

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

CONSUMO E CINÉTICA RUMINAL DA FIBRA ORIUNDA DA
FORRAGEM PARA CABRAS EM MANTENÇA

MARCELA SILVA RIBEIRO

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor

BOTUCATU - SP
JUNHO - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

CONSUMO E CINÉTICA RUMINAL DA FIBRA ORIUNDA DA FORRAGEM
PARA CABRAS EM MANTENÇA

MARCELA SILVA RIBEIRO
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves

Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia como parte das
exigências para obtenção do título de
Doutor

BOTUCATU - SP
JUNHO – 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

R484c Ribeiro, Marcela Silva, 1972-
Consumo e cinética ruminal da fibra oriunda da forragem para cabras em manutenção / Marcela Silva Ribeiro. - Botucatu: [s.n.], 2009.
iv, 67 f. : gráfs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009
Orientador: Heraldo Cesar Gonçalves
Inclui bibliografia.

1. Cabras. 2. Fibra efetiva. 3. Caprinos - alimentação. 4. Cinética ruminal. I. Gonçalves, Heraldo Cesar. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

DEDICATÓRIA

À minha avó Sevi de Paula Silva (em memória), que nos deixou no decorrer deste curso, nossa matriarca amada, alegria de nossas vidas, nossa eterna saudade.

Aos meus pais, Vitória Régia Silva Ribeiro e José Raimundo Ribeiro que se sacrificaram, se dedicaram, participaram e se fizeram presentes em todos os meus momentos. Sem eles não teria sido possível vencer todos os obstáculos encontrados durante este percurso. O “BEM” maior da minha vida.

Ao amigo José Gomes Nogueira (Zezinho), amante inveterado da caprinocultura.

À minha família (tios e primos) pelo apoio carinhoso.

À minha amada amiga Carolina Batista de Andrade.

À Artemis, minha companheira inseparável que participou pacientemente de todos os momentos deste curso, me acompanhando até nos dias de coleta, acarinhando meu dia a dia e tornando minha vida mais leve. Um pedaço da fraternidade divina em quatro patas.

Aos meus amigos Biriba e Guri que foram impiedosamente dizimados num ataque de abelhas, num dia de coleta. Perdi meus amigos sem chance de socorrê-los. Ficou a dor e a saudade.

Agradeço especialmente a Deus pela proteção, pela oportunidade de aprendizado, por meus pais, por minha família privilegiada e maravilhosa, pelos meus cães, pelo meu rebanho que resistiu heroicamente às dificuldades vividas. Por meus amigos, cujo amor me ajudou a concluir este curso e a me fortalecer. Pelo dia a dia, pelas conquistas, por resistir.

Senhor, obrigada por todos. Peço que os proteja e ilumine sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo querido prof. Dr. Heraldo Cesar Gonçalves, que me ajudou a superar os problemas do doutorado, bem como meus problemas pessoais, nos piores momentos que passei em minha vida, me ouvindo, me aconselhando e me SUPORTANDO.

À amiga prof. Dra. Renata H. B. Arnandes que se empenhou por esta pesquisa, que me ajudou a trabalhar com as cabras fistuladas, o que foi para mim um desafio. Que não mediu esforços e tantas vezes deixou de estar com seu bebê, para me ajudar. Impossível agradecer com palavras.

Ao velho amigo José Gomes Nogueira (Zezinho) que adaptou sozinho as instalações para o experimento, que viajava 600km para me ajudar nas coletas, que transformou as cabras pesadas e ariscas deste experimento em animais dóceis e de fácil manejo. Ao mesmo tempo em que cuidou do rebanho Vitória Régia em Resende e em muitos momentos parecia se transformar em dois. Obrigada pela cumplicidade e dedicação.

À amiga querida Raquel Ornelas Marques (Quel), presente em todo o experimento, empenhada pelo sucesso da pesquisa, não mediu esforços para que tudo desse certo. Companheira incansável, profissional competente e dedicada aos animais. Nas últimas duas coletas éramos somente nós duas! Trabalhamos muito, nos divertimos muito e dividimos momentos tristes como a perda dos meus cães, sem ela teria sido muito difícil superá-la.

Ao amigo querido prof. Dr. Carlos Elisyo Moreira da Fonseca (Cazé) pela solidariedade sem limites.

Ao prof. Dr. Antônio Celso Pezzato pelo apoio nesta pesquisa e pela amizade.

Ao prof. Dr. Luis Edvaldo Pezzato pelo empenho para que as análises bromatológicas tivessem sucesso apesar dos inúmeros problemas do laboratório.

Ao prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles sempre disposto a ajudar, incansável.

À laboratorista Gisele Setznagl e à sua filha Sarah Setznagl que não mediram esforços para que as análises bromatológicas fossem bem conduzidas. Ao laboratorista Renato Monteiro S. Diniz.

Aos colegas Maurício Furlan (Xibungo) e Marco Aurélio Factori (Nhonho).

Aos funcionários da sessão de pós-graduação Seila Cristina C. Vieira e Danilo José Teodoro Dias.

Aos funcionários Solange Aparecida Cerqueira de Souza e José Luis Barbosa de Souza, pelo apoio, carinho e prazeroso convívio.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO 1.	01
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	
Introdução	02
1) Fibra.....	03
1.1) Fibra bruta, Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) e Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA).....	04
1.2) Componentes da Fibra.....	05
1.2.1) Celulose.....	05
1.2.2) Hemicelulose.....	05
1.2.3) Lignina.....	05
1.2.4) Proteína.....	06
1.2.5) Compostos minoritários.....	06
1.2.5.1) Efetividade da Fibra.....	06
1.2.5.2) Digestibilidade da Fibra.....	07
1.2.5.3) Controle da Ingestão.....	09
Referências Bibliográficas.....	11
CAPÍTULO 2.	13
FIBRA ORIUNDA DA FORRAGEM NO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E BALANÇO DE NITROGÊNIO EM CAPRINOS	
Resumo.....	14
Abstract.....	15
Introdução.....	16
Material e Métodos.....	18
Resultados e Discussão.....	21
Conclusões.....	30
Literatura Citada.....	31
CAPÍTULO 3.	35
FIBRA DA FORRAGEM NA DEGADABILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS EM CAPRINOS	
Resumo.....	36
Abstract	37

Introdução.....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	44
Conclusões.....	57
Literatura Citada.....	57
CAPÍTULO 4.....	61
IMPLICAÇÕES.....	63
APÊNDICE.....	65

CAPÍTULO 1

Introdução

O expressivo desenvolvimento da caprinocultura no Brasil evidencia a necessidade de tornar a atividade competitiva com o uso de sistemas intensivos de produção e a formação de rebanhos leiteiros específicos de alto potencial genético. O requerimento nutricional destes animais é maior e precisa ser atendido integralmente para que se alcance máxima produtividade. Uma das áreas de pesquisa de grande importância é a nutrição, especialmente o estudo da fibra, cuja disponibilidade de informações é restrita.

As forrageiras são os alimentos mais utilizados nas dietas de ruminantes, principalmente em função de sua disponibilidade e baixo custo. Apresentam grande conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) e são as maiores fontes de carboidratos na alimentação de ruminantes. Dietas com níveis mais altos de FDN podem garantir uma fermentação microbiana adequada, que proporcione aporte significativo de proteína e outros nutrientes de origem microbiana; no entanto, podem promover restrições ao consumo alimentar, tendo em vista sua necessidade de maior tempo de permanência no rúmen (Bezerra et al., 2002). Estes autores explicam que dietas para animais de alta produção são balanceadas com o objetivo de maximizar a ingestão de energia e a síntese microbiana, o que exige, alimentos altamente fermentáveis como fontes de energia para os microrganismos ruminais. Considerando que a fibra é menos fermentável que amido e açúcares, espera-se que o conteúdo em energia fermentável de uma dieta aumente à medida que se reduz a quantidade de fibra dessa dieta (Allen, 1996). Para, maximizar a produtividade, além de uma densidade energética adequada, os animais exigem também uma quantidade mínima de fibra para garantir ruminação, produção de saliva adequada, digestão satisfatória da fibra e manutenção do pH ruminal (Mertens, 2000).

Os carboidratos são a maior fonte de energia para os microorganismos do rúmen e representam de 60 a 70% da dieta de vacas leiteiras, maiores componentes da energia líquida disponível para manutenção dos ruminantes e para produção de leite, influenciam ainda a composição do leite e são precursores da lactose e das proteínas (Ishler e Varga, 2007).

Branco (2005) ressalta que forrageiras tropicais, no entanto, apresentam grande quantidade de fibras cuja parede celular se lignifica precocemente, este processo

compromete a dinâmica de degradação e de trânsito no rúmen, determinando menor disponibilidade de energia para a produção microbiana, a partição dos nutrientes, limitando consumo e conseqüentemente comprometendo o desempenho animal. Sendo assim, o nível de fibra da dieta é muito importante na alimentação dos ruminantes, permitindo maximizar o consumo de energia, promovendo a salivação necessária, proporcionando ambiente ruminal adequado para a produção de proteína microbiana, resultando em maior desempenho e eficiência, reduzindo o custo de produção.

A literatura é muito deficitária em pesquisas relacionadas às fibras na alimentação de caprinos. As poucas informações encontradas são para bovinos, porém sabemos que embora ambas espécies sejam ruminantes, não é correto extrapolar as informações de uma espécie para a outra. Segundo Carvalho (2002), o grande problema encontrado é que as exigências são diferentes entre as espécies e, além disso, as atividades de mastigação, o tempo de retenção de partículas no rúmen e a produção de substâncias tamponantes pela saliva também são diferentes, o que torna o uso de dados teóricos encontrados em tabelas para bovinos, equivocados e sem conseqüência prática. Portanto, para que se possam calcular rações balanceadas para caprinos, visando máxima eficiência animal, é fundamental que os níveis de fibra sejam estabelecidos para estes animais.

1) Fibra

Weiss (1993) define fibra como sendo o componente estrutural das plantas (parede celular), a fração menos digestível dos alimentos que não é digerida por enzimas de mamíferos, ou ainda a fração do alimento que promove a ruminação e a saúde do rúmen.

A fibra é nutricionalmente importante por conter a parte orgânica da matéria alimentar, mais resistente às ações digestivas do trato gastrointestinal (Rodrigues, 2006). Em relação à composição alimentar, fibra é um conceito nutricional, não químico ou anatômico, utilizada tanto nos processos mecânicos da digestão, como na mastigação e passagem pelo trato digestivo, bem como na degradação enzimática associada com fermentação (Mertens, 1996).

Segundo Carvalho (2002) fibra pode ser ainda definida como sendo a fração lenta e incompletamente digerível dos alimentos, que ocupa espaço no trato

gastrointestinal dos animais. Em função de sua lenta degradação e baixa taxa de passagem através do ambiente ruminal (o que leva a uma limitação da ingestão de alimentos), o conteúdo de fibra da ração vem sendo inversamente relacionado com o conteúdo de energia líquida, ou seja, maiores teores de fibra na dieta indicam menores teores de energia líquida disponível para os animais. Portanto, em rações para animais de elevada exigência energética, como vacas e cabras leiteiras de alta produção, há uma tendência a redução no teor de fibra e aumento na utilização de alimentos concentrados na dieta, visando aumentar os níveis de energia e atender os requerimentos desses animais.

Inadequados níveis de fibra na dieta resultam em queda do pH ruminal e eficiência microbiana, acidose ruminal, redução no teor de gordura do leite e ineficiência dietética. Embora altos níveis de fibra na dieta estejam associados com alto incremento calórico e baixa conversão energética líquida, a adição de forragem em dietas com alto consumo de concentrado, pode melhorar a conversão alimentar, daí a importância de estudos buscando quantificar níveis ideais de fibra para formulação de dietas adequadas.

1.1) Fibra Bruta, Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) e Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA)

A fibra era determinada pelo procedimento de Einhof's (1806) apud Van Soest (1967), que estimava a fibra dos alimentos através de sua maceração e passagem pela peneira, a fibra seria justamente o material retido na peneira. Este método foi superado a seguir por Meyer & Lofgreen (1959), que desenvolveram um método para isolar fibra bruta como forma de determinar a fração fibrosa dos alimentos, no entanto, tal método não determina precisamente a hemicelulose, a lignina e a celulose presentes na parede celular das plantas. O valor da fibra bruta não refletirá a verdadeira quantidade de fibras dos alimentos, e o mais grave defeito desta metodologia é que parte da lignina que é considerada como parte totalmente indigerível estará fazendo parte da fração solúvel em ácidos e bases fortes (Carvalho, 2002).

Van Soest (1967) desenvolveu métodos para quantificação de FDN (conhecido como sistema de detergentes para análise de fibras dos alimentos), representando avanço na substituição do uso da FB. Neste sistema o alimento é dividido na fração

solúvel, a qual é rápida e completamente disponível e a fração insolúvel, que é lenta e incompletamente disponível. Embora a FDN não apresente propriedades ideais, a fração solúvel em detergente neutro é quase completamente disponível (95 a 98%) e apresenta perda endógena constante (11 a 15% da MS ingerida) (Carvalho, 2002).

Neste processo de descoberta da FDN, percebeu-se que os alimentos podem ser divididos em uma fração prontamente solúvel disponível e um resíduo fibroso incompletamente digestível (Van Soest, 1965).

Para quantificar os componentes isolados da fibra, Van Soest (1994) criou a fibra insolúvel em detergente ácido, esta é composta por celulose, hemicelulose, lignina, sílica e proteína insolúvel em detergente ácido (NIDA). A hemicelulose pode ser estimada através da diferença entre FDN e FDA (Mertens, 1996).

Os componentes estruturais da planta como celulose, hemicelulose, e lignina são medidos através da FDN e a celulose e a pectina são medidas pela FDA, sendo que a pectina apesar de fazer parte da parede celular, é considerada como carboidrato não estrutural porque quando comparada com a hemicelulose, é mais rapidamente fermentada pelos microorganismos do rúmen (Ishler & Varga, 2007).

1.2) Componentes da fibra

A fibra constitui-se normalmente de parede celular que por sua vez é constituída por: celulose; hemicelulose; lignina; proteína e por compostos minoritários.

1.2.1) Celulose

Segundo McDougall et al. (1994), é o polissacarídeo mais abundante da natureza, bem como o principal constituinte da parede celular. É formada por resíduos de D-glicopiranosos unidos por ligações β - 1,4 formadores de cadeias longas lineares de alto grau de polimerização e elevado peso molecular (Giger-Reverdin, 1995). Constitui cerca de 20 a 40% das plantas superiores (Van Soest, 1994).

