidade de energia é crucial para a eficiência na utilização de N e pode influenciar a proporção de N excretado na urina e fezes. A melhoria na eficiência de conversão de N-ingrido em N excretado no leite (N-leite) pode contribuir também para redução da excreção fecal e urinária de N e, assim, consequentemente, amenizar os danos ao meio ambiente.

4.5. BANCO DE DADOS 2

O banco de dados 2 foi construído para validar as equações de predição elaboradas a partir do banco de dados 1 e compará-las com outras equações descritas na literatura internacional. Um resumo dos estudos que formam o banco de dados 2 é apresentado na Tabela 7, com os dados de média, n, DP e valores máximos e mínimos de N-ingrido, N-urina, N-fezes, N-leite, NUL, NUP, N-microbiano, %PB da dieta, CMS, CPB, CNDT, produção de leite, peso vivo.

4.6. VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA N-URINA

As equações de predição para N-urina (Tabela 6) foram validadas utilizando o banco de dados 2 (Tabela 7) e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção urinária de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 8. A Figura 10 apresenta a relação entre valores observados no banco de dados 2 e valores preditos pelas equações.

A equação 1, que tem como variável independente a concentração de NUL, rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$), além de ter apresentado valor de CCC baixo (Tabela 8), logo não foi capaz de estimar corretamente a excreção urinária de N por vacas em lactação.

Tabela 7: Média, Desvio-padrão (DP), valores máximos e mínimos e número de repetições (n) obtidos para as diferentes variáveis.

Variável	Média	DP	Máximo	Mínimo
<i>Peso Vivo e Parâmetro Produtivo</i>				
Produção Leite (kg/dia)	21,09	8,78	33,68	8,43
Peso (Kg)	541,89	73,51	677,60	435,00
<i>Parâmetros Dietéticos</i>				
PB Dieta (✓)	15,71	1,69	18,66	12,87
CMS (Kg/dia)	17,68	2,97	23,18	11,76
CPB (kg/dia)	2,87	0,62	4,31	1,39
CNDT (kg/dia)	11,75	2,60	16,58	5,67
<i>Compostos Nitrogenados e Produção Microbiana</i>				
N ingerido (g/dia)	459,78	96,19	689,60	266,70
N-fecal (g/dia)	127,80	24,58	195,24	91,54
N-urina (g/dia)	135,11	59,42	258,70	25,43
N-Leite (g/dia)	107,24	37,24	159,86	38,54
N-excretado total (g/dia)	265,64	74,27	391,40	126,13
NUL (mg/dL)	10,73	4,21	20,05	4,94
NUP (mg/dL)	18,05	5,29	25,82	6,23
Nmic (g/dia)	228,73	65,07	409,92	89,98

As equações 2 (com variável independente a produção diária de leite), 3 (com variável independente o consumo diário de N) e 4 (regressão múltipla de variáveis independentes os consumos diários de N e matéria seca), não rejeitaram as hipóteses de nulidade para as inclinações e interceptos ($P > 0,05$), e apresentaram valores razoáveis de CCC (Tabela 8), o que as tornam capazes de estimar a excreção urinária de N por vacas lactantes.

Tabela 8: Média (g/dia) e estatística descritiva de relacionamento entre valores observados e preditos de excreção urinária de N por vacas lactantes.

Item	N-urina						
	Obs ^a	Eq. 1	Eq. 2	Eq. 3	Eq. 4	Eq. H	Eq. R1
Média	135,11	129,03	139,85	144,54	144,17	206,65	168,99
DP	59,42	16,32	39,07	24,32	25,27	42,12	29,99
Máximo	258,70	163,74	192,85	203,44	205,22	313,44	241,64
Mínimo	25,43	106,02	82,67	101,95	103,16	136,44	116,47
R	-	-0,27	0,49	0,51	0,60	0,45	0,51
CCC ^b	-	-0,14	0,45	0,35	0,42	0,22	0,32
Regressão							
<i>Intercepto</i>							
Valor	-	226,69	30,73	-44,01	-66,44	3,23	-34,69
EP ^e	-	63,96	25,47	40,88	36,63	35,15	38,81
P	-	0,001	0,23	0,29	0,07	0,93	0,38
<i>Inclinação</i>							
Valor	-	-0,87	0,75	1,24	1,40	0,64	1,00
EP ^e	-	0,49	0,18	0,28	0,25	0,17	0,23
P	-	0,0005	0,15	0,39	0,12	0,03	0,98
MSEP ^c	-	3695,31	2754,14	2700,79	2425,16	8108,35	3727,02
SB(/)	-	5,49	0,82	3,30	3,39	63,13	30,82
MaF(/)	-	0,12	3,51	1,23	4,10	2,82	0,001
MoF(/)	-	69,93	95,67	95,47	92,51	34,05	69,18
RMSEP ^d							
g/dia	-	60,78	52,48	51,97	49,24	90,05	61,05
/	-	47,11	37,52	35,95	34,16	43,57	36,12

^aObs.: Valores observados

^bCCC: Coeficiente de correlação e concordância

^cMSEP: erro médio quadrado da predição; SB= erro quadrado; MaF= magnitude de flutuação aleatória; MoF: modelo de flutuação aleatória

^dRMSEP= raiz quadrada do erro médio de predição, em g/dia e % dos valores médios observados

^eEP: Erro padrão.

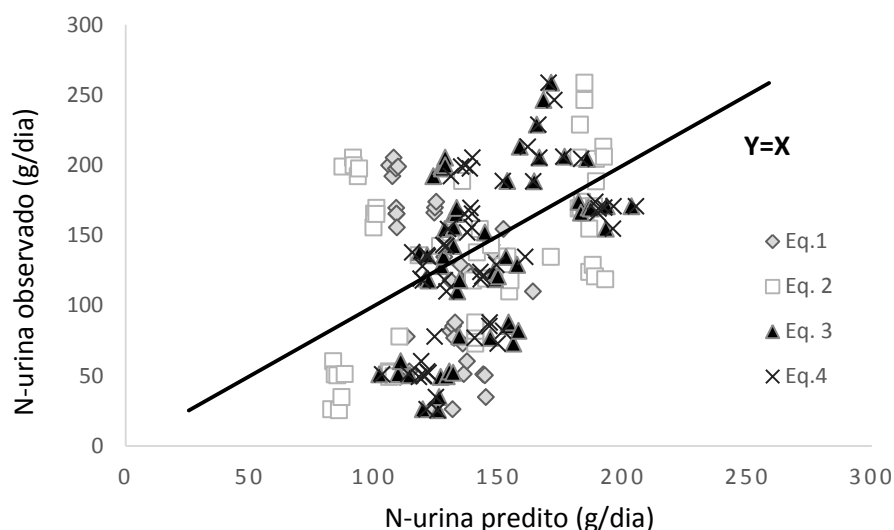


Figura 10: Relação entre valores observados no banco de dados 2 e preditos pelas equações de N-urina (g/dia).