1.2.2) Hemicelulose

É uma coleção heterogênea de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior ao da celulose (Van Soest, 1994). No caso de células maduras, encontram-se mais associadas à lignina por ligações covalentes do que a

outros polissacarídeos, tornando-se indisponíveis à solubilização (Giger-Reverdin, 1995). As hemiceluloses são xilanas, β -glicanas, xiloglicanas e mananas; apresentando diversidade estrutural e nomeadas de acordo com o monossacarídeo predominante (Goodwin & Mercer, 1988).

1.2.3) Lignina

São polímeros complexos de estrutura não totalmente conhecida, conceituada como polímeros condensados formados a partir da redução enzimática dos ácidos p -cumárico, ferúlico e sinápico em seus respectivos álcoois cumarílico, coniferílico e sinapílico, que irão condensar-se por processo oxidativo formando macromoléculas reticuladas, as ligninas. As ligninas presentes em leguminosas, geralmente, são mais condensadas e se encontram em maior quantidade, para um mesmo estágio de maturidade, do que no caso de gramíneas (Grenet & Besle, 1991).

1.2.4) Proteína

A parede celular é composta por três grupos de proteína: as extensinas com função estrutural, as proteínas ricas em glicina (GRPs) associadas à lignificação e as proteínas ricas em prolina (PRPs) que atuam na formação dos nódulos radiculares em leguminosas. Existem também outros grupos protéicos, porém menos expressivos, mas que exercem funções essenciais ao desenvolvimento celular.

1.2.5) Compostos Minoritários

Sílica, cutina e taninos, estão presentes na parede celular, associados ou não a polissacarídeos estruturais e ou lignina. Apesar de aparecerem em pequenas quantidades, estes compostos influenciam nas características físico-químicas da parede, podendo ter efeitos significativos nos processos de digestão e absorção dos componentes da parede e do conteúdo celular (Van Soest, 1994).

1.2.5.1) Efetividade da Fibra

Nutricionalmente a fibra tem atributos físicos e químicos porque participa tanto de processos mecânicos da digestão (como mastigação e passagem pelo trato digestivo), como em processos enzimáticos de degradação associados à fermentação (Mertens, 2000). Essas características químicas e físicas da fibra variam com o alimento e afetam

o desempenho animal, por isso foi criado um novo termo para definir as propriedades físicas da fibra: efetividade da fibra. A efetividade da fibra (eFDN) foi descrita como a habilidade total do alimento substituir a forragem e manter a mesma porcentagem de gordura no leite; em modelos como o Cornell Net Carbohydrate and Protein System, a eFDN também é utilizada para prever o pH ruminal. No entanto o conceito de eFDN não assume a digestão ruminal dos alimentos, a qual tem efeito no pH ruminal.

Segundo Mertens (2000), outro conceito importante relacionado à concentração de fibra, tamanho de partícula e redução no tamanho da mesma, é definido como FDN fisicamente efetiva (FDNfe). A FDNfe de um alimento é o produto de sua concentração de FDN pelo seu fator de efetividade física (fef). Por definição, fef varia a partir de 0, quando a FDN não é efetiva em estimular mastigação, até 1, quando a FDN é completamente efetiva em promover a mastigação.

Para Allen (1997), o pH ruminal é a mais importante variável na determinação dos requerimentos da fibra, principalmente para vacas leiteiras na fase inicial de lactação. No caso de redução do pH ruminal, há também queda no apetite, motilidade ruminal, atividade microbiana, e digestão da fibra, ou seja, o baixo pH tem efeito negativo direto sobre o consumo de energia e proteína absorvida, influenciando a produção leiteira de animais de alta produtividade.

De acordo com Rodrigues (1998), para recomendar fibra fisicamente efetiva nas rações, utiliza-se de peneiras apropriadas, as quais permitem a medição do percentual mínimo necessário de fibras com certo tamanho para que a ração apresente uma efetividade física suficiente para garantir ruminação adequada e a produção de saliva para o tamponamento dos ácidos produzidos no rúmen com conseqüente benefício para os animais. O consumo de FDN_e e de FDN_{ef}, são influenciados por fatores como a relação volumoso e concentrado (V:C) e como o tamanho da partícula.

1.2.5.2) Digestibilidade da fibra

É geralmente definida como a porção consumida da fibra que não é excretada nas fezes. A fibra contém uma fração indigestível e uma fração digestível, sendo que cada uma apresenta sua própria taxa de degradação. A extensão da digestão da fibra depende do tamanho da fração indigestível, da competição entre taxas de degradação e da passagem para fora do rúmen (Ishler & Varga, 2007). Segundo esses mesmos

autores, a digestibilidade da fibra ruminal é afetada pela taxa de passagem da matéria para fora do rúmen. A taxa de passagem é primeiramente afetada pela ingestão, contudo o tamanho da partícula do alimento, sua flutuação no rúmen, concentrações de fibra dietéticas e de carboidratos não fibrosos, e a taxa de digestão da parte potencialmente digestiva da fração fibrosa, podem afetar a taxa de passagem.

Segundo Tamminga et al. (1990), o processo de digestão da fibra consiste na hidrólise dos polissacarídeos e a conversão dos monossacarídeos resultantes em ácidos graxos voláteis (AGV), gases da fermentação e calor. A taxa de hidrólise é normalmente o fator limitante na digestão ruminal da fibra (Varga et al., 1998). Esta taxa é limitada pela ação das enzimas no complexo lignina-polissacarídeos, que degradam a parede celular (Chesson & Fosberg, 1988). A extensão da digestão da fibra depende da quantidade indigestível e da relação entre a taxa de degradação e de passagem. Conforme Varga et al. (1998), a digestibilidade ruminal da fibra de forragens e de outras fontes de alimentos, variam de forma muito ampla (13,5 a 78%) .

A principal fonte de variação na digestibilidade da fibra decorre das diferenças na sua estrutura, composição química e estágio de maturidade. Para aumentar o consumo de dietas altas em fibra é possível fazer uso de três mecanismos: aumentar a taxa de digestão microbiana, aumentar a taxa de passagem e de retenção. Outros fatores podem também interferir na capacidade do rúmen, dentre eles a produção de leite, sendo responsável por 76% da variação total de enchimento do rúmen, no início da lactação o tempo de esvaziamento do rúmen é bem menor que no final da lactação.

O tipo da fração indigestível da forragem também interfere na ingestão dos alimentos. As gramíneas apresentam menor fração indigestível de FDN que as leguminosas, isto pode conferir às primeiras maior digestibilidade em retenções ruminais mais longas, por promover melhor flutuação das partículas em relação às leguminosas. No entanto como o tempo de retenção das gramíneas no rúmen é superior ao tempo de retenção das leguminosas, as leguminosas como, por exemplo, a alfafa, permitem maior ingestão, uma vez que a FDN das leguminosas é mais prontamente fermentável e provavelmente passa pelo rúmen mais rapidamente que as gramíneas (Ishler e Varga, 2007).

Ribeiro (2005) avaliou o consumo de cabras em lactação, oferecendo três volumosos, feno de Coast cross, milho desidratado e feno de alfafa, concordando com

(Ishler e Varga, 2007), encontrou consumo de alfafa significativamente maior em relação às outras duas gramíneas avaliadas cujo consumo não diferiu estatisticamente.

Branco (2005), trabalhando com diferentes níveis de FDN na alimentação de cabras leiteiras concluiu que o efeito do nível e da qualidade da fibra oriunda da forragem sobre a produção de leite ocorre de maneira direta; com o aumento da concentração de FDN da forragem haverá uma diminuição no conteúdo de energia, podendo determinar uma restrição na ingestão de MS, seja pela diminuição da taxa de digestão ruminal, pela redução da taxa de passagem da fibra ou pela mudança na regulação de consumo, afetando diretamente a partição de nutrientes para a produção.

1.2.5.3) Controle da Ingestão

O estudo da fibra na nutrição de ruminantes tem grande importância uma vez que o conteúdo de fibra está relacionado com a digestibilidade e o valor energético do alimento bem como a fermentação ruminal, podendo estar envolvido no controle da ingestão de alimentos, fatores diretamente relacionados com a produtividade animal (Carvalho, 2002).

Mertens (1987) relata que rações contendo alto teor de FDN promovem redução na ingestão de MS, devido à sua lenta degradação e reduzida taxa de passagem através do ambiente ruminal, com conseqüente repleção do compartimento do rúmen-retículo, contribuindo para a limitação física do consumo. Por outro lado, quando se utilizam rações com baixa proporção de FDN e alto teor de energia, a demanda energética é o principal fator limitante do consumo. Neste caso, o animal ingere alimento para manter um consumo constante de energia e a ingestão de matéria seca (IMS) poderá diminuir com aumento da digestibilidade do alimento, visto que maior quantidade de energia estará disponível para ser utilizada.

Quando são fornecidas dietas de alta qualidade, o animal consome para atingir sua demanda energética, sendo este consumo limitado pelo seu potencial genético para utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando são fornecidas dietas de baixa qualidade (alto conteúdo de FDN e forragens maduras), o consumo de alimento ocorre até atingir o nível de capacidade de repleção do trato digestório, havendo uma limitação física (Mertens, 1994).

A relação entre a ingestão de matéria seca e o conteúdo de FDN da ração pode ser interpretada como sendo quadrática, mostrando que existe um ponto de transição entre o controle físico e o fisiológico, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a ser controlada pelo valor energético da dieta. Já a ingestão de energia aumenta, linearmente, com a redução do nível de FDN da ração, até atingir um platô, o qual é dependente da exigência energética do animal (Bull et al., 1976).

Para manter uma função ruminal saudável e evitar uma depressão no teor de gordura do leite, o NRC (2001) recomenda um mínimo de 25% de fibra na dieta, medida como FDN, sendo 75% do FDN total da dieta sendo suprido por forrageiras. Estas recomendações estão baseadas em estudos que usam principalmente concentrados baseados em milho. Mertens (1983) sugeriu que a formulação de dietas para vacas em lactação que suprissem mais do que esta mínima quantidade de fibra poderia maximizar o consumo de matéria seca e produção de leite corrigida para o teor de gordura. A concentração ótima de FDN, entretanto, depende do potencial de produção de leite dos animais. Um nível máximo de produção de leite a 4% de gordura foi encontrado com 36% de FDN para vacas em final de lactação que produziam cerca de 20 kg/dia. Não se encontram recomendações como estas relacionadas aos caprinos, Carvalho (2002) e Branco (2005) avaliando níveis de fibra oriunda de forragem encontraram valores para máximo consumo de MS em dietas contendo 27% de FDN.

A utilização de dietas peletizadas completas no tratamento de caprinos leiteiros de alta produção é uma alternativa interessante, uma vez que evita o desperdício comum às dietas convencionais, a seletividade peculiar aos caprinos. Pouca literatura se encontra disponível a respeito de dietas completas peletizadas para caprinos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de níveis de fibra oriundos da forragem em dietas completas peletizadas para caprinos de alta produtividade leiteira, quanto ao consumo, digestibilidade aparente, pH ruminal, amônia ruminal e degradabilidade da fibra, MS e PB destas dietas.

Os trabalhos: Fibra oriunda da forragem no consumo, digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio em caprinos; e Fibra oriunda da forragem na degradabilidade e parâmetros ruminais em caprinos que constam nos capítulos 2 e 3 estão redigidos de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. **Fiber requirements for dairy cattle: how low can you go?** 1996. http://dairyext.tamu.edu/EXT_DATA/fiber_low.htm. (06/02/98).
- ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science** v.80 p.1447-1462, 1997.
- BEZERRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; MALDONADO, F.; et al. Efeito do Perfil Granulométrico das Partículas Dietéticas sobre Parâmetros de Desempenho de Vacas Leiteiras em Lactação. **Revista da sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1511-1520, 2002 (suplemento).
- BRANCO, R.H. **Avaliação da qualidade da fibra sobre a cinética ruminal, consumo e eficiência de utilização de nutrientes em cabras leiteiras.** 2005. 135f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BULL, L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.6, p.1078-1086, 1976.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em Alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra.** 2002. 140f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CHESSON, A.; FOSBERG, C.W. (1988). Polysaccharide degradation by rumen microorganisms, p.251-284. *In* Hobson, P.N. **The rumen microbial ecosystem.** Ed.Elsevier Applied Science Publ., New York.
- GIGER-REVERDIN, S. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.55, n.4, p.295-334, 1995.
- GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. Introduction to plant biochemistry. (2ed.) **Aberystwyth: Pergamon Press**, 1988. 677p.
- GRENET, E; BESLE, J.M.1991. Microbes and fibre degradation, P.107-129 *In* J.P.Jouany (ed), **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion.** Paris

- ISHLER, V.; VARGA, G. Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle, www.das.psu.edu/teamdairy/ Acesso em: 01/ago/07
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake, p. 450-493. *In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization*, (Fahey, G.C.; Jr Collins, M.; Mertens, D.R.; et al. American Society of Agronomy, Crop Science Society American, and Soil Science Society of American, Madison, WI p. 450-493. 1994.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. Informational Conference with Dairy and Forages Industries. US Dairy Forage Research Center, 1996.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulating dairy ratios. Page 142 in **Proceedings...** 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida, University of Florida, 2000.
- MEYER, J.H. and LOFGREEN, G.P. Evaluation of alfafa hay by chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.18, p1233, 1959.
- Mc.DOUGALL, G.J.; MORRISON, I.M; STEWART, D. et al. Plant Fibres: chemistry and processing for industrial use. **Journal of Science Food Agriculture** v.62, n. 1, p 1-20, London, 1993. Climatic Conditons.p. 193-231. In Gall, C. **Goat Production**.(ed) 1.ed.Academic Press INC: New York.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Ed. National Academic Press. Washington, DC. 387p. 2001.
- RIBEIRO, M.S. **Alimentos volumosos na produção de leite de cabra**. 2005. 48f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecina, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.
- RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998. Viçosa, MG, **Anais...**Viçosa, 8MG: Universidade Federal de Viçosa, p. 139-171. 1998
- RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M.(2006). Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos, p. 25-55. *In* T. T. Berchielli; A. V. Pires e S. G de Oliveira (ed.), **Nutrição de Ruminantes**, 1 ed, São Paulo, Brasil.

- TAMMINGA, S.; VAN VUUREN, A.M; VAN DER KOELEN, C.J. Ruminant behavior of structural carbohydrates and crude protein form concentrate, ingredients in dairy cows. **Netherlands Journal Agricultural Science** v.38,p. 513 – 526, 1990.
- VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science** v.24, p.834, 1965.
- VAN SOEST, P.J. and WINE, R.H. The use of detergents in analysis of fibrous feeds: IV.Determination of plant cell wall constituents. **J.A.O.A.C.** v.50, p.50, 1967.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca,1994. 476 p.
- VARGA, G.A.; DANN, H.M. and ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Dairy Science**, v.81. n.12, p. 30663-3074, 1998.
- WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. **Journal of Dairy Science**,76:1802, 1993.

CAPÍTULO 2

FIBRA ORIUNDA DA FORRAGEM NO CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE E BALANÇO DE NITROGÊNIO EM CAPRINOS

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos níveis de fibra em detergente neutro oriundo da forragem (FDNf) em dietas peletizadas, sobre o consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF); e balanço de nitrogênio. Foram utilizadas cinco cabras fistuladas no rúmen dispostas em quadrado latino 5x5, sendo os níveis de FDNf de 15, 20, 25, 30 e 35% , as variáveis independentes. Os níveis de FDNf influenciaram de maneira quadrática os consumos de MS, PB, FDN e CNF expressos em % PV ou em unidade de peso metabólico ($P < 0,05$). O maior consumo de MS foi encontrado no nível de 25,69% de FDNf e o valor médio de consumo de MS foi de 1,3% PV, inferior ao recomendado pelo NRC (1981) (1,46% PV), no entanto as exigências nutricionais foram atendidas em todas as dietas. Os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, PB, e FDN foram influenciados de maneira quadrática pelos níveis de FDNf nas dietas, e foram maiores nos níveis de FDNf que apresentaram menor consumo de MS enquanto que o coeficiente de digestibilidade aparente dos CNF foi influenciado de maneira linear decrescente, diminuindo 0,66% para cada unidade de aumento dos níveis de FDNf nas dietas. Houve efeito quadrático dos níveis de FDNf nas dietas sobre o balanço de nitrogênio, o qual foi positivo em todos os níveis, mostrando eficiência das dietas quanto ao suprimento de proteína para os animais.

Palavras chave: alimentação, cabras, fibra efetiva.

**FIBER FROM FORAGE ON INTAKE, APPARENT DIGESTIBILITY; AND
THE NITROGEN BALANCE IN GOATS.**

Abstract - The purpose of this study was to evaluate the influence of the levels of neutral detergent fiber from forage (fNDF) in pelleted diets on the intake and digestibility of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and on non-fibrous carbohydrates (NFC); and nitrogen balance. Five fistulated in the rumen goats were used, arranged in 5x5 Latin square, and the levels of fNDF 15, 20, 25, 30 and 35%, being the independent variables. Effect quadratic of the levels of fNDF on the intake of DM, CP, NDF and NFC expressed in % LW, or unit of metabolic weight ($P < 0,05$). The higher consumption of DM was found in the level of 25.69% of fNDF and the average consumption of MS was 1.3% of LW, below that recommended by NRC (1981) (1.46% LW), however the nutritional requirements were met in all diets. The coefficients of apparent digestibility of DM, CP, and NDF were affected by the levels of fNDF of the diets in a quadratic behaviors and were higher on the levels of fNDF which had lower consumption of MS while the coefficient of digestibility of NFC has been so influenced linear decreasing, reducing 0.66% for each unit of increase in the fNDF of the diets. There was a quadratic effect of fNDF levels of the diets on the nitrogen balance, which was positive at all levels, showing efficiency of the diets on the supply of protein for the animals.

Keywords: effective fiber, food, goats.

Introdução

Em muitas regiões do Brasil a caprinocultura tem deixado de ser uma atividade extrativista para se tornar um importante setor do agronegócio. Neste sentido muitas áreas desta atividade precisam ser pesquisadas com o intuito de alcançar máxima eficiência produtiva. Como a alimentação é responsável pela maior parte dos custos de produção, é fundamental para que possa continuar a ser competitiva, utilizar alimentos de menor custo sem comprometer o atendimento das exigências nutricionais e conseqüentemente a produtividade e rentabilidade. A produtividade animal pode ser melhorada com o aumento do consumo de alimentos, tornando mais eficiente a digestão e o metabolismo dos animais (Church, 1988).

O estudo da fibra na nutrição de ruminantes tem grande importância uma vez que o conteúdo de fibra está relacionado com a digestibilidade e o valor energético do alimento bem como com a fermentação ruminal, podendo estar envolvido no controle da ingestão de alimentos, fatores diretamente relacionados com a produtividade animal (Carvalho, 2002).

Mertens (1987) relatou que rações contendo alto teor de FDN promovem redução na ingestão de MS, devido à sua lenta degradação e reduzida taxa de passagem através do ambiente ruminal, com conseqüente repleção do compartimento do rúmen-retículo, contribuindo para a limitação física do consumo. Por outro lado, quando se utilizam rações com baixa proporção de FDN e alto teor de energia, a demanda energética é o principal fator limitante do consumo. Neste caso, o animal ingere alimento para manter um consumo constante de energia e a ingestão de matéria seca poderá diminuir com aumento da digestibilidade do alimento, visto que maior quantidade de energia estará disponível para ser utilizada.

Quando são fornecidas dietas de alta qualidade, o animal consome para atingir sua demanda energética, sendo este consumo limitado pelo seu potencial genético para utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando são fornecidas dietas de baixa qualidade (alto conteúdo de FDN e forragens maduras), o animal se alimentará até atingir o nível de capacidade de repleção do trato digestório, havendo uma limitação física (Mertens, 1994).

A relação entre a ingestão de matéria seca e o conteúdo de FDN da ração pode ser interpretada como sendo quadrática, mostrando que existe um ponto de transição entre o controle físico e o fisiológico, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a ser controlada pelo valor energético da dieta. Já a ingestão de energia aumenta, linearmente, com a redução do nível de FDN da ração, até atingir um platô, o qual é dependente da exigência energética do animal (Bull et al, 1976).

Para manter uma função ruminal saudável e evitar uma depressão no teor de gordura do leite, o NRC (2001) para gado de leite, recomenda um mínimo de 25% de fibra na dieta, medida como FDN, dos quais 75% do FDN total da dieta devem ser supridos por forrageiras. Estas recomendações fundamentam-se em estudos que usam principalmente concentrados baseados em milho. Mertens (1983) sugeriu que a formulação de dietas para vacas em lactação que suprissem mais do que esta mínima quantidade de fibra poderia maximizar o consumo de matéria seca e produção de leite corrigida para o teor de gordura. O mesmo autor explica que a concentração ótima de FDN, entretanto, depende do potencial de produção de leite dos animais e que para um nível máximo de produção de leite a 4% de gordura foi encontrado 36% de FDN para vacas em final de lactação que produziam cerca de 20 kg/dia. Não foram encontradas recomendações como estas relacionadas aos caprinos, na literatura consultada. Carvalho (2002) e Branco (2005) ao avaliarem níveis de fibra oriunda da forragem em dieta para cabras leiteiras encontraram valores para máximo consumo de MS em dietas contendo 27% de FDNf.

A digestibilidade é outro parâmetro importante a ser considerado no desenvolvimento de dietas para ruminantes, pois é a partir dela que os nutrientes estarão disponíveis para satisfazer as necessidades nutricionais dos animais (Carvalho, 2002). Segundo este autor na avaliação de alimentos para ruminantes, utiliza-se o coeficiente de digestibilidade aparente, o qual é tradicionalmente definido como a parte de determinado nutriente que não é excretado nas fezes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar níveis de fibra em detergente neutro oriunda de forragem em dietas peletizadas para caprinos sobre o consumo e digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio.

Material e Métodos

Este experimento foi realizado na UNESP- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, nas dependências da Área de produção de caprinos, localizada na fazenda Lageado, na cidade de Botucatu, SP.

Foram utilizadas 5 cabras, fistuladas no rúmen, com peso médio corporal $73,4 \pm 5,4$ kg, confinadas em baias individuais de 2,0 x 2,0 m com piso ripado, provida de cocho e bebedouro automático. O experimento foi conduzido no delineamento em quadrado latino 5 X 5, para avaliar os efeitos de cinco níveis de fibra em detergente neutro oriundos da forragem (FDNf). Os níveis de FDNf experimentais foram: 15, 20, 25, 30 e 35%, cada nível se referindo a um tratamento.

As dietas isoproteicas balanceadas para atender as exigências nutricionais, segundo NRC (1981), para cabras em lactação, foram compostas por feno de capim Tifton 85 (*Cynodon spp*) moído em moinho de martelo (40cv) provido de peneiras de 5mm e posteriormente misturado aos outros componentes da dieta sendo então processada em peletizadora a seco (7,5 cv), em peletes de 1cm de comprimento com 5/16 polegadas de diâmetro. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:00h e às 16:00h.

Foram realizadas pesagens dos animais no início e no final de cada período experimental.

A proporção dos ingredientes, composição dos alimentos e das dietas experimentais utilizadas na formulação, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimentos	Níveis de FDNf (%MS)				
	15	20	25	30	35
Feno de Tifton-85	18,59	24,76	30,91	37,05	43,17
Fubá de Milho	56,71	51,16	45,62	40,10	34,61
Farelo de Soja	22,01	21,40	20,79	20,17	19,56
Fosfato Bicálcico	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Calcáreo Calcítico	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
Mistura Mineral	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90

Tabela 2 - Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico
MS	90,35	91,60	88,56	100	97
MO	93,98	98,40	93,06		
Cinzas	6,10	1,68	6,26		
FDN	77,20	20,73	14,81		
FDA	39,81	4,46	9,56		
PB	9,59	9,82	47,64		
EE	1,71	4,99	1,63		
CHOt ¹	82,02	84,58	44,33		
CNF ²	4,64	64,90	30,10		
LDA ³	5,02	0,37	2,32		
NDT	60,97	86,40	81,40		
EL(Mcal/kg) ⁴	1,37	1,99	1,87		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹Carboidratos Totais; ²Carboidratos não fibrosos; ³ lignina em detergente ácido; ⁴Energia líquida.

Tabela 3 - Composição bromatológica das dietas experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf				
	15	20	25	30	35
MS	89,99	89,92	90,14	89,80	89,77
MO	93,76	93,52	93,59	93,05	92,83
FDA	12,03	14,18	16,36	18,47	20,6
PB	17,84	17,80	17,37	17,1	16,86
EE	3,51	3,32	3,16	2,96	2,78
CHOt ¹	72,96	73,07	73,41	73,25	73,35
CNF ²	44,29	40,62	37,48	33,8	30,35
LDA ³	1,65	3,48	2,20	2,48	2,74
NDT(%)	78,17	76,64	75,37	73,59	72,07
EL(Mcal/kg) ⁴	1,80	1,76	1,73	1,68	1,64
FDN	29,37	32,89	36,46	39,9	43,4
FDNf	18,59	24,76	30,91	37,05	43,17
FDNf/FDN	0,51	0,61	0,69	0,75	0,81

¹Carboidratos Totais; ²Carboidratos não fibrosos; ³ lignina em detergente ácido; ⁴Energia líquida.

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e 7 dias de coleta de dados. Os 14 dias de adaptação serviram para o ajuste do consumo voluntário, o qual foi calculado pela diferença entre o oferecido e as sobras, coletadas diariamente antes do fornecimento matinal do alimento. No período de coleta as sobras foram amostradas em 10% do total diário, formando uma amostra composta para cada animal, referente a cada tratamento. As amostras de sobras foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e posteriormente secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, por 72 h. A seguir foram processados em moinho com peneira de 1mm armazenadas em frascos plásticos. Foram avaliados consumo e digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE) e carboidratos não fibrosos (CNF).

No primeiro dia do período de coleta, os animais foram conduzidos para gaiolas metabólicas de 1,5 x 2,0m adaptadas para coleta total de fezes e urina. Durante 3 dias foram feitas coletas totais de fezes e urina para determinação da digestibilidade *in vivo* e

do balanço de nitrogênio, respectivamente. Fezes e urina amostradas em 10% do total diário formaram amostras compostas que foram devidamente acondicionadas, identificadas e congeladas a -10°C para posteriormente serem submetidas às análises laboratoriais.

Nas dietas, determinou-se a composição em MS e nitrogênio total (NT) para estimativa da PB; EE, e cinzas (CZ), utilizando as técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002); (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) segundo Van Soest et al., (1991). Nas sobras e nas fezes foram avaliadas: MS, CZ, PB, EE e FDN.

A quantidade de carboidratos não fibrosos foi estimada de acordo com a equação: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN + \%CZ)$, segundo Van Soest et al., (1991).

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa computacional SAEG - Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9.0 (UFV, 2000). As características que apresentaram efeito significativo para tratamento ($p < 0,05$) foram estudadas por meio de análise de regressão sendo avaliados os efeitos: linear, quadrático e cúbico. Foi adotada a equação de maior grau em que se constatou efeito da regressão e dos coeficientes de regressão ($p < 0,05$). Caso isso não se verificasse, adotou-se a de maior coeficiente de determinação (R^2).

Resultados e Discussão

Observou-se efeito quadrático dos consumos de MS, PB, FDN e de CNF, expressos em porcentagem do peso vivo (%PV) e em quilo de peso metabólico ($\text{kg} \cdot (\text{kgPV}^{0,75})^{-1}$), (Tabela 4 e Figura 1).

O NRC (1981), recomenda consumos mínimos de 1,46Kg MS/dia, 0,70Kg NDT/dia e 0,12Kg PB/dia para animais em manutenção com 73Kg de peso vivo. Este valor encontra-se entre o mínimo consumo de MS encontrado para 15% de FDNf na dieta (1,04% PV e 0,75 Kg MS/dia) e o máximo para 25,69% FDNf (2,25% PV e 1,64Kg MS/dia). As exigências de NDT e de PB foram alcançadas (em média: 0,97Kg/dia de NDT e 0,225Kg/dia de PB), demonstrando que a ingestão de matéria seca foi controlada fisiologicamente, ou seja, os animais consumiram até o atendimento de sua demanda energética e não em função de ocupação física pela fibra do

compartimento rúmen-retículo. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade do peso dos animais entre os períodos experimentais, o que confirma que as exigências nutricionais foram alcançadas apesar do baixo consumo de MS, uma vez que não houve perda de peso.