As equações 2 e 4 apresentam acurácia de predição semelhante, pois apresentaram valores de CCC muito próximos, entretanto, ambas estimam N-urina com maior acurácia do que a equação 3. Os valores de MSE e RMSEP foram menores para a equação 4, além dessa ter apresentado menor AIC que as equações 2 e 3, o que sugere ser essa a melhor equação para predição da excreção urinária (Tabelas 6 e 8).

As equações descritas na literatura internacional (Tabela 2) também foram testadas no banco de dados 2 e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção urinária de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 8. A equação H de Huhtanen et al. (2008) rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação ($P < 0,05$), logo, não estima adequadamente N-urina. Já a equação R1 de Reed et al. (2015) não rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P > 0,05$), entretanto, os seus valores de CCC são menores e os valores de MSE e RMSEP são maiores, quando comparadas às equações 2, 3 e 4 desta metanálise. Portanto, as equações propostas neste estudo estimam a excreção urinária de N por vacas lactantes com maior acurácia, quando aplicadas ao banco de dados 2.

4.7. VALIDAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE PREDIÇÃO PARA N-FECAL

As equações de predição para N-fezes (Tabela 6) foram validadas utilizando o banco de dados 2 e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção fecal de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 9. A Figura 11 apresenta a relação entre valores observados no banco de dados 2 e valores preditos pelas equações.

As equações 5 (com variável independente o consumo diário de NDT), 6 (com variável independente a produção diária de leite) e 8 (regressão múltipla de variáveis independentes os consumos diários de N e NDT), rejeitaram as hipóteses de nulidade para as inclinações e interceptos ($P < 0,05$), logo não foram capazes de estimar corretamente, quando aplicadas ao banco de dados 2, a excreção fecal de N por vacas em lactação (Tabela 9).

A equação 7, que tem como variável independente o consumo diário de N, não rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P > 0,05$), apresentou valor 0,57 de CCC, e menores valores de MSEP e RMSEP, o que a torna capaz de estimar a excreção fecal de N por vacas lactantes com maior acurácia do que as equações 5, 6 e 8 (Tabela 9).

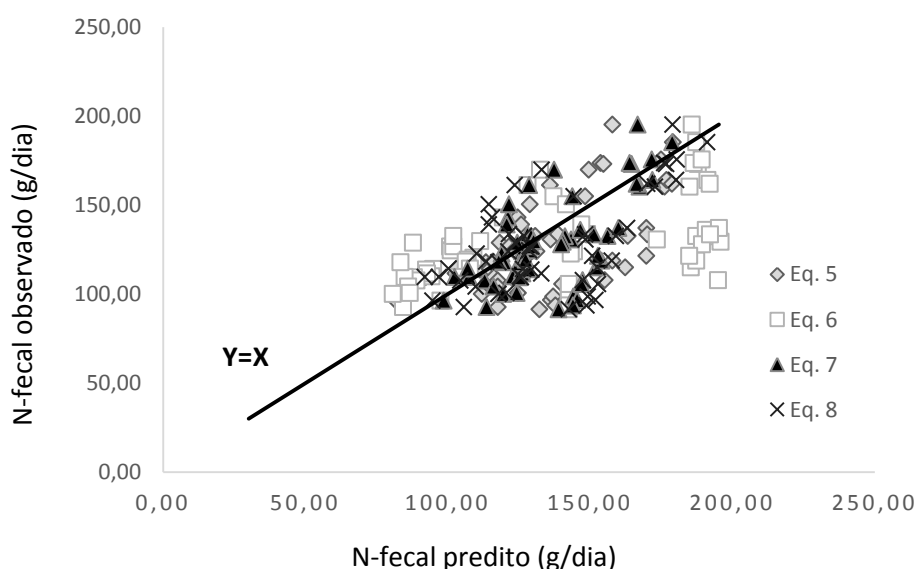


Figura 11: Relação entre valores observados no banco de dados 2 e preditos pelas equações de N-fecal (g/dia).

As equações descritas na literatura internacional (Tabela 2) também foram testadas no banco de dados 2 e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção fecal de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 9. A equação C de Castillo et al. (2000) rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação ($P < 0,05$) e a equação R2 de Reed et al. (2015) rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$), logo, ambas não estimam adequadamente N-fezes. A equação 7, proposta neste estudo, apresentou maior valor de CCC e menores valores de MSEP e RMSEP, assim estima a excreção fecal de N por vacas lactantes com maior acurácia, quando aplicadas ao banco de dados 2.

Tabela 9: Média (g/dia) e estatística descritiva de relacionamento entre valores observados e preditos de excreção fecal de N por vacas lactantes.

Item	N-fecal						
	Obs ^a	Eq. 5	Eq. 6	Eq. 7	Eq. 8	Eq. C	Eq. R2
Média	127,80	135,81	137,29	135,77	136,23	149,41	159,73
DP	24,58	24,06	41,11	18,77	25,32	20,74	30,99
Máximo	195,24	179,10	195,85	178,93	191,11	197,12	215,62
Mínimo	91,54	81,79	80,71	98,58	91,91	108,31	100,28
R	-	0,62	0,54	0,62	0,60	0,62	0,50
CCC ^b	-	0,59	0,46	0,57	0,57	0,42	0,29
Regressão							
<i>Intercepto</i>							
Valor	-	35,61	83,18	16,71	43,43	17,19	64,57
EP ^e	-	17,03	9,44	18,41	16,65	18,33	14,68
P	-	0,04	0,00001	0,37	0,01	0,35	0,00005
<i>Inclinação</i>							
Valor	-	0,68	0,33	0,82	0,62	0,74	0,39
EP ^e	-	0,12	0,07	0,13	0,12	0,12	0,09
P	-	0,01	0,00001	0,18	0,003	0,03	0,00001
MSEP ^c	-	538,38	1265,53	437,20	597,56	857,54	1810,29
SB(/)	-	10,55	7,11	14,51	10,60	54,42	56,31
MaF(/)	-	10,64	59,81	2,62	14,97	3,33	19,05
MoF(/)	-	78,81	33,08	82,87	74,43	42,25	24,64
RMSEP ^d							
g/dia	-	23,20	35,57	20,91	24,45	29,28	42,55
/	-	17,09	25,91	15,40	17,94	19,59	26,64

^aObs.: Valores observados

^bCCC: Coeficiente de correlação e concordância

^cMSEP: erro médio quadrado da predição; SB= erro quadrado; MaF= magnitude de flutuação aleatória; MoF: modelo de flutuação aleatória

^dRMSEP= raiz quadrada do erro médio de predição, em g/dia e % dos valores médios observados

^eEP: Erro padrão.