Tabela 4 - Equações estimadas, coeficientes de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV) e ponto de máximo

Variável	Equação estimada	R^2	CV (%)	PM (%)
CMS (%PV) ¹	$\hat{Y} = -4,7286 + 0,5430x - 0,01057x^2 *$	0,96	19,33	25,68
CMS(g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	$\hat{Y} = -135,163 + 15,676x - 0,3053x^2 *$	0,96	18,32	25,67
CFDN(%PV) ²	$\hat{Y} = -17834 + 0,1914x - 0,0034x^2 *$	0,98	14,53	28,15
CFDN (g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	$\hat{Y} = -52,0474 + 5,5948x - 0,1000x^2 *$	0,98	13,60	27,97
CPB (%PV) ³	$\hat{Y} = -0,7597 + 0,0967x - 0,0019x^2 *$	0,93	16,73	25,45
CPB(g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	$\hat{Y} = -21,87 + 2,8038x - 0,0554x^2 *$	0,92	16,00	25,31
CCNF(%PV) ⁴	$\hat{Y} = -2,3783 + 0,2749x - 0,0057x^2 *$	0,98	27,08	24,18
CCNF(g.(kgPV ^{0,75}) ⁻¹)	$\hat{Y} = -68,3803 + 7,9617x - 0,1649x^2 *$	0,98	25,74	24,15

¹Consumo de Matéria Seca; ²Consumo de fibra em detergente neutro; ³Consumo de proteína bruta; ⁴Consumo de carboidratos não fibrosos. * P<0,05.

O consumo de MS foi baixo com o nível de 15% de FDNf na dieta, e atingiu consumo máximo no nível de 25,68%, no qual se estimou um consumo de 2,25% do PV e declinou para 1,33% do PV no nível de 35% de FDNf, na dieta. Resultado inferior ao de Carvalho (2002) e Branco (2005) que avaliando níveis de FDNf nas dietas de cabras leiteiras constataram consumo máximo no nível de 28% de FDNf na dieta.

Outro fator que pode ter contribuído para redução no consumo de MS foi o tamanho de partícula das dietas; forragens finamente moídas perdem a capacidade física de estimular a mastigação e a ruminação (efetividade), acarretando em queda na produção de saliva e de substâncias tamponantes para o rúmen, e como consequência, queda no pH ruminal (Mertens, 2000). Quando o pH ruminal diminui acentuadamente, há uma redução do apetite, motilidade ruminal, produção microbiana e da digestão da

fibra tendo um efeito negativo direto sobre o consumo (Allen,1997). A dieta contendo 15% de FDNf apresentou menor consumo de MS em função da pouca quantidade de FDNf da própria dieta aliada à baixa efetividade física da fibra na dieta peletizada.

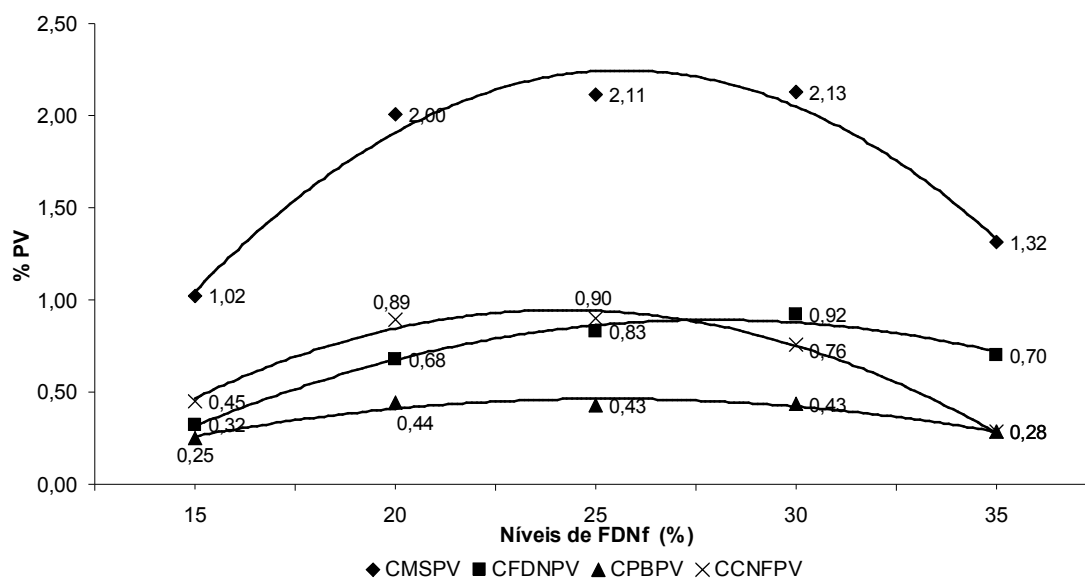


Figura 1 - Efeito dos níveis de FDNf nas dietas sobre os consumos de MS, FDN, PB e CNF, expressos em %PV.

O consumo de FDN apresentou comportamento semelhante ao consumo de MS, porém atingiu maior consumo (0,9%PV) no nível de 28,15% de FDNf na dieta, a partir do qual passou a haver queda no consumo de FDN, sugerindo que a partir deste ponto, passou a ocorrer efeito de repleção do compartimento rúmen-retículo. Estes resultados divergem dos observados por Carvalho (2002), que encontrou efeito linear crescente no consumo expressivamente superior de FDN, o qual variou de 1,06 a 1,94% para os níveis de FDNf de 20 a 48% , evidenciando que o controle da ingestão voluntária não se atribuiu aos níveis de FDNf na dietas e também de Branco (2005) que não encontrou efeito dos níveis de FDNf no consumo de FDN.

O valor máximo encontrado no consumo de FDN foi inferior à recomendação de ingestão ótima de FDN para gado leiteiro do NRC (1989), que é de 1,2% do PV. Para caprinos ainda não se encontra disponível na literatura tal recomendação, presumi-se que haja diferença entre a capacidade de ingestão de FDN pelas diferenças no comportamento ingestivo, bem como da capacidade de processamento das fibras, em relação aos bovinos. Segundo Van Soest et al.(1998) os caprinos apresentam menor

tempo de retenção de partículas no rúmen em relação aos bovinos, o que lhes confere maior capacidade ingestiva.

O máximo consumo de proteína bruta encontrado no presente estudo foi 0,47% do PV referente ao nível de 25,45% de FDNf nas dietas. O consumo quadrático verificado para o consumo de PB em função dos níveis e FDNf nas dietas, pode ser atribuído ao mesmo consumo verificado no consumo de MS, uma vez que as dietas foram formuladas para serem isoproteicas. Araujo et al.,(2009) também observaram mesmo comportamento, quando avaliaram influência de níveis de feno de maniçoba em dietas isoproteicas para cabras da raça Moxotó, em lactação, ou seja, o consumo de PB se comportou de forma semelhante ao consumo de MS.

O consumo de CNF foi maior no nível de 24,15% atingindo 0,94% do PV e assim como o consumo de PB, acompanhou o comportamento quadrático do consumo de MS. A dieta com 35% FDNf contém menor quantidade de CNF em função da menor quantidade de concentrado e maior quantidade de volumoso, em relação às outras dietas, fato que contribuiu para menor consumo deste nutriente. A dieta com 15% de FDNf apresenta maior quantidade de CNF, no entanto o baixo consumo de CNF verificado nesta dieta deveu-se ao menor consumo de MS ocorrido para a mesma.

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro sofreram influência quadrática, e o coeficiente de digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos sofreu influência linear decrescente dos níveis de FDNf nas dietas (Tabela 5).

Tabela 5 - Equações estimadas, coeficientes de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV) e ponto de mínimo

Variável	Equação estimada	R^2	CV (%)	PM(%)
DMS (%) ¹	$\hat{Y} = 133,349 - 4,4994x + 0,0894x^2$ *	0,82	5,98	25,16
DPB (%) ²	$\hat{Y} = 127,065 - 3,4984x + 0,0704x^2$ *	0,86	4,04	24,85
DFDN (%) ³	$\hat{Y} = 113,756 - 3,0766x + 0,0686x^2$ *	0,82	6,01	22,42
DCNF(%) ⁴	$\hat{Y} = 100,664 - 0,6584x$ *	0,85	7,23	-----

¹ Digestibilidade de matéria seca; ² Digestibilidade de proteína bruta; ³ Digestibilidade de Fibra em detergente neutro; ⁴Digestibilidade de carboidratos não fibrosos; * P<0,05.

Avaliando a influencia dos níveis de FDNf nas dietas sobre o consumo de MS (Figura 1) e os coeficientes de digestibilidade da MS (Figura 2), constatou-se que os maiores coeficientes de digestibilidade foram encontrados nas dietas que apresentaram

menor consumo de MS. O menor coeficiente de digestibilidade aparente estimado foi de 76,74% encontrado no nível de 25,16% de FDNf na dieta, muito próximo do nível em que foi registrado maior consumo de MS, 25,69%. Estes resultados concordam com McDonald et al. (1993), que concluíram que o aumento na quantidade de alimentos consumidos causa maior taxa de passagem da digesta; o alimento é então exposto à ação das enzimas digestivas por um curto período de tempo, o que pode causar uma redução no coeficiente de digestibilidade. Church (1988) ressalta que a digestibilidade de rações com diferentes misturas de forragens e grãos, para vacas em lactação, decresce aproximadamente 4% para cada aumento no consumo em relação ao nível de manutenção.

Redução na quantidade de volumoso na dieta aumenta a digestibilidade aparente da MS, uma vez que diminui o conteúdo de carboidratos estruturais e aumenta a quantidade de carboidratos não fibrosos na dieta (Rode et al., 1985). Os carboidratos não fibrosos apresentam elevado coeficiente de digestibilidade, o que resulta em maior coeficiente de digestibilidade da MS em dietas com menor quantidade de volumoso (Valadares Filho, 1985). Esta informação condiz com valor mais alto do coeficiente de digestibilidade da MS encontrado na dieta contendo menor nível de volumoso, 15% de FDNf (Figura 2).

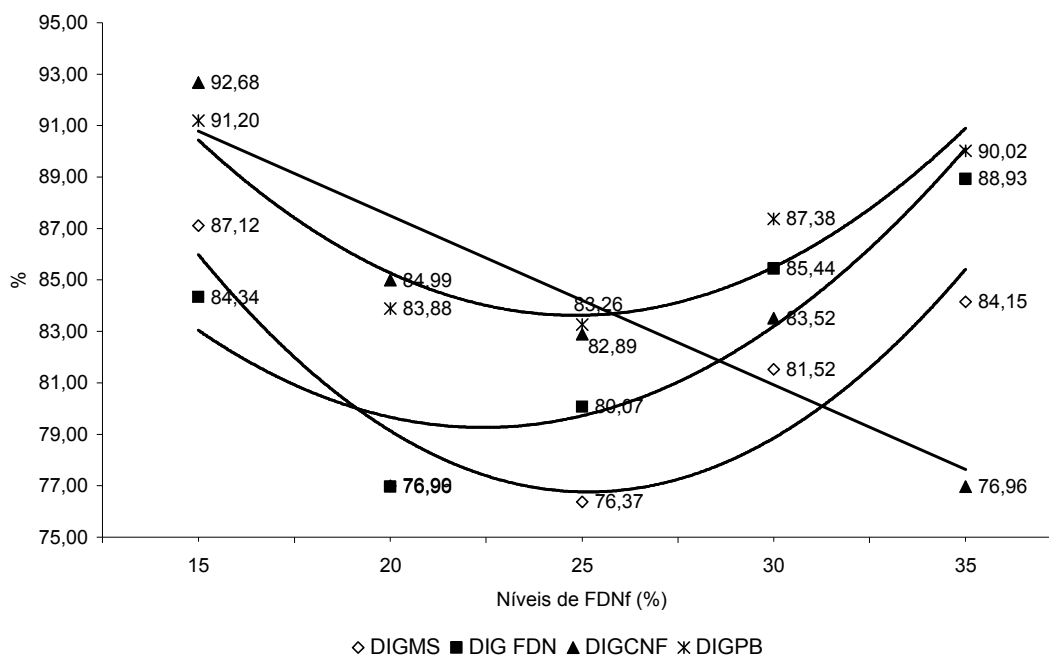


Figura 2 - Efeito dos níveis de FDNf nas dietas sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, FDN, CNF e PB em porcentagem.

Verificou-se efeito quadrático dos níveis de FDNf sobre o coeficiente de digestibilidade da MS, mas Carvalho (2002) verificou efeito linear decrescente para este coeficiente de digestibilidade com redução de 0,22% para cada unidade de aumento no nível de FDNf na dieta. Resultado semelhante foi obtido por Branco (2005), que observou queda linear de 0,40% para cada unidade de aumento no nível de FDNf na dieta. Fonseca (2004) também observou efeito linear sobre o coeficiente de digestibilidade, porém crescente, com incremento de 0,47% para cada unidade de aumento dos níveis de PB nas dietas.

O fato da dieta ter sido peletizada pode ter influenciado, aumentando os coeficientes de digestibilidade que foram maiores em relação aos valores encontrados em outros estudos que avaliaram dietas não peletizadas. Sans-Sampelayo et al. (1998) forneceram alfafa inteira e peletizada e observaram que a digestibilidade em dietas com feno de alfafa inteiro (sem moagem) e com feno de alfafa peletizado em cabras leiteiras e embora não tenham encontrado diferença significativa ($P>0,05$), observaram maior coeficiente de digestibilidade da MS e da FDN, na dieta contendo o feno peletizado.

O coeficiente de digestibilidade da FDN em função da FDNf na dieta seguiu mesma tendência quadrática do consumo de MS. Este comportamento também foi

verificado por Carvalho (2002), que encontrou aumento linear do coeficiente de digestibilidade da FDN de 0,57% para cada unidade de aumento nos níveis de FDNf nas dietas. Firkins et al. (1986) encontraram maior coeficiente de digestibilidade da FDN no nível mais baixo de consumo de MS, ao submeterem novilhos a dois níveis de consumo de MS (baixo: 6,1kg MS/dia e alto: 9,1kg MS/dia). O menor coeficiente de digestibilidade da FDN (79,26%) foi estimado no nível de 22,42%, a partir do qual passou a crescer com a inclusão de FDNf nas dietas.

O menor coeficiente de digestibilidade aparente da PB estimado foi 83,60% que ocorreu no nível de 24,85% de FDNf na dieta, muito próximo do nível de maior consumo de MS e de PB.

O coeficiente de digestibilidade dos CNF diminuiu linearmente em 0,66% para cada unidade de aumento no nível de FDNf na dieta, devido a maior quantidade de carboidratos estruturais, que apresentam baixo coeficiente de digestibilidade. Carvalho (2002) confirma este comportamento do coeficiente de digestibilidade dos CNF e encontrou valores próximos a 90% o que também foi verificado por outros autores como Fonseca (2004) e Branco (2005). Valadares Filho (1985) enfatiza que o coeficiente de digestibilidade aparente dos CNF é sempre alto, próximo de 90%.

Tabela 6- Equação estimada e médias em g/dia, coeficiente de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV) dos níveis de FDNf da dieta sobre o balanço de nitrogênio no corpo das cabras.

Variável	Equação estimada	R^2	CV (%)
N consumido	$\hat{Y} = 55,10$	-----	6,41
N fezes	$\hat{Y} = 6,41$	-----	38,06
N urina	$\hat{Y} = 21,31$	-----	19,96
N retido	$\hat{Y} = 102,635 - 5,964x + 0,1121x^2$ *	0,98	15,65

N retido = N consumido - (N fezes + N urina). * $P < 0,05$

Não houve efeito dos níveis de FDNf nas dietas sobre o nitrogênio consumido, nitrogênio excretado na urina e nas fezes ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 6). O balanço de nitrogênio foi influenciado de maneira quadrática pelos níveis de FDNf nas dietas ($P < 0,05$) (Figura3).

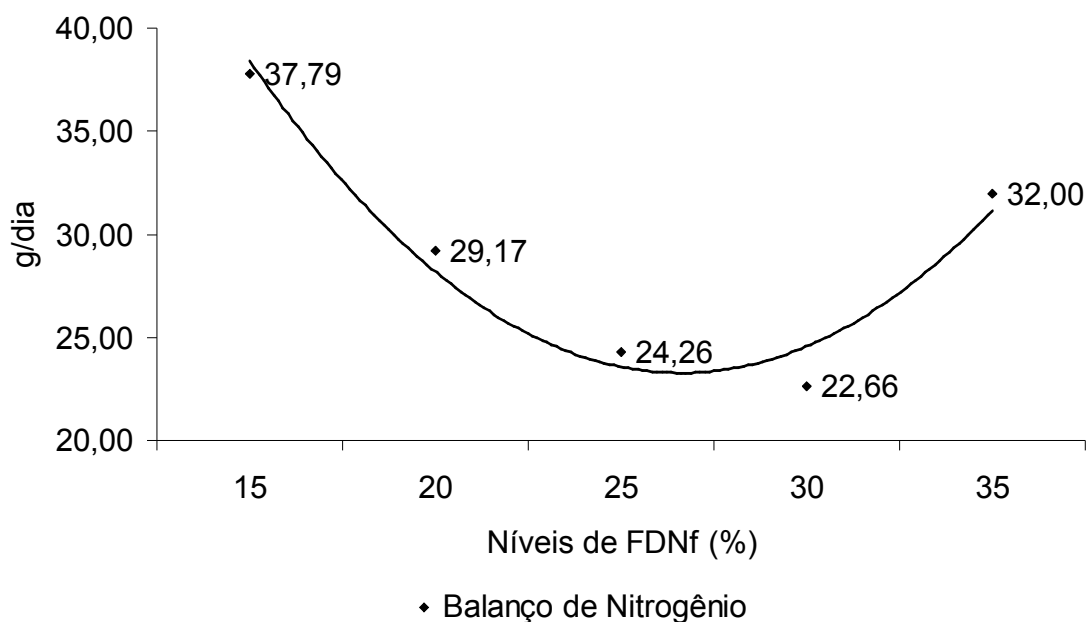


Figura 3 -Balanço de Nitrogênio (g/dia).

Houve maior consumo de nitrogênio (N), nos níveis de FDNf nas dietas em que foram encontrados maiores consumos de MS e PB, comportamento semelhante ao encontrado por Fonseca (2004). Certamente a ingestão de MS foi responsável pelo consumo de N. A média de consumo de N (55,10g/dia) encontrada neste experimento foi inferior à média encontrada por Carvalho (2002) (70,46g/dia) e muito próxima à encontrada por Fonseca (2004) (53,87g/dia).

A menor quantidade de N retido (23,33 g/dia) foi registrada no nível de 26,6% de FDNf na dieta. O valor médio de N retido foi 52,95% em relação ao valor médio de N consumido, muito superior ao encontrado por Carvalho (2002), 21,09%. O alto percentual de N retido certamente ocorreu em função das cabras estarem em categoria de manutenção e não utilizarem o N na produção do leite. Em todos os níveis de FDNf avaliados, o consumo foi maior que a excreção de N, confirmando balanço positivo de N nos animais.

Quando o balanço de nitrogênio é positivo, significa que o consumo de nitrogênio é suficiente para atender as necessidades de manutenção e síntese dos tecidos. Entretanto, o balanço negativo pode indicar que o consumo de nitrogênio não foi suficiente para atender a exigência ou que há diferenças na qualidade da proteína

metabolizável, uma vez que sua utilização ou retenção pode ser limitada em função do seu perfil aminoacídico (Branco, 2005). A referida autora informa ainda que misturas de forragem e concentrado fornecidos para vacas leiteiras resultam em crescimento microbiano mais eficiente, em relação ao fornecimento isolado da forragem ou do concentrado, provavelmente devido à otimização da disponibilidade de substrato fermentável e aumento da taxa de passagem da digesta e que diminuição na eficiência microbiana, quando são fornecidas dietas que contem mais de 70% de concentrado, podem ocorrer devido à rápida taxa de degradação dos carboidratos não estruturais, o que pode resultar em uma fermentação não acoplada (ocorre devido à energia ser liberada mais rápido do que utilizada para crescimento das bactérias ruminais). Este é um ponto favorável à dieta completa, principalmente a peletizada, uma vez que nela o concentrado e o volumoso se encontram totalmente homogeneizados, sendo consumidos ao mesmo tempo pelos animais.

Conclusões

Maior consumo de MS foi proporcionado pelo nível de 25,69% de FDNf na dieta.

O coeficiente de digestibilidade da MS, PB e FDN observado no nível mais baixo de FDNf na dieta se deve ao menor consumo de MS e maior consumo de CNF e nos níveis mais elevados ao menor consumo de MS, exceto no nível de 35% de FDNf na dieta, no qual o coeficiente de digestibilidade aumentou em função do baixo consumo de MS.

O balanço de nitrogênio foi positivo em todas as dietas avaliadas.

Literatura Citada

- ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.
- ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; CARVALHO, F.F.R., et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras moxotó recebendo dietas com diferentes níveis de feno de maniçoba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.6, p.1088-1095, 2009.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da Qualidade da Fibra sobre a Cinética Ruminal, Consumo e Eficiência de Utilização de Nutrientes em Cabras Leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- BULL, L.S.; BAUMGARDT, B.R.; CLANCY, M. Influence of calorie density on energy intake by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.6, p.1078-1086, 1976.
- CARVALHO, S. **Desempenho e comportamento ingestivo de cabras em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2002, 118p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- FIRKINS, J.L.L.; BERGER, L.L.; MERCHEN, N.R. et al. Effects of feed intake and protein degradability on ruminal characteristics and site of digestion in steers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.2111-2123,1986.
- FONSECA, C.E.M. Proteína bruta em dietas de cabras em lactação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2004, 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- FORBES, J.M. **Voluntary food intake and diet selection by farm animals**. Madison: CAB International, 1995. 532p.

- McDONALD, P. Evaluation of foods. (A) Digestibility. In: McDONALD, P., EDWARDS, R., GREENHALGH, J.F.D. (Eds.). **Nutrition Animal**. 4 ed. Zaragoza: Acribia, 1993.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of forages. Page 60 in **Proceedings...** Cornell Nutr, Conf. Feed Manuf., Syracuse, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY. 1983.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulating dairy ratios. Page 142 in **Proceedings...** 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida, University of Florida, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC – Nutrient Requirements of goats. Washington: D.C.: National Academy Science, 1981.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Science, 1989.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Science, 2001.
- RODE, L.M.; WEAKLEY, D.C.; SATTER, L.D. Effect of forage amount and particle size in diets of lactating dairy cows on site of digestion and microbial synthesis. **Canadian Journal of Animal Science**. V.65, n.1, p.101-11, 1985.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; PEREZ, L.; BOZA, J. Forage of different physical forms in the diets of lactating granadina goats: nutrient digestibility and milk production and composition. **Journal of Dairy Science**. Vol.81, n. 2, p.492-498, 1998.
- SILVA, D.J e QUEIRÓZ, A.C.; Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de Análise Estatística e Genéticas-SAEG-. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.

- VALADARES FILHO, S.C. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1985. 148p.
Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1985.
- VAN SOEST, P.J.; McCAMMON-FELDMAN, B.; CANNAS, A. The feeding and nutrition of small ruminants: application of the cornell discount system to the feeding of dairy goats and sheep. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1998. p.95-104.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A.. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides to animal nutrition. **Journal of Dairy Science.** V.74. p.3583-3597. 1991.

CAPÍTULO 3

CAPÍTULO 3

FIBRA ORIUNDA DA FORRAGEM NA DEGRADABILIDADE E PARÂMETROS RUMINAIS EM CAPRINOS

Resumo- O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) e os parâmetros ruminais (pH e amônia ruminal) em cabras submetidas à dietas peletizadas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro oriunda da forragem (FDNf). Foram utilizadas cinco cabras adultas fistuladas no rúmen, distribuídas em quadrado latino 5 X 5. Os níveis de FDNf, 15, 20, 25, 30 e 35% , corresponderam cada um a um tratamento e foram as variáveis independentes. Os parâmetros ruminais e a degradabilidade foram analisados pelo método de medidas no tempo, ao nível de 5% de probabilidade. O pH ruminal foi influenciado pelos tempos de coleta (h) de forma quártupla e de forma quadrática pelos níveis de FDNf nas dietas, foi verificado pH máximo de 6,30 no nível de 27,28%. A concentração de amônia ruminal foi influenciada de forma quadrática tanto pelos tempos de coleta (h) como pelos níveis de FDNf nas dietas e apresentou valor máximo de 9,41mg/dl, 2,45 h após a alimentação. A degradabilidade da matéria seca (MS) foi influenciada de forma linear pelos níveis de FDNf nas dietas e de forma cúbica pelos tempos de incubação (h). A degradabilidade efetiva da MS foi maior no nível de 20% de FDNf na dieta. Houve efeito dos níveis de FDNf nas dietas e dos tempos de incubação conjuntamente sobre a degradabilidade da proteína bruta (PB). A degradabilidade efetiva da PB foi maior no nível de 30% de FDNf. Houve efeito dos níveis de FDNf nas dietas e dos tempos de incubação conjuntamente sobre a degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN). A degradabilidade efetiva da FDN foi superior no nível de 35% de FDNf.

Palavras chave: cabras, FDNf, pH ruminal

FIBER FROM FORAGE IN DEGRADABILITY AND RUMINAL PARAMETERS IN GOATS.

Abstract - The objective of this study was to evaluate the degradability of dry matter (MS), crude protein (CP) and neutral detergent fiber and ruminal parameters in goats subjected to pelleted diets containing different levels of neutral detergent fiber from forage (fNDF); and ruminal parameters (pH and ruminal ammonia). Five fistulated in the rumen, adult goats were used distributed in 5 x 5 Latin square. The levels of (fNDF), 15, 20, 25, 30 and 35%, each corresponding to a treatment and functioned as independent variables. The degradability and ruminal parameters were analyzed by means of measures in time, at 5% level of probability. The ruminal pH was influenced by time of collection (h) on five times form and the levels on a quadratic form for the fNDF in the diet, being found up to 6.30 pH on the level of 27.28%. The ruminal ammonia concentration was influenced by both the quadratic form of collection times (h) and the levels of fNDF in the diets and showed maximum value of 9,41 mg/dl, 2,45 h after feeding. The DM degradability increased linearly by the levels of FDNf in the diets and cubics by time of incubation (h). The effective DM degradability was higher at 20% of fNDF level. There was effect of interaction between the levels of FDNf in the diets and times of incubation degradability on the CP. The effective CP degradability was higher at 30% of fNDF level. There was effect of interaction between the levels of fNDF and time of incubation on the on NDF degradability. The effective NDF degradability was higher at 35% of fNDF level.

Key words: goats, pH, fNDF

Introdução

A competição dos diversos setores da atividade agropecuária tem exigido a intensificação da caprinocultura leiteira, no sentido da melhoria do potencial genético dos animais e da eficiência alimentar. Animais de alta produção, são mais exigentes nutricionalmente, principalmente no tocante à energia, o que torna muito difícil trabalhar somente com dietas à base de volumoso, uma vez que estes alimentos apresentam baixa concentração de nutrientes por unidade de massa e lenta taxa de degradação e escape, limitando a ingestão (Gonçalves, 2001a). As dietas precisam ser balanceadas para maximizar a ingestão de energia e a síntese microbiana, o que exige alimentos altamente fermentáveis, como fonte de energia para os microrganismos ruminais (Branco, 2005). Os ruminantes, além de uma densidade adequada de energia, exigem quantidade mínima de fibra para garantir a ruminação e a produção de saliva adequada, a saúde do rúmen a digestão satisfatória da fibra (Mertens e Loften, 1980) e a manutenção do pH ruminal (Nocek, 1997).

O pH ruminal é uma característica importante associada à degradação da fração fibrosa dos volumosos utilizados na alimentação dos ruminantes (Silveira et al., 2009). A redução do pH diminui a digestão da proteína, celulose, hemicelulose e pectina, tendo menor efeito sobre a digestão do amido (Hoover e Stokes, 1991). Em pH menor que 6,2, ocorre redução na digestão da fibra, devido à sensibilidade das bactérias fibrolíticas cujo pH ideal encontra-se entre 6,7 e 7,1 (Ørskov, 1988). Quando o pH atinge 5,5 – 5,0 o crescimento dos microrganismos celulolíticos e a digestão da fibra podem ser completamente inibidos (Hoover, 1986).

O tamanho de partícula é importante, especialmente para utilização de forragem, essencial para assegurar o crescimento e a atividade dos microrganismos, manter a produção dos ácidos graxos voláteis, e produção de proteína microbiana e fundamentalmente o pH ruminal. O pH em dietas com partículas de tamanho muito reduzido, tende a decrescer atingindo 5,5 contra 6 nas dietas compostas por partículas maiores (Ishler et al., 1998).

O pH e as disponibilidades ruminais de nitrogênio e energia são fatores determinantes sobre o crescimento microbiano (Clark et al., 1992). A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal é um parâmetro utilizado para verificar se a dieta está adequada às características fisiológicas do ruminante (Silveira et al., 2009). A

manutenção da concentração adequada de nitrogênio amoniacal no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, e de 40 a 100% do nitrogênio exigido pelos microrganismos poderia ser proveniente do nitrogênio amoniacal.