4.8. VALIDAÇÃO DA EQUAÇÃO DE PREDIÇÃO PARA EXCREÇÃO TOTAL DE N

A equação de predição para N-excretado total (Tabela 6) foi validada utilizando o banco de dados 2 e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção total de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 10. A Figura 12 apresenta a relação entre valores observados no banco de dados 2 e valores preditos pelas equações.

A equação 9, que tem como variável independente o consumo diário de N, não rejeitou a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P > 0,05$), e apresentou valor 0,53 de CCC, o que a torna capaz de estimar a excreção total de N por vacas lactantes com acurácia.

As equações descritas na literatura internacional (Tabela 4) também foram testadas no banco de dados 2 e os parâmetros de relacionamentos entre valores observados e preditos para excreção total de N por vacas em lactação estão apresentados na Tabela 10. A equação Y de Yan et al. (2006) e a equação R3 de Reed et al. (2015) rejeitaram a hipótese de nulidade para a inclinação e intercepto ($P < 0,05$), logo, ambas não estimam adequadamente N-excretado total. A equação 9, proposta neste estudo, apresentou maior valor de CCC e menores valores de MSEP e RMSEP, assim estima a excreção total de N por vacas lactantes com maior acurácia, quando aplicadas ao banco de dados 2.

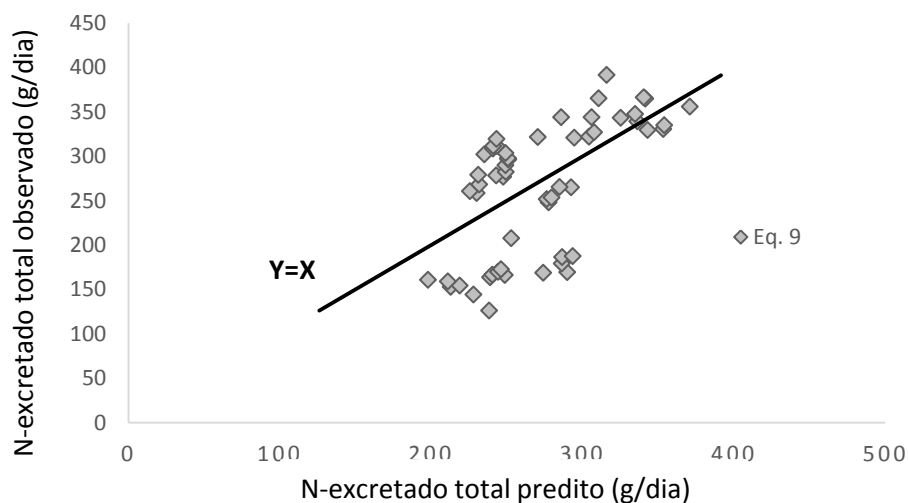


Figura 12: Relação entre valores observados no banco de dados 2 e preditos pelas equações de N-excretado total (g/dia).

Tabela 10: Média (g/dia) e estatística descritiva de relacionamento entre valores observados e preditos de excreção total de N por vacas lactantes.

Item	N-excretado Total			
	Obs ^a	Eq. 9	Eq. Y	Eq. R3
Média	265,64	272,24	324,99	315,11
DP	74,27	42,39	65,24	61,64
Máximo	391,40	370,87	489,59	471,29
Mínimo	126,13	197,96	195,19	194,72
R	-	0,62	-0,27	-0,25
CCC ^b	-	0,53	-0,21	-0,19
Regressão				
<i>Intercepto</i>				
Valor	-	-29,46	372,83	362,37
EP ^e	-	52,09	50,69	51,37
P	-	0,57	0,00001	0,00001
<i>Inclinação</i>				
Valor	-	1,08	-0,31	-0,31
EP ^e	-	0,19	0,15	0,16
P	-	0,66	0,00001	0,00001
MSEP ^c	-	3399,16	14687,37	13884,11
SB(/)	-	1,28	18,75	17,63
MaF(/)	-	0,37	0,37	12,91
MoF(/)	-	98,35	45,79	36,47
RMSEP ^d				
g/dia	-	58,30	121,19	117,83
/	-	21,41	37,29	37,39

^aObs.: Valores observados

^bCCC: Coeficiente de correlação e concordância

^cMSEP: erro médio quadrado da predição; SB= erro quadrado; MaF= magnitude de flutuação aleatória; MoF: modelo de flutuação aleatória

^dRMSEP= raiz quadrada do erro médio de predição, em g/dia e % dos valores médios observados

^eEP: Erro padrão.

4.9. EFICIÊNCIA DE N-LEITE (%)

As análises de eficiência de utilização de compostos nitrogenados por vacas leiteiras foram feitas utilizando os bancos de dados 1 e 2 em conjunto (Tabela 11). A média de N-leite (N secretado no leite) correspondeu a 103,63 g/dia e a média de eficiência de utilização de N-ingrido para a síntese de N-leite foi de 23,35%. Kebreab et al. (2001) obtiveram média de N-leite 121 g/dia e eficiência de utilização de N-ingrido para a síntese de N-leite foi de 28,00%. Esses dois valores de eficiência são considerados relativamente baixos, o que

torna representativo as excreções fecais e urinárias de N nas perdas obrigatórias de N.

Tabela 11: Média, Desvio-padrão (DP), valores máximos e mínimos dos compostos nitrogenados dos bancos de dados 1 e 2 em conjunto.

	Média	DP	Máximo	Mínimo
N-ingerido (g/dia)	444,45	116,97	689,60	82,60
N-fecal (g/dia)	129,94	37,54	233,59	63,06
N-urina (g/dia)	132,16	55,76	300,28	17,88
N-Leite (g/dia)	103,63	33,03	159,86	25,60
Eficiência N-leite (✓)	23,35	5,00	35,14	11,14
N-urina/N-ingerido (✓)	29,71	6,73	48,77	14,21
N-fecal/N-ingerido (✓)	29,76	10,68	49,87	4,93

*N-leite/N-ingerido (%)

Os dados de eficiência (expressa em %) de conversão do N-ingerido em N secretado no leite (N-leite) apresentaram grande dispersão e uma leve redução na medida em que o consumo de N (N-ingerido) aumentou como mostram a Figura 13 e a Tabela 12 (equação 10). Tal efeito é explicado principalmente pelo aumento na excreção urinária e fecal de N com o aumento da ingestão de N (Figuras 3a e 7a) e também foi observado por Owens et al. (2014), quando os teores de PB das dietas aumentaram. Segundo esses mesmos autores o aumento na excreção urinária de N é devido ao aumento no volume urinário diário e ao aumento do consumo de matéria seca. Já o aumento de N-fecal, se dá principalmente pelo aumento do consumo de proteína indigestível.

A excreção média de N na urina correspondeu à 29,71% do total de N consumido e a relação N-urina/N-ingerido diminui com o aumento do consumo diário de N (Figura 14 e a Tabela 12 - equação 11). Já a excreção fecal média de N representou 29,76% do N-ingerido e a relação N-fecal/N-ingerido também diminui com o aumento do consumo diário de N por vacas leiteiras (Figura 15 Tabela 12 - equação 12).

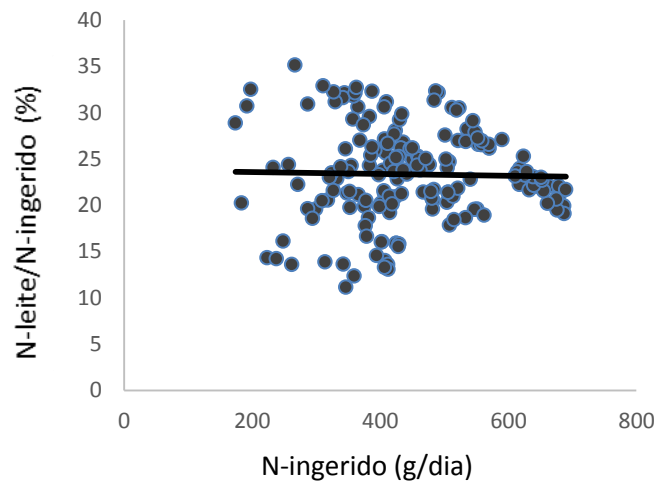


Figura 13: Eficiência de conversão de N-ingerido em N-leite (%) em função do aumento de N-ingerido (g/dia).

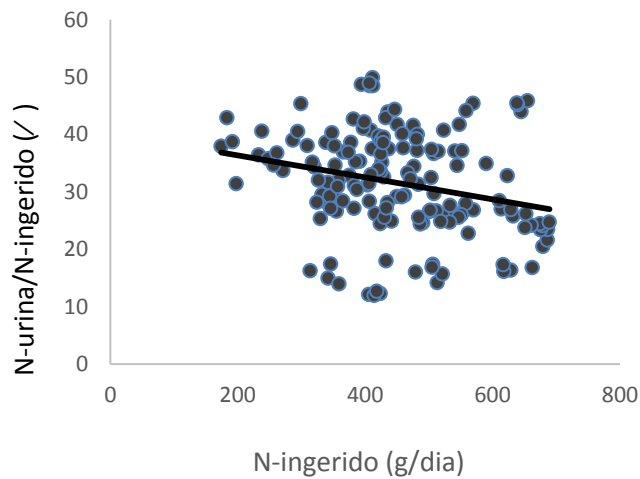


Figura 14: Conversão de N-ingerido em N-urina em função do aumento de N-ingerido (g/dia).

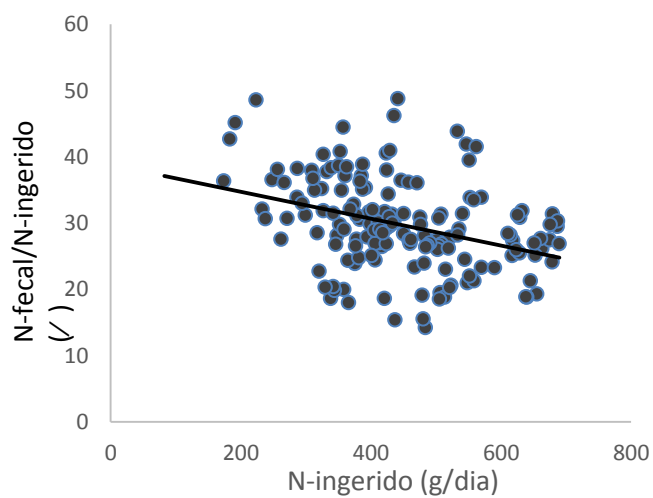


Figura 15: Conversão de N-ingerido em N-fecal (%) em função do aumento de N-ingerido (g/dia)

Tabela 12: Equações para eficiência N-leite, relação N-urina/N-ingerido, relação N-fecal/N-ingerido, concentração de NUL e produção de N microbiano (Nmic).

Equação	Variável Dependente	Intercepto (EP^a)	p	Variável Independente	Coefficiente (EP^a)	p	EV^b	AIC	BIC
10	Eficiência N-leite ^c (✓)	35,30 (0,87)	< 0,0001	N-ingerido (g/dia)	-0,03 (0,003)	< 0,0001	cs	811,1	814,6
11	N-urina/N-ingerido (✓)	38,41 (1,93)	< 0,0001	N-ingerido (g/dia)	-0,014 (0,005)	0,0099	cs	864,6	868,1
12	N-fecal/N-ingerido (✓)	45,18 (2,20)	< 0,0001	N-ingerido (g/dia)	-0,034 (0,006)	< 0,0001	cs	939,7	943,2
13	NUL ^d (mg/dL)	9,57 (1,43)	< 0,0001	N-ingerido (g/dia)	0,008 (0,003)	0,0148	vc	387,9	391,5
14	NUL ^d (mg/dL)	10,28 (1,44)	< 0,0001	Produção Leite (Kg/dia)	0,18 (0,07)	0,014	vc	393,9	397,4
15	NUL ^d (mg/dL)	4,22 (1,01)	0,0002	NUP ^f (mg/dL)	0,56 (0,06)	< 0,0001	vc	499,4	504
16	Nmic ^e (g/dia)	80,90 (25,80)	0,006	N-ingerido (g/dia)	0,34 (0,05)	< 0,0001	vc	730,8	733,2

a: erro padrão;

b: estrutura de variância;

c: N-leite/N-ingerido (✓);

d: Concentração de nitrogênio ureico no leite;

e: Produção de N microbiano;

f: Concentração de nitrogênio ureico no plasma.

4.10. CONCENTRAÇÃO DE NUL

Nas Figuras 16, 17 e 18 são mostrados os efeitos das variáveis independentes sobre NUL, bem como a dispersão dos valores observados no banco de dados 1. A concentração de NUL aumentou linearmente com o aumento de N-ingerido (Figura 16 e Tabela 12 – equação 13), da produção de leite (Figura 17 e Tabela 12 – equação 14) e da concentração de NUP (Figura 18 e Tabela 12 – equação 15).