A concentração de amônia ruminal é consequência do equilíbrio entre sua produção, absorção e utilização pelos microrganismos (Silveira, et al., 2009). As bactérias ruminais utilizam a amônia ruminal como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana, mas a fermentação ruminal da proteína, frequentemente produz mais amônia ruminal do que os microrganismos podem utilizar (Preston, 1986). O referido autor cita como valor mínimo suficiente para crescimento bacteriano, 5mg/100ml de N-NH₃. No entanto deve ser superior a 10mg/dL para que haja aumento da digestão ruminal da matéria seca e superior a 20mg/dL para que ocorra aumento da ingestão de matéria seca (Leng, 1990).

Existe um sinergismo entre os níveis de acidez (pH) e a concentração de amônia no rúmen, por meio deles é possível aumentar o crescimento microbiano e a degradação da fibra do alimento, o que leva a maior consumo de alimentos (Silveira et al., 2009).

Além das medidas de pH e da concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, a degradabilidade é uma outra forma de avaliar o aproveitamento dos alimentos pelos ruminantes. Mehrez e Ørskov (1977) aperfeiçoaram a técnica da degradação *in situ*, que vem sendo muito estudada nos últimos 25 anos com o objetivo de comparar os alimentos e melhorar a compreensão do processo fermentativo no rúmen. Ørskov e McDonald (1979) introduziram o efeito da taxa de passagem na avaliação da degradabilidade e estabeleceram o conceito de degradação efetiva, parâmetros que foram incorporados à avaliação de dietas pelo ARC (1984) e pelo NRC (1984).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o pH ruminal, a concentração de amônia ruminal e as degradabilidades da MS, FDN e PB em cabras submetidas à dietas peletizadas com diferentes níveis de FDN oriundos da forragem.

Material e Métodos

Este experimento foi realizado na UNESP – Faculdade de Medicina Veterinária e zootecnia, nas dependências da área de produção de caprinos, localizada na fazenda Lageado, na cidade de Botucatu, SP.

Foram utilizadas 5 cabras, fistuladas no rúmen, com peso médio corporal $73,4 \pm 5,4$ kg, confinadas em baias individuais de 2,0 x 2,0m com piso ripado, provida de cocho e bebedouro automático.

O experimento foi conduzido no delineamento em quadrado latino 5 X 5, sendo os tratamentos referentes aos cinco níveis (15, 20, 25, 30 e 35%) de fibra em detergente neutro oriundos da forragem (FDNf). Para todas as análises adotou-se o nível de significância de 5%.

As dietas isoproteicas foram balanceadas para atender as exigências nutricionais, segundo o AFRC (1983) e do NRC (1981) e compostas por feno de capim Tifton 85 (*Cynodon spp*) como fonte de FDNf. O feno foi moído em moinho de martelo (40cv) em peneiras de 5mm e posteriormente misturado aos outros componentes da dieta e a mistura completa foi então processada em peletizadora a seco (7,5 cv), em peletes de 1cm de comprimento com 5/16 polegadas de diâmetro. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:00h e às 16:00h.

Foram realizadas pesagens dos animais no início e no final de cada período experimental.

A proporção dos ingredientes, a composição dos alimentos e das dietas, utilizadas na formulação das dietas experimentais encontram-se nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1- Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais, expressa com base na matéria seca (%)

Alimentos	Níveis de FDNf				
	15	20	25	30	35
Feno de Tifton -85	18,59	24,76	30,91	37,05	43,17
Fubá de Milho	56,71	51,16	45,62	40,10	34,61
Farelo de Soja	22,01	21,40	20,79	20,17	19,56
Fosfato Bicálcico	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Calcáreo Calcítico	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85
Mistura Mineral	0,91	0,91	0,91	0,91	0,90

Tabela 2 - Composição bromatológica dos alimentos experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Alimentos				
	Feno de Tifton	Milho	Farelo de soja	Calcário calcítico	Fosfato bicálcico
MS	90,35	91,60	88,56	100	97
MO	93,98	98,40	93,06		
Cinzas	6,10	1,68	6,26		
FDN	77,20	20,73	14,81		
FDA	39,81	4,46	9,56		
PB	9,59	9,82	47,64		
EE	1,71	4,99	1,63		
CHot ¹	82,02	84,58	44,33		
CNF ²	4,64	64,90	30,10		
LDA ³	5,02	0,37	2,32		
NDT	60,97	86,40	81,40		
EL _{3x} (Mcal/kg) ⁴	1,37	1,99	1,87		
Ca	0,43	0,03	0,3	34,00	22,00
P	0,17	0,30	0,07	0,02	19,30

¹Carboidratos Totais; ²Carboidratos não fibrosos; ³lignina em detergente ácido; ⁴Energia líquida.

Tabela 3 - Composição bromatológica das dietas experimentais expressa com base na matéria seca (%)

Itens (%)	Nível de FDNf (%)				
	15	20	25	30	35
MS	89,99	89,92	90,14	89,80	89,77
MO	93,76	93,52	93,59	93,05	92,83
FDA	12,03	14,18	16,36	18,47	20,6
PB	17,84	17,80	17,37	17,1	16,86
EE	3,51	3,32	3,16	2,96	2,78
CHOt ¹	72,96	73,07	73,41	73,25	73,35
CNF ²	44,29	40,62	37,48	33,8	30,35
LDA ³	1,65	3,48	2,20	2,48	2,74
NDT(%)	78,17	76,64	75,37	73,59	72,07
EL(Mcal/kg) ⁴	1,80	1,76	1,73	1,68	1,64
FDN	29,37	32,89	36,46	39,9	43,4
FDNf/FDN	0,51	0,61	0,69	0,75	0,81

¹Carboidratos Totais; ²Carboidratos não fibrosos; ³ lignina em detergente ácido; ⁴Energia líquida.

Cada período experimental teve duração de 21 dias, sendo 14 de adaptação e 7 dias de coleta de dados.

Nas dietas, determinou-se a composição em MS e nitrogênio total NT para estimativa da PB; EE, cinzas (CZ) utilizando as técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002); a fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) segundo Van Soest et al. (1991). Nas sobras e nas fezes foram avaliadas: MS, CZ, PB, EE e FDN.

A quantidade de carboidratos não fibrosos foi estimada de acordo com a equação: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN + \%CZ)$, segundo Van Soest et al. (1991).

pH e Amônia

No quarto dia do período de coleta, o pH foi medido diretamente no rúmen por meio de peagâmetro digital após homogeneização do líquido ruminal, em oito tempos: zero, antes do primeiro arraçoamento, duas, quatro, seis, oito, doze, dezesseis e vinte quatro horas após o mesmo.

Para a determinação da concentração de amônia (N-NH₃), foram coletadas amostras do fluido ruminal no tempo zero, duas, quatro e seis horas após a alimentação. As amostras de conteúdo ruminal foram coletadas em quatro pontos distintos do rúmen, após prévia homogeneização do conteúdo ruminal e filtradas em gaze, deste filtrado foi retirada uma alíquota de 10 mL do fluido ruminal, acrescentando-se 0,1 mL de ácido sulfúrico a 50%, conservando-as congeladas a -10°C.

Os compostos nitrogenados amoniacais do líquido ruminal foram determinados por adaptação do método de Kjeldahl, omitindo-se a fase de digestão. O líquido ruminal foi descongelado e centrifugado a 3000 rpm por 15 minutos para retirada de uma amostra (2 ml) do sobrenadante, que foi transferida p/ tubo de ensaio e adicionada de água destilada e 15 ml de hidróxido de potássio (2 N). Após a adição de KOH, a amostra de líquido ruminal foi imediatamente destilada em 20ml de ácido bórico, obtendo-se volume de aproximadamente 100ml de líquido destilado. Em seguida foi feita titulação com HCL (0,05 N), conforme técnica de Fenner (1965) adaptada por Vieira (1980).

Os dados de pH e amônia foram analisados como medidas repetidas no tempo utilizando-se a análise de variância ($p < 0,05$). As fontes de variação que apresentaram efeito significativo foram estudadas por meio de análise de regressão. As análises foram feitas por meio do programa computacional SAEG- Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9.0 (UFV, 2000).

Degradabilidade

Terminado os cinco períodos experimentais foram introduzidos no rúmen sacos de nylon 50µm de porosidade contendo aproximadamente 5g, de cada um dos tratamentos moído. Cada cabra recebeu cinco sacos, cada um contendo um dos cinco tratamentos, em cada tempo de incubação, totalizando 40 sacos por cabra. A incubação foi feita na ordem cronológica reversa para os tempos: 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 h e a retirada dos sacos foi simultânea. Os sacos referentes ao tempo zero não foram incubados no rúmen, foram apenas lavados em água corrente para quantificação da perda por lavagem (washing loss).

Depois da retirada dos sacos do rúmen, estes foram lavados em máquina de lavar até que a água ficasse totalmente cristalina. Em seguida os sacos foram submetidos à estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas para posterior pesagem e determinação do material degradado (degradabilidade). As amostras foram então, secas

em estufa à 105°C, para determinação da MS, PB segundo Silva e Queiróz (2002) e FDN de acordo com o método de Goering e Van Soest (1970).

Para os cálculos da degradabilidade efetiva, inicialmente foram estimados os parâmetros a , b e c , por meio dos dados de degradabilidade potencial utilizando-se a fórmula:

$DP = a + b(1 - e^{-ct})$ para MS, PB e FDN (Mehrez e Ørskov, 1977), por meio do procedimento: Regressão não Linear do SAEG (2000), versão 9.0.

De posse dos parâmetros a , b e c foram calculadas as degradabilidades efetivas da MS, PB e da FDN por meio da fórmula:

$DE = a + [(b.c)/(c + Kp)]$, nas taxas de passagem, 2, 5 e 8% h^{-1} , em que:

DP = degradabilidade potencial;

DE = degradabilidade efetiva;

a = fração rapidamente solúvel (% do original), também denominado washing loss;

b = fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável (% do original);

c = constante da taxa de degradação da fração b (%/hora).

kp = taxa de passagem da digesta no rúmen (%/hora).

t = tempo.

O experimento de degradabilidade potencial foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e os dados avaliados por análise de variância em função dos níveis de FDNf e dos tempos de incubação (0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96 h) como medidas repetidas. As fontes de variação significativas foram estudadas por análise de regressão.

Todas as análises foram processadas pelo programa SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9.0 (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

O pH ruminal foi influenciado pelos níveis de FDNf e pelos tempos de coleta. A influência dos níveis de FDNf foi melhor descrito por um modelo quadrático e os tempos de coleta por um modelo quádruplo. (Tabela 4 e Figuras 1 e 2)

Tabela 4 - Equações estimadas, coeficientes de determinação (R^2), coeficiente de variação (CV) e ponto de máximo expressos em porcentagem

Variável	Equação estimada	R^2	CV	PM
pH – níveis FDNf	$\hat{Y} = 2,5029 + 0,2783x - 0,0051x^2^*$	0,91	6,30	6,3
pH – tempo	$\hat{Y} = 6,2196 - 0,5127h + 0,2088h^2 - 0,0297h^3 + 0,0016h^4 - 0,00003h^5$	0,91	6,30	----
N-NH ₃ níveis de FDNf	$\hat{Y} = 1,4068 + 0,5571x - 0,0097x^2^*$	0,74	18,90	9,41
N-NH ₃ – tempo	$\hat{Y} = 8,2773 + 1,0232h - 0,281h^2^*$	0,74	18,90	9,53

* $P < 0,05$

Estimou-se pH máximo neste trabalho de 6,30, no nível de 27,28% de FDNf na dieta, inferior ao valor máximo de 6,78 encontrado por Fonseca (2004) no nível de 15,48% de PB, quando este avaliou níveis de PB na dieta. Branco (2005) encontrou pH mínimo de 5,85 nas dietas contendo 28% de FDNf.

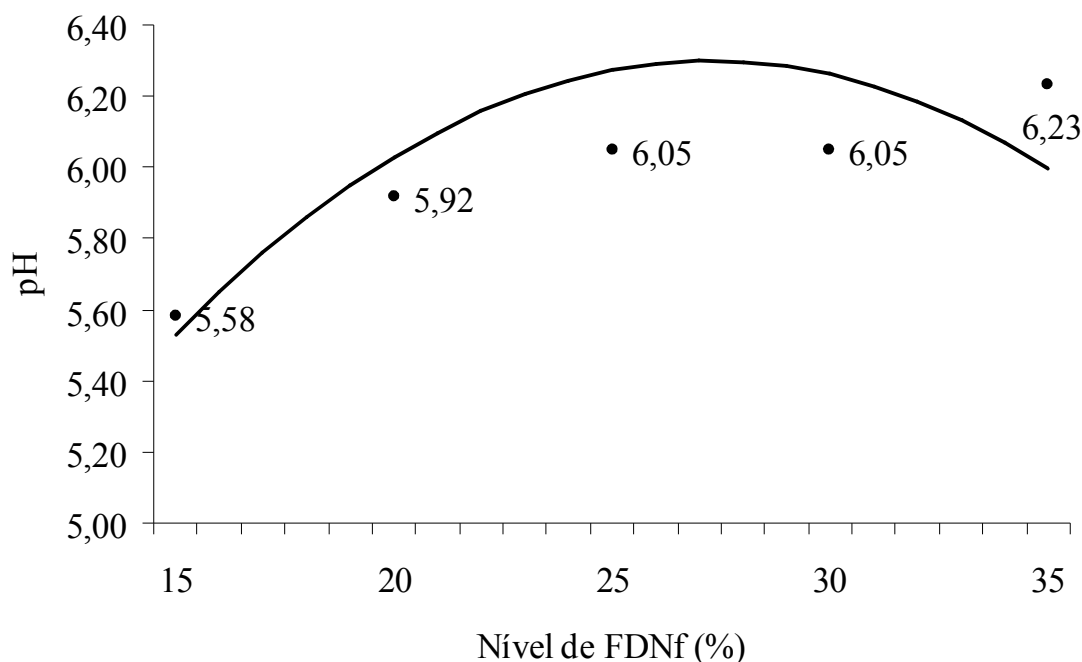


Figura 1 – Efeito dos níveis de FDNf(%) das dietas sobre o pH ruminal.

Os menores valores de pH encontrado neste estudo foram observados no menor nível de FDNf da dieta, ou seja, dieta contendo maior quantidade de concentrado. Este resultado está de acordo com Gonçalves et al. (2001a), que encontrou decréscimo do pH ruminal em cabras consumindo dieta contendo 80% de concentrado e 20% de volumoso. Este autor relata que as cabras se alimentaram por um período menor do dia quando submetidas à esta dieta, respeitando o controle fisiológico de ingestão, e que o reduzido valor do pH ocorreu em função da menor atividade de mastigação e ruminação exigida pelo concentrado o que resultou em menor salivação e menor tamponamento do rúmen.