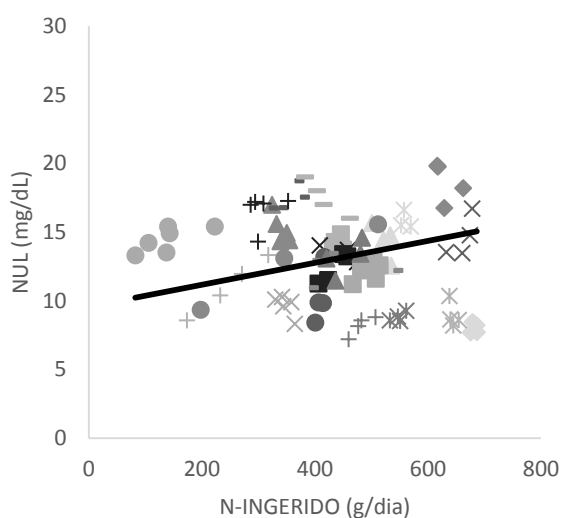


Figura 16: Relação entre NUL (mg/dL) e N-ingerido (g/dia). Linha de tendência corresponde à equação 13.

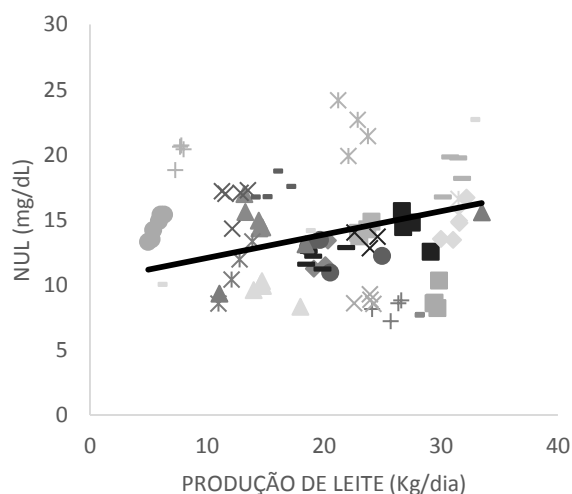


Figura 17: Relação entre NUL (mg/dL) e Produção de Leite (Kg/dia). Linha de tendência corresponde à equação 14.

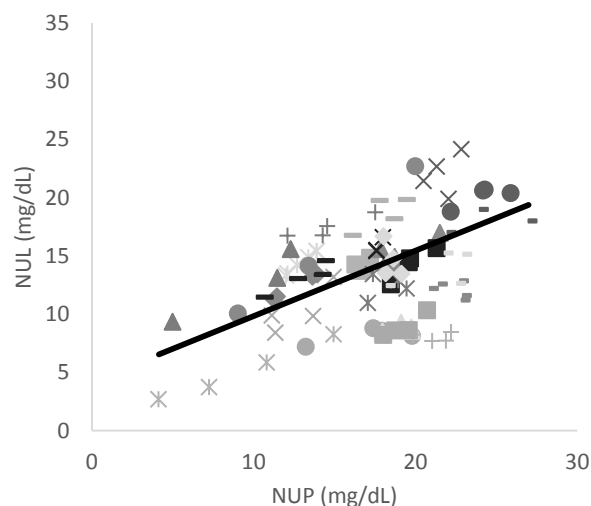


Figura 18: Relação entre NUL (mg/dL) e NUP (mg/dL). Linha de tendência corresponde à equação 15.

Nos estudos de Kebreab et al. (2001) e Kebreab et al. (2002) houve uma relação linear entre N-leite e o nível de ingestão de N. A quantidade de ureia excretada na urina por uma vaca é diretamente proporcional à concentração de ureia no sangue (NUP) (Ciszuk et al., 1994), e esta quantidade é proporcional à concentração de ureia no leite (NUL) (Roseler et al., 1993). A ureia formada no ciclo da ureia prontamente difunde-se através das membranas celulares. A ureia difunde-se para dentro e para fora da glândula mamária, equilibrando com a ureia no sangue.

4.11. PRODUÇÃO DE N-MICROBIANO

A Figura 19 e a Tabela 12 (equação 16) mostram a relação de aumento linear da produção de N microbiano (g/dia) em função do aumento consumo de N por vacas em lactação. Com a utilização dos dados dessa metanálise, regressões múltiplas para estimar N-microbiano (em função de CPB e CNDT, por exemplo), não foram significativas ($P > 0,05$).

De La Ossa et al. (2013), Paiva (2009) e Pellizzoni (2011), relataram que a produção de N-microbiano aumentou à medida que o consumo de PB diário foi elevado. Valadares et al. (1999) e Chizzotti (2004), observaram que o aumento no consumo de concentrado em vacas com maiores produções de leite, proporcionou uma elevação da produção de N microbiano (maior consumo de

concentrado ocasionou maior CPB e, conseqüentemente, maior quantidade de N-ingerido).

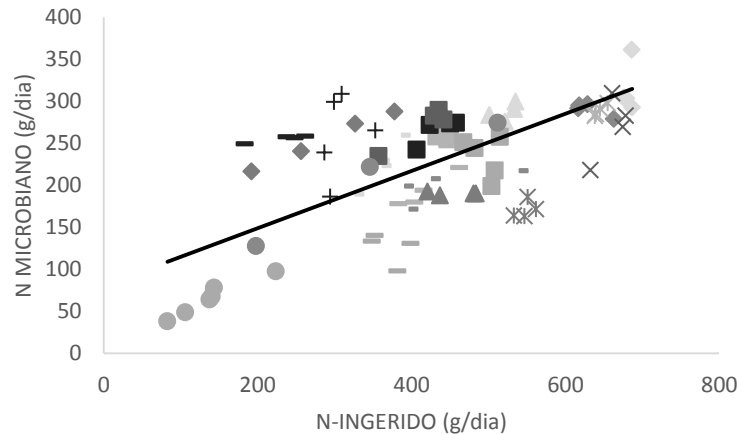


Figura 19: Produção de N microbiano (g/dia) em função de N-ingerido (g/dia)

5. CONCLUSÕES

A excreção de N na urina e fezes (g/dia) de vacas em lactação pode ser estimada a partir de parâmetros relativamente simples através das equações a seguir:

*Equação 4: N-urina (g/dia) = 38,31 + 0,37 * N-ingerido (g/dia) – 3,85 * CMS (Kg/dia)*

*Equação 7: N-fecal (g/dia) = 47,91 + 0,19 * N-ingerido (g/dia)*

*Equação 9: N-excretado total (g/dia) = 53,65 + 0,46 * N-ingerido (g/dia)*

A eficiência (expressa em %) de conversão do N-ingerido em N excretado no leite (N-leite) diminui na medida em que se aumenta o consumo de N (g/dia) por vacas lactantes. A produção de Nmic aumenta quando o N-ingerido aumenta. A concentração de NUL (mg/dL) aumenta linearmente com o aumento de N-ingerido, da produção de leite e da concentração de NUP.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALESSIO, D. R. M. **Estudo meta-analítico e análise de banco de dados do teor de lactose do leite bovino**. 2013. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2013.

ALVES, F. A.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ZERVOUDAKS, L. K.; CABRAL, L. S.; LEONEL, F. P.; PAULA, N. F. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.3, p.532-540, 2010.

ANUALPEC 2015. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2015. 400p.

ARAÚJO, C. E. **Fontes de ácidos graxos ω -6 na alimentação de vacas leiteiras**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2013.

AZEVEDO, S.T. ***Lactobacillus buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar e cana fresca na dieta de vacas leiteiras**. 2008. 74 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2008.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M. D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 9-21, 2005.

BARLETTA, R.V. **Grão de soja cru e integral na alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2010.

BERCHIELLI, T.T. Avaliação dos indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 830-833, 2000.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

BROUDISCOU, L.; JOUANY, J. P. Reassessing the manipulation of protein-synthesis by rumen microbes. **Reproduction Nutrition Development**, v. 35, n. 5, p. 517-535, 1995.

CALOMENI, G. D. **Utilização de ureia encapsulada de liberação lenta na alimentação de vacas em lactação**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2011. 93p.

CARVALHO, G.G.P. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos, novilhas e vacas em lactação**. 2008. 304 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

CASTILLO, A. R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D. E.; FRANCE, J. A review of efficiency of nitrogen utilisation in dairy cows and its relationship with the environmental pollution. **Journal Animal Feed Science**. v. 9, p. 1–32, 2000.

CASTILLO, A. R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D. E.; BARBI, J. H.; SUTTON, J. D.; KIRBY, H. C.; FRANCE, J. 2001a. The effect of energy supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. **Journal of Animal Science**. v. 79, p. 240–246, 2001.

CHEN, G.; RUSSELL, J. B. More monensin-sensitive, ammonia-producing bacteria from the rumen. **Applied Environmental Microbiology**. v. 55, p. 1052-1057, 1989.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.138-146, 2007.

CHIZZOTTI, M. L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras.** 2004. 132 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

CISZUK, A. U.; GEBREGZIABHER, T. Milk urea as na estimate of urine nitrogen of dairy cows and goats. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 44, p. 87–95, 1994.

CLARK, J. H.; KLUSMEYER, T. H.; CAMERON, M. R. Microbial protein-synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy-cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 8, p. 2304-2323, 1992.

CONTI, L. H. A. **Efeito do teor de proteína e fonte nitrogenada em dietas com cana-de-açúcar sobre frações proteicas do leite, balanço nitrogenado e parâmetros metabólicos sanguíneos de vacas lactantes.** 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2011.

CORDEIRO, C.F.A. **Níveis crescentes de proteína bruta na dieta de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar.** 2006. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2006.

CORRÊA, A.M.V. **Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras.** 2007. 149 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

COSTA, M. G. **Cana-de-açúcar e concentrado em diferentes proporções para vacas leiteiras.** 2004. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

COSTA, M. G. **Rações com diferentes fontes de gordura para vacas em lactação**. 2008. 140 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

COTTA, M. A.; HESPELL, R. B. Protein and amino acid metabolism of rumen bacteria. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUM, W. L.; DOBSON, A. (Ed.). Control of digestion and metabolism in ruminants. New Jersey, USA: Prentice-hall, **Englewood Cliffs**, 1986. p.122- 136.

CRUZ, M.C.S. et al. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Acta Science**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 47-56, 2006.

DE LA OSSA, J.E.P.; LANA, R.P.; GUTIERREZ, G.S.; BALBINO, E.M.; SILVA, J.C.P.M. Formas de utilização de cana-de-açúcar e níveis de suplementação concentrada para vacas mestiças leiteiras de baixa produção. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.1, p.138-150, Julho 2013.

DEL VALLE, T. A. **Quitosana associada a fonte de lipídeos na alimentação de vacas em lactação**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2014.

DONG, R.L.; ZHAO, G.Y.; CHAI, L.L.; BEAUCHEMIN, K.A. Prediction of urinary and fecal nitrogen excretion by beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.10, p. 2527-2540, 2014.

DOU Z.; KOHN, R.A.; FERGUSON, J. D.; BOSTON, R. C.; NEWBOLD, J. D. Managing nitrogen on dairy farms: An integrated approach I. Model Description. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.2071–2080, 1996.

EMBRAPA MEIO AMBIENTE: **Emissões de Óxido Nitroso provenientes de solos agrícolas**. Relatórios de Referência, 2006. 129 p.

EUROPEAN CENTRE FOR ECOTOXICOLOGY & TOXICOLOGY OF CHEMICALS. **Ammonia emissions to air in Western Europe**. Technical Report no. 62. Brussels: ECETOC, 1994.

FEITOSA, E. M. S. **Síntese de proteína microbiana e balanço de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com raspa de mandioca e silagem de milho em substituição à palma**. 2013. 49 f. Dissertação (Mestrado em Sanidade e Reprodução de Ruminantes) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

FREITAS, D. R.; CAMPOS, J. M. S.; MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; FRANCO, M.O.; MARTINS, E.C.; RODRIGUES, B.M.C.; OLIVEIRA, A.S. Levedura seca integral na alimentação de vacas lactantes. **Arquivo Brasileiro e Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.211-220, 2015.

FREITAS JÚNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; GANDRA, J.R.; RENNÓ, L.N.; RODRIGUES, G.H.; SANTOS, M.V.; OLIVEIRA, M.D.S. Nutrients balances and milk fatty acid profile of mid lactation dairy cows supplemented with unsaturated fatty acid. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.14, n.2, p.322-335, 2013.

GANDRA, J. R.; RENNÓ, F. P.; FREITAS JÚNIOR, J. E.; MATURANA FILHO, M.; BARLETTA, R. V. Nutrients balances and milk fatty acid profile of mid lactation dairy cows supplemented with monensin. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.4, p.1180-1196, 2012.

GANDRA, J. R. **Fontes de ácidos graxos ω 3 e ω 6 em dietas de vacas leiteiras no período de transição e início de lactação.** 2012. 170 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2012.

GONÇALVES, G. S. **Fontes de compostos nitrogenados para vacas lactantes em confinamento.** 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1707-1728, 1980.

HARVATINE, K.J.; ALLEN, M.S. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1104-1112, 2006.

HRISTOV, A.N.; PRICE, W.J.; SHAFII B. A meta-analysis examining the relationship among dietary factors, dry matter intake, and milk and milk protein yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.2184-2196, 2004.