O menor valor de pH nos níveis mais alto de FDNf encontrado neste experimento, pode estar relacionado à falta de efetividade da fibra em função do tamanho de partícula das dietas peletizadas. Provavelmente o tamanho de partícula não tenha sido suficiente para estimular a mastigação, determinando menor salivação e

ruminação, evitando tamponamento do rúmen, contribuindo para a redução dos valores de pH. Segundo Mertens (2000), a atividade mastigatória sofre forte influência da estrutura física dos alimentos, os peletizados apresentam tempo de mastigação de 4 a 10 min/Kg de MS, contra fontes de fibras da forragem grosseiramente moída, cuja capacidade é de 300 min/ Kg de MS. Norgard (1986) estimou uma estrutura física de alimento que permita uma atividade mastigatória mínima de 30 min/kg de MS, em dietas para animais leiteiros.

O pH ruminal é influenciado pelo tipo de alimento consumido e sua estabilização é atribuída em grande parte à saliva que apresenta alto poder tamponante (Owens e Goetsch, 1998; Van Soest, 1994). A saliva recebe incremento em seu fluxo, devido ao estímulo da mastigação e ruminação, que resulta de estímulos físicos das partículas grosseiras sobre a parede ruminal (Hoover e Stokes, 1991).

Na figura 2, observa-se que o pH ruminal apresentou redução pronunciada logo após a ingestão de alimentos devido à rápida fermentação e alta taxa de degradação, que está de acordo com Ørskov (1986) que relatou que de 0,5 a 4,0 h após à alimentação verifica-se maior intensidade de queda do pH ruminal (1986). Após redução ocorreu elevação do pH a partir de 2h após a alimentação em função do tamponamento exercido pela saliva, cuja produção é estimulada pela mastigação durante a ingestão. A mucosa ruminal apresenta a propriedade de absorver mais rapidamente os ácidos livres que os combinados, resultantes da fermentação, fator que contribui para impedir a acidificação do meio e a elevar os níveis de pH (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Segundo fornecimento (feito 8h após o primeiro), provocou nova queda no pH, mais uma vez em função da ingestão. Durante a noite a ruminação se intensifica, ocorre maior secreção de saliva e tamponamento do rúmen tornando o pH elevado na hora que imediatamente antecede o primeiro fornecimento do dia (Morand-fehr, 1982; Fonseca, 2004).

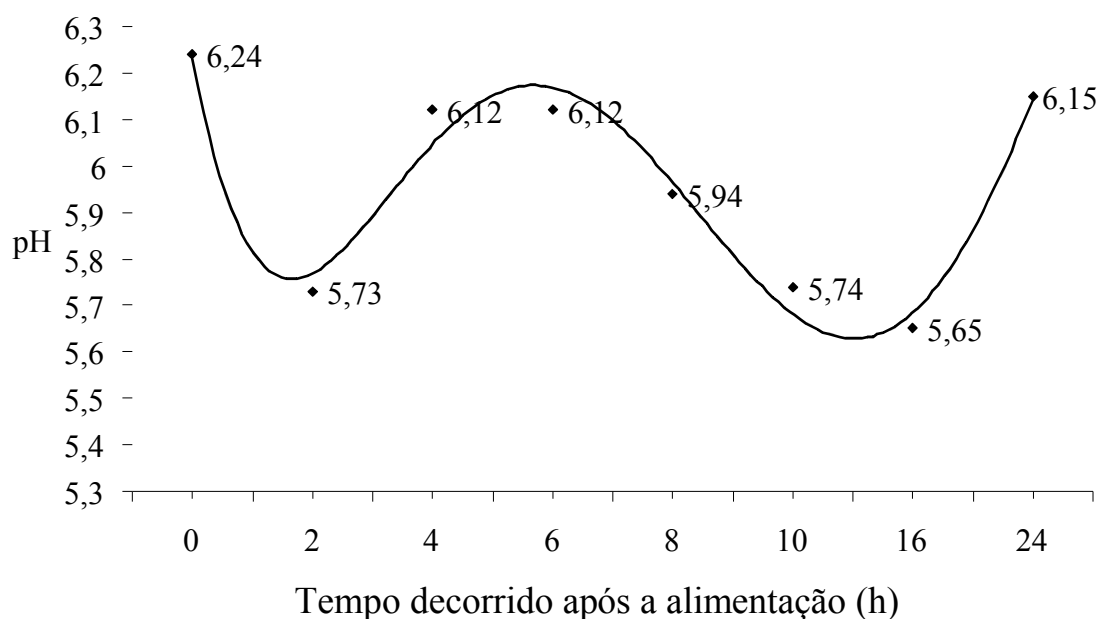


Figura 2- Efeito dos tempos de coleta após a alimentação da manhã (h) sobre o pH ruminal.

Os valores apresentados na figura 2 são compatíveis com Church (1988) que observou que ruminantes consumindo dietas à base de volumoso mantiveram o pH ruminal entre 6,2 e 6,8, enquanto que os consumiram dietas com maior quantidade de concentrado, apresentaram pH entre 5,8 e 6,6. Porém os valores observados no presente estudo ficaram aquém do ponto ótimo para digestão da fibra, estimado por Orskov (1988), entre 6,7 a 7,1. O mesmo autor adverte que em situações de pH abaixo de 6,2, ocorrerá redução da digestão da fibra, já que as bactérias celulolíticas não resistem a pH inferior a 6,2. Em baixo pH diminui a digestão de proteínas, celulose, hemicelulose e pectinas, tendo menor efeito na digestão do amido, enquanto pH na faixa de 6,5 a 5,5 também causa decréscimo na eficiência microbiana (Hoover & Stokes, 1991).

Por outro lado Mould et al. (1984) constataram efeito bifásico do pH na digestão da fibra uma vez que a redução de pH de 6,8 para 6,0 influenciou moderadamente na digestão da fibra e severamente quando em pH abaixo de 6,0.

Segundo Hoover (1986), pH ruminal abaixo de 5,5 acarreta a inibição total da digestão da fibra, informação comprovada por Gonçalves (2001) que avaliando a degradabilidade da FDNf em cabras, constatou redução de 45% em pH 6,5 para 13% em pH 5,5 e para 1% em pH 5, na degradabilidade da FDN.

A concentração da amônia ruminal sofreu influência quadrática dos níveis de FDNf nas dietas, bem como do tempo de coleta (h) após alimentação matinal (Tabela 4).

Valor máximo estimado de concentração de amônia no rúmen 9,41mg/dL, foi encontrada no nível de 28,72% de FDNf.

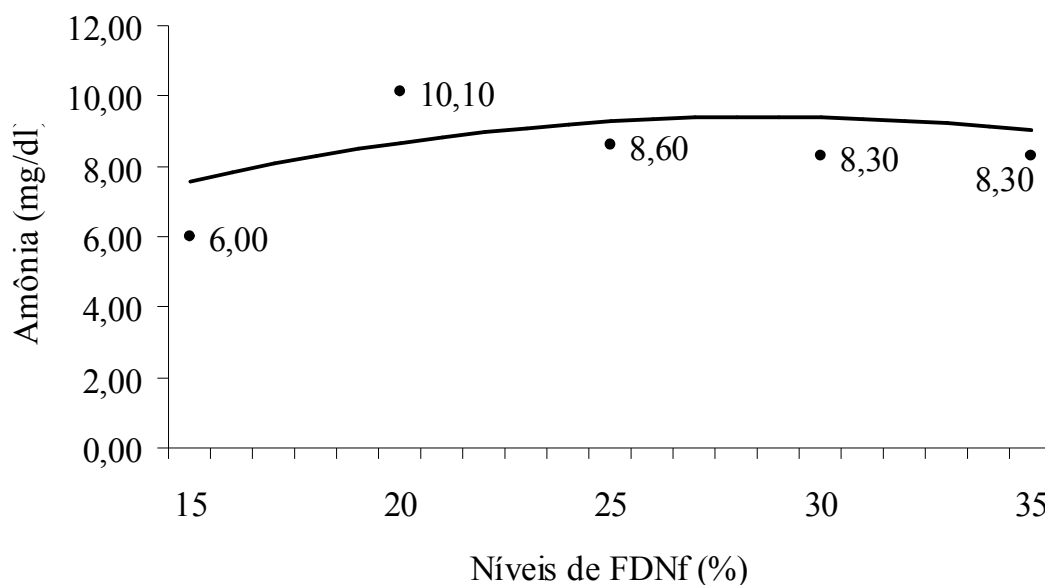


Figura 3 – Efeito dos níveis de FDNf das dietas na concentração de amônia ruminal (mg/dl).

Os resultados deste experimento mostram elevação nas concentrações de amônia ruminal 2,45 h após a alimentação, momento em que foi registrado maior nível de amônia (9,53mg/dl) (Figura 4), o que concorda com Branco (2005) e Cavalcante (2006) que encontraram maior concentração de amônia 2h após a alimentação.

Os resultados do presente estudo mostraram haver sincronismo entre menor pH e elevação da concentração de amônia ruminal (Figuras 2 e 4). Concordando com Branco (2005) que constatou nos horários de maior pH, menor concentração de amônia ruminal.

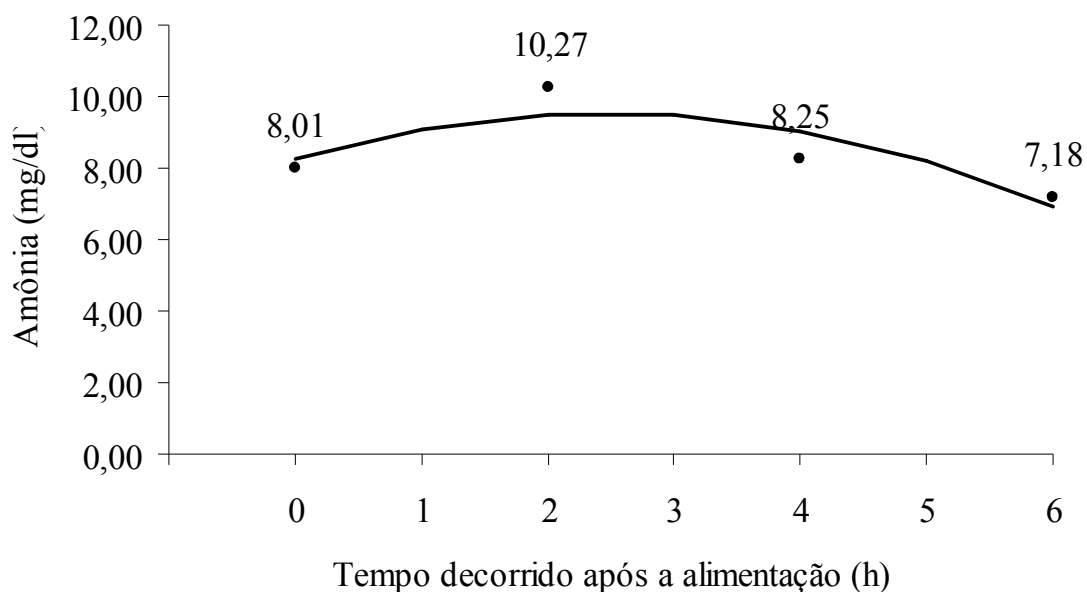


Figura 4 – Efeito do tempo após a alimentação na concentração de N-NH₃ no rúmen.

A amônia é absorvida por meio da parede do rúmen, estritamente por difusão passiva, e a quantidade absorvida está positivamente relacionada às concentrações ruminais de amônia e ao pH. A amônia livre difunde, mais rapidamente que o NH₄⁺, conseqüentemente, maiores taxas de absorção ocorrem com maior pH, em virtude da maior concentração de NH₃ livre. Taxas de transporte de NH₃, por meio da parede do rúmen, por exemplo, são três vezes maiores para pH 6,5 que para 4,5 (Church, 1988; Forbes & France, 1993).

Degradabilidade da Matéria Seca

As médias da degradabilidade potencial da matéria seca são apresentadas na tabela 6 e foram influenciadas pelos níveis de FDNf e pelos tempos de incubação. O tempo de incubação influenciou a degradabilidade da MS de forma cúbica (Tabela 5 e Figura 5).

Os níveis de FDNf influenciaram a degradabilidade potencial de forma linear decrescente (Tabela 5), sendo que para cada unidade de aumento nos níveis de FDNf, a degradabilidade da MS diminuiu 0,43%.

Tabela 5 – Equações, coeficientes de determinação e de variação da degradabilidade da MS,

Variável	Equação estimada	R ²	CV (%)
DMS (tempo)	$\hat{Y} = 24,43 + 0,8484h - 0,0108h^2 + 0,00006h^3 *$	0,91	8,10
DMS (níveis de FDNf)	$\hat{Y} = 53,4894 - 0,4257x *$	0,92	8,10

*P<0,05

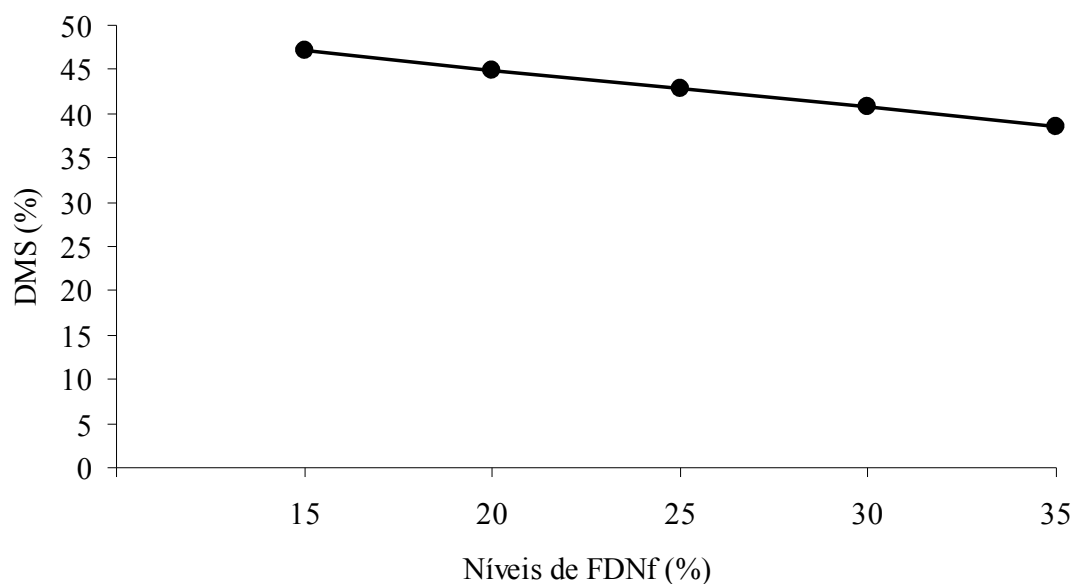


Figura 5 – Degradabilidade Potencial da matéria seca em função dos Níveis de FDNf das diastas.