HRISTOV, A.N.; PRICE, W.J.; SHAFII B. A meta-analysis on the relationship between intake of nutrients and body weight with milk volume and milk protein yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2860-2869, 2005.

HUNTINGTON, G. B.; ZETINA, E. J.; WHITT, J. M.; POTTS, W. Effects of dietary concentrate level on nutrient absorption, liver metabolism, and urea kinetics of beef steers fed isonitrogenous and isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 908-916, 1996.

HUNTINGTON, G. B. Hepatic urea synthesis and site and rate of urea removal from blood of beef steers fed alfalfa hay or a high concentrate diet. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 215-223, 1989.

HUNTINGTON, G. B. Uptake and transport of nonprotein nitrogen by the ruminant gut. **Federation Proceedings**, v. 45, p. 2272-2276, 1986.

HUHTANEN, P.; NOUSIAINEN, J. I.; RINNE, M.; KYTÖLÄ, K.; KHALILI, H. Utilization and partition of dietary nitrogen in dairy cows fed grass silage-based diets. **Journal of Dairy Science**, v.91, p. 3589–3599, 2008.

IPCC, OECD, IEA, 1997. Revised 1996 IPCC. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Bracknell: UK.

ISOZAKI, T.; GILLIN, A. G.; SWANSON, C. E.; SANDS, J. M. Protein restriction sequentially induces new urea transport processes in rat initial IMCD. **American Journal of Physiology**, v. 266, p. F756–F761, 1994.

JONKER, J. S., et. al. Using Milk Urea Nitrogen to Predict Nitrogen Excretion and Utilization Efficiency in Lactating Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681–2692, 1998.

KALSCHEUR, K. F.; BALDWIN, R. L.; GLENN, B. P.; KOHN, R. A. Milk production of dairy cows fed differing concentrations of rumen-degraded protein. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 1, p. 249-259, 2006.

KALSCHEUR, K. F.; VANDERSALL, J. H.; ERDMAN, R. A.; KOHN, R. A.; RUSSEKCOHEN, E. Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid, and late lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 3, p. 545-554, 1999.

KEBREAB, E.; CASTILLO, A. R.; BEEVER, D. E.; HUMPHRIES, D. J.; FRANCE, J. Effects of management practices prior to and during ensiling and concentrate type on nitrogen utilisation in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1274–1285, 2000.

KEBREAB, E., J. FRANCE, D. E. BEEVER, AND A. R. CASTILLO. Nitrogen pollution by dairy cows and its mitigation by dietary manipulation. **Nutrition Cycling Agroecosyst**, v.60, p. 275–281, 2001.

KEBREAB, E., et. al. A dynamic model of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of impact of N excretion on the environment. **Journal of Animal Science**, v.80, p.248-259, 2002.

KENNEDY, P. M.; MILLIGAN, L. P. The degradation and utilization of endogenous urea the gastrointestinal tract of ruminants: A review. **Journal of Animal Science**, v. 60, p. 205- 221,1980.

KOHN, R. A., et. al. Evaluation of Models to Estimate Urinary Nitrogen and Expected Milk Urea Nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.227–233, 2002.

KOHN, R. A.; DOU, Z.; FERGUSON, J. D.; BOSTON, R. C. A sensitivity analysis of nitrogen losses from dairy farms. **Journal of Environmental Management**, v.50, p.417–428, 1997.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in the ruminant: A review. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.E223–E236, 2001.

LOVATTO, P.A.; QUADROS, F.L.F.; SILVEIRA, V. Modelagem animal: análise e perspectivas do ponto de vista acadêmico brasileiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM PRODUÇÃO ANIMAL, 2006, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, 2006.

LUCAS JÚNIOR, J.; AMORIM, A.C. Manejo de dejetos: fundamentos para a integração e agregação de valores. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2005, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: Zootec, 2005.

LUDDEN, P. A.; STOHRER, R. M.; AUSTIN, K. J.; ATKINSON, R. L.; BELDEN, E. L.; HARLOW, H. J. Effect of protein supplementation on expression and distribution of urea transporter-B in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1354–1365, 2009.

MACHADO, H.V.N. **Suplementação lipídica para vacas em lactação: perfil de ácidos graxos e teor de ácido linoléico conjugado na gordura do leite**. 2012. 104 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

MARQUES, D. C. **Manejo**. In: MARQUES, D.C. Criação de bovinos. Belo Horizonte: Consultoria Veterinária e Publicações, 2003. p.103-120.

MARTIN, O.; SAUVANT, D. Metaanalysis of input/output kinetics in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.3363-3381, 2002.

MARTINS, S.C.S.G. **Cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos em dietas para vacas mestiças em lactação**. 2013. 152 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

MAZZUCO, H. Ações sustentáveis na produção de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 230-238, 2008.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Balanço de Compostos Nitrogenados, Produção de Proteína Microbiana e Concentração Plasmática de Ureia em Vacas Leiteiras Alimentadas com Dietas à Base de Cana-de-Açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.493-503, 2004.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E.; PESSOA, R.A.S. Carvão de algodão em dietas à base de palma forrageira para vacas leiteiras: síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.912-920, 2007.

MINGOTI, R.D. **Desempenho produtivo, digestão e metabolismo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes concentrações de quitosana nas dietas**. 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2013.

MOURA, A. M. **Milho diferindo no processamento para vacas leiteiras em pastejo**. 2013. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2013.

NAVES, A.B. **Grão de soja integral e moído na alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2010.

NOUSIAINEN, J.; RINNE, M.; HUHTANEN, P. A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 1. The effects of forage and concentrate factors on total diet digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.92, p.5019-5030, 2009.

NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academy Press, 2001. v. 7, 381 p.

NENNICH, T. D.; HARRISON, J. H.; VANWIERINGEN, L. M.; MEYER, D.; HEINRICHS, A. J.; WEISS, W. P.; ST-PIERRE, N. R.; KINCAID, R. L.; DAVIDSON, D. L.; BLOCK, E. Prediction of manure and nutrient excretion from dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.3721–3733, 2005.

NENNICH, T. D., et. al. Prediction and Evaluation of Urine and Urinary Nitrogen and Mineral Excretion from Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.353–364, 2006.

OBARA, Y.; SHIMBAYASHI, K. The appearance of recycled urea in the digestive tract of goats during the final third of a once daily feeding of a low-protein diet. **British Journal of Nutrition**. v. 44, p. 295-305, 1980.

OLIVEIRA, A.S. **Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações contendo diferentes teores de ureia.** 2000. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2000.

OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras.** 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

OLIVEIRA, M.M.N.F. **Ureia para vacas leiteiras no pós-parto: dinâmica folicular e características reprodutivas.** 2001. 105 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

OLIVEIRA, J. S. O. **Vacas lactantes submetidas à dieta com níveis de orégano.** 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2012.

OLIVEIRA, V.S. **Substituição total do milho e parcial do feno de capim tifton por palma forrageira em dietas para vacas da raça holandesa em lactação.** 2006. 89 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, 2006.

ONODERA, R. Ureolytic activity of the washed cell suspension of rumen ciliate protozoa. **Agricultural Biology Chemistry Bunkyo-Ku**, v. 41, p. 2177-82, 1977.

OWENS, F. N. INVITED REVIEW: Applied protein nutrition of ruminants—Current status and future directions. **The Professional Animal Scientist**, v.30, p. 150–179, 2014.

PAIVA, V.R. **Níveis de proteína bruta em dietas para vacas leiteiras da raça holandesa em confinamento.** 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

PELLIZZONI, S.G. **Estimativa da excreção urinária de derivados de purinas a partir do consumo de NDT e determinação da contribuição endógena em vacas de leite.** 2011. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

PINA, D.S. **Fontes de proteína para vacas em lactação.** 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

PORTO JUNIOR, A. F. **Farelo de mamona detoxicada em dietas de vacas leiteiras em pastejo.** 2015. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2015.

RANGEL, A.H.N. **Cana-de-açúcar na alimentação de vacas e novilhas leiteiras em crescimento.** 2005. 69 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

RECKTENWALD, E. B.; ROSS, D. A.; FESSENDEN, S. W.; WALL, C. J.; VAN AMBURGH, M. E. Urea-N recycling in lactating dairy cows fed diets with 2 different levels of dietary crude protein and starch with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v.97, p.1611–1622, 2014.

REED, K.F.; MORAES, L.E.; CASPER, D.P.; KEBREAB, E. Predicting nitrogen excretion from cattle. **Journal of Dairy Science**, v.98, p.3025–3035, 2015.

RÊGO, A. C. **Silagem de milheto e de milho na dieta de vacas leiteiras.** 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2012.

REYNAL, S. M.; BRODERICK, G. A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 11, p. 4045-4064, 2005.

RODRIGUES, S. L. Metanálise: um guia prático. **Revista HCPA**, v.30(4), p. 436-447, 2010.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J.; HERREMA, J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p. 525–534, 1993.

RUSSEL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, v.292, p.1119-1122, 2001.

RUSO, M.W. How to review a meta-analysis. **Gastroenterology & Hepatology**, v.3, p. 637-642, 2007.

SÁ, J. F. **Farelo de palma (*Opuntia ficus indica*) na alimentação de vacas em lactação**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2012.

SANDS, J. M. Regulation of renal urea transporters. **Journal of the American Society of Nephrology**, v.10, p.635–646, 1999.

SANTOS, F. A. P. **Metabolismo de Proteínas**. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V., 2006.

SANTOS, G.T.; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição vacas leiteiras. In: SINLEITE - NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.225-248.

SANTOS, J. F.; DIAS JÚNIOR, G. S.; BITENCOURT, L. L.; LOPES, N. M.; SIÉCOLA JÚNIOR, S.; SILVA, J.R.M.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, M.N. Resposta de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.423-432, 2011.

SANTOS, M. C. B. **Desempenho produtivo e resíduos no leite de vacas suplementadas com monensina sódica nas rações**. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2011.

SHABI, Z.; TAGARI, H.; MURPHY, M.; BRUCKENTAL, I.; MABJEESH, S.; ZAMWEL, S.; CELIK, K.; ARIELI, A.; TAGARI, H. Partitioning of Amino Acids Flowing to the Abomasum into Feed, Bacterial, Protozoal, and Endogenous Fractions. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 2326-2334, 2000.

SILANO, C. **Fontes nitrogenadas e teor de proteína bruta em dietas com cana de açúcar para vacas em lactação: balanço de nitrogênio e análise econômica**. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2014.

SILVA, A. C. **Raiz de mandioca integral desidratada, em substituição ao milho, na suplementação de vacas holandesas em lactação, pastejando gramíneas tropicais irrigadas**. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

SILVA, C. F. P. G. **Silagem de sorgo com alto e baixo tanino e farelo de algaroba na alimentação de vacas leiteiras**. 2013. 94 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, BA, 2013.

SILVA, J.C.P.M. **Níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen na dieta de vacas em lactação.** 2009. 73 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Ureia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.

SNIFFEN, C. J.; OCONNOR, J. D.; VANSOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets .2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, C.A. **Utilização do farelo de trigo em substituição ao fubá de milho na dieta de vacas em lactação.** 2002. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.

SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES, R.F.D. Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1860-1865, 2006.

SOUZA, D.P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho.** 2003. 79 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

SOUZA, S.M. **Farelo de glúten de milho na alimentação de vacas em lactação.** 2007. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SPEK, J.W.; DIJKSTRA, J.; van DUINKERKEN, G.; HENDRIKS, W.H.; BANINK, A. Prediction of urinary nitrogen and urinary urea nitrogen excretion by lactating dairy cattle in northwestern Europe and North America: A meta-analysis. **Journal of Dairy Science**, v.96, p.4310–4322, 2013.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B. A model to determine the optimal sampling schedule of diet components. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5383-5394, 2007.

TAMBARA, A. A. C. **Estudo meta-analítico do desempenho de bovinos de corte em pastagens tropicais**. 2011. 333 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

TAMMINGA S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. **Journal of Dairy Science**, v.75, p. 345–357, 1992.

TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. **Journal of Dairy Science**, v. 49, p. 1615-1630, 1979.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 12, p. 2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994.

VASCONCELOS, A. M.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et. al. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.425-433, 2010.

VENTURELLI, B.C. **Grão de soja cru e integral na alimentação de vacas leiteiras no terço final de lactação**. 2011. 103 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, SP, 2011.

WALLACE, R. J. Rumen microbial metabolism of peptides and amino acids. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 126, p.1326S-1334S, 1996.

WALDRIP, H. M.; TODD, R. W.; COLE, N. A. Prediction of nitrogen excretion by beef cattle: A meta-analysis. **Journal of Animal Science**, v.91, p.4290-4302, 2013.

WERNERSBACH FILHO, H.L. **Rações farelada, peletizada e extrusada na alimentação e produção de vacas leiteiras**. 2003. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.

WITHERS, L. A.; WILLIAMS, J. T. **Conservação in vitro de recursos genéticos de plantas**. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa-SPI, 1998. p. 297-330.

YAN; T., FROST, J. P.; AGNEW, R. E.; BINNIE, R. C.; MAYNE, C. S. Relationships among manure nitrogen output and dietary and animal factors in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.3981–3991, 2006.