A degradabilidade potencial da MS foi 16,57% superior no nível de 15% de FDNf na dieta em relação ao nível de 35%.

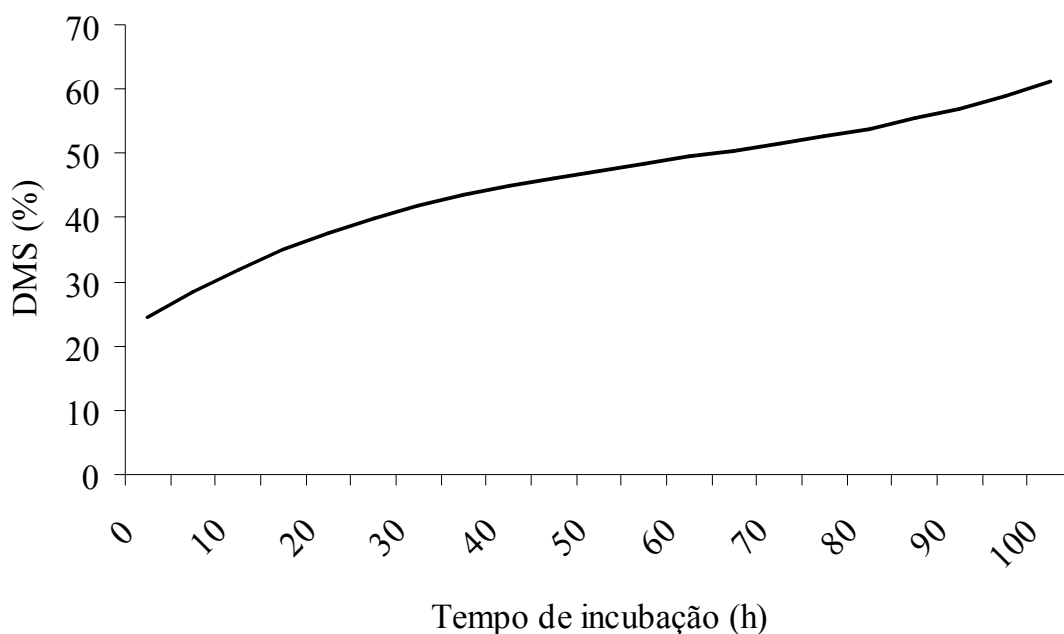


Figura6 – Degradabilidade potencial da MS em função dos tempos de incubação (h).

Tabela 6 – Degradabilidade potencial da matéria seca (%) em função dos tratamentos e tempos de incubação (h)

Tempo (h)	Degradabilidade da matéria seca (%)				
	15%FDNf	20%FDNf	25%FDNf	30%FDNf	35%FDNf
0	22,59	27,56	21,87	24,51	22,27
3	34,83	35,63	25,92	29,32	27,11
6	37,50	36,16	31,24	31,48	30,89
12	41,97	40,22	35,73	37,68	34,77
24	46,41	46,24	39,93	40,81	30,83
48	56,98	56,10	48,41	46,46	44,91
72	63,57	62,97	57,41	55,81	52,55
96	68,01	66,29	61,82	61,00	56,74

A degradabilidade efetiva da MS foi 35,08% maior no nível de 20% de FDNf em relação à menor, encontrada no nível de 25% de FDNf. Pode-se atribuir a maior degradabilidade efetiva encontrada neste nível de FDNf à maior perda na fração A (Tabela 7).

Tabela 7- Degradabilidade efetiva da matéria seca para as taxas de passagem (K_p) de 2, 5 e 8% h^{-1} percentagens das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável (B) e indegradável (C)

Degradabilidade Efetiva da Matéria Seca (%)					
K_p (% h^{-1})	15% FDNf	20% FDNf	25% FDNf	30% FDNf	35% FDNf
2	28,57	34,86	22,63	27,13	24,15
5	28,20	34,53	22,28	26,94	23,81
8	28,11	34,45	22,19	26,90	23,72
Frações					
A	27,95	34,31	22,05	26,82	23,57
B	40,92	42,69	42,84	61,15	53,69
C	0,0306	0,0273	0,028	0,0141	0,0305

Degradabilidade da PB

As médias da degradabilidade potencial da proteína bruta são apresentadas na tabela 8 e foram influenciadas pela interação ente os níveis de FDNf e os tempos de incubação. A equação que melhor representou ($R^2=89,42\%$) os efeitos dos níveis de FDNf e dos tempos de incubação conjuntamente, na degradabilidade da proteína bruta (DPB) foi $\hat{DPB} = 55,4827 - 0,0864x + 0,7941h - 0,0044h^2$ (Figura 6).

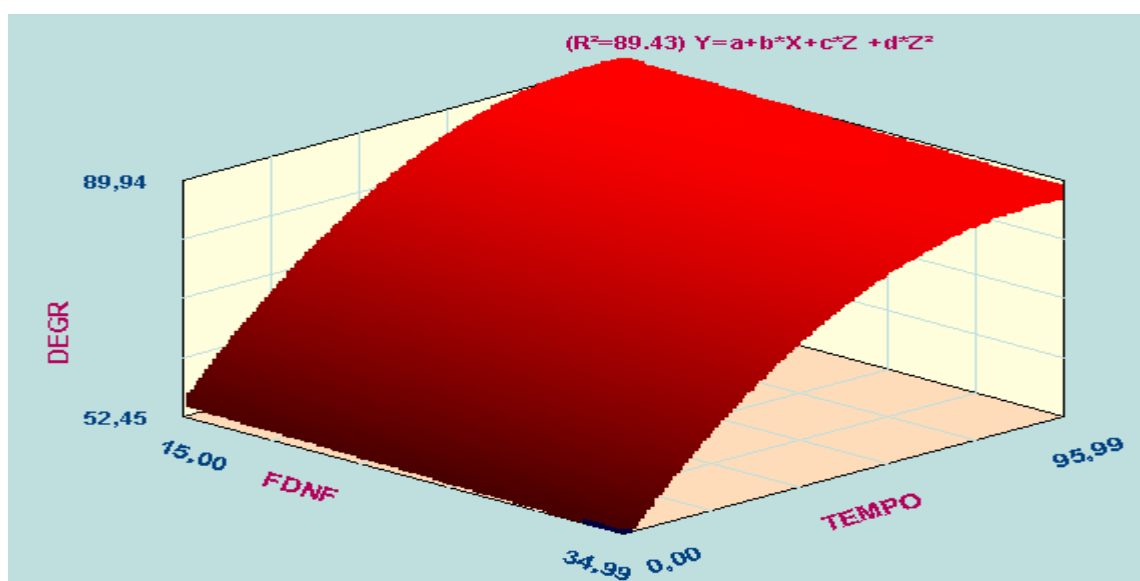


Figura 6 – Efeito dos níveis de FDNf das dietas e dos tempos de incubação (h) sobre a degradabilidade potencial da proteína bruta.

Tabela 8 - Degradabilidade potencial da proteína bruta (%) em função dos tempos de incubação (h)

Tempo (h)	Degradabilidade da Proteína Bruta (%)				
	15%FDNf	20%FDNf	25%FDNf	30%FDNf	35%FDNf
0	63,04	51,27	47,75	52,35	49,48
3	77,95	61,00	52,38	67,33	58,05
6	73,12	64,79	57,92	57,94	60,37
12	79,09	67,92	63,81	64,87	65,80
24	82,71	76,12	70,30	69,66	69,61
48	90,33	84,93	78,96	75,49	76,88
72	92,32	89,41	87,28	83,96	85,30
96	93,97	91,59	90,40	89,32	85,52

O nível de 15% de FDNf apresentou desaparecimento 9% superior em relação ao nível de 35% FDNf, que apresentou menor degradabilidade.

A degradabilidade efetiva da PB foi maior no nível de 30% de FDNf ,em 9,76% pontos percentuais, ao nível de 15% ,que apresentou menor degradabilidade efetiva (Tabela 9)

Tabela 9- Degradabilidade efetiva da proteína bruta para as taxas de passagem (Kp) de 2, 5 e 8 % h⁻¹ porcentagens das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente degradável(B) e indegradável (C)

Kp (%h ⁻¹)	Degradabilidade Efetiva da Proteína Bruta (%)				
	15% FDNf	20%FDNf	25%FDNf	30%FDNf	35%FDNf
2	49,00	53,97	49,03	54,30	52,18
5	48,60	53,44	48,64	54,11	51,76
8	48,50	53,31	48,54	54,06	51,66
Frações					
A	48,33	53,08	48,38	53,97	51,48
B	43,73	37,99	45,71	53,04	43,49
C	0,0309	0,0486	0,0296	0,0167	0,0382

Degradabilidade da FDN

As médias da degradabilidade potencial da FDN (DFDN) em função dos níveis de FDNf e dos tempos de incubação são apresentados na Tabela 10. Houve efeito da interação entre níveis de FDNf e tempos de incubação. A equação de regressão múltipla que melhor representou ($R^2=71,48\%$) estes efeitos sobre a degradabilidade foi:

$$\hat{DFDN} = -4,1715 + 0,6391x + 0,9960h - 0,00128xh \text{ (Figura 7).}$$

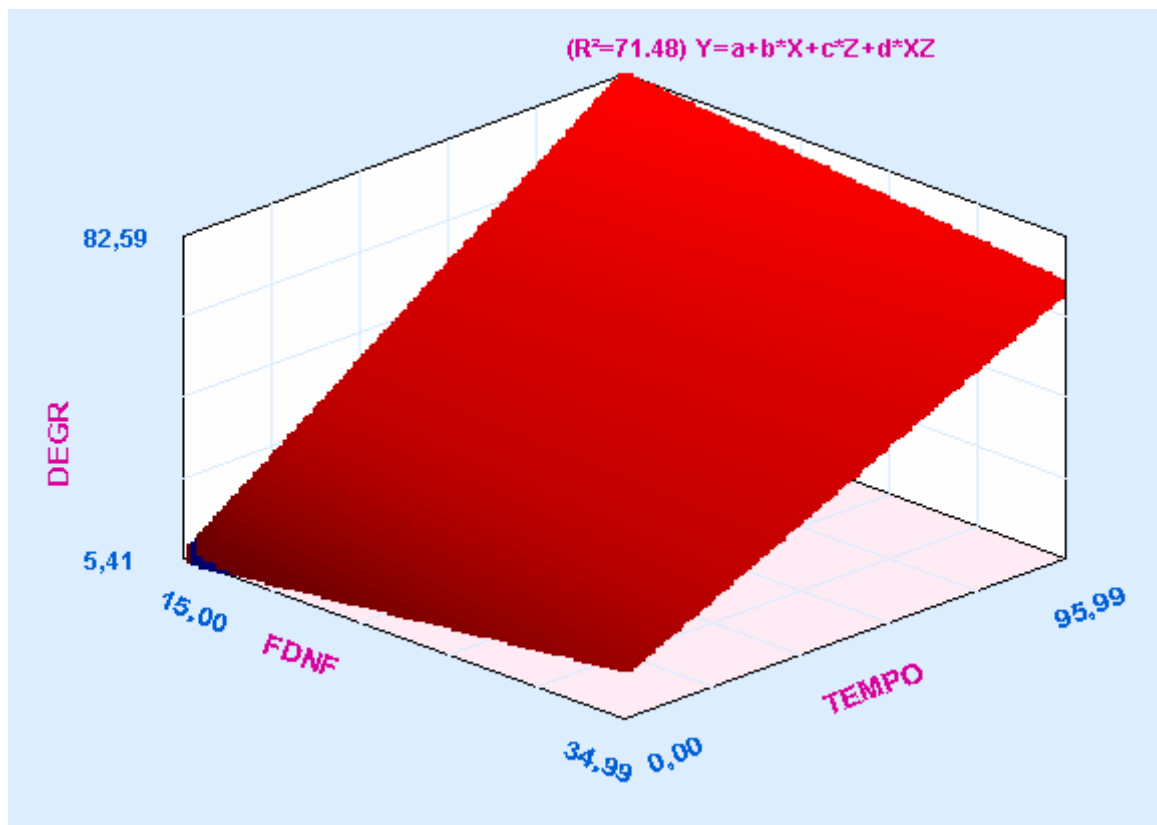


Figura 7 - Efeito dos níveis de FDNf nas dietas e dos tempos de incubação sobre a Degradabilidade potencial.

A degradabilidade potencial foi maior no nível de 20% de FDNf, 28,15% maior em relação ao nível de 35% que apresentou a menor degradabilidade entre os níveis.

Tabela 10 – Degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro (%) em função dos tempos de incubação (h)

Tempo (h)	Degradabilidade da Fibra em Detergente Neutro (%)				
	15%FDNf	20%FDNf	25%FDNf	30%FDNf	35%FDNf
0	3,84	-16,12	3,01	2,04	1,37
3	-34,03	25,63	18,53	5,02	11,35
6	-23,35	39,01	10,78	12,90	40,47
12	27,42	37,89	25,64	35,53	25,79
24	25,54	40,24	36,04	51,86	31,88
48	35,93	61,47	47,11	46,51	47,56
72	52,42	78,75	62,33	57,54	59,88
96	57,24	78,52	67,93	58,58	56,42

A degradabilidade efetiva foi maior no nível de 35% de FDNf elucidando a afirmação de CHIMWANO et al. (1976) de que a degradabilidade das frações fibrosas dos alimentos volumosos cresce com o aumento da proporção de volumoso na dieta.

Tabela 11 - Degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro para as taxas de passagem (Kp) de 2, 5 e 8 % h⁻¹ percentagens das frações solúveis (A), insolúvel potencialmente

Kp (%h ⁻¹)	Degradabilidade Efetiva da FDN (%)				
	15% FDNf	20%FDNf	25%FDNf	30%FDNf	35%FDNf
2	0,86	2,60	2,10	5,02	7,56
5	0,35	1,77	1,49	4,08	6,91
8	0,23	1,56	1,34	3,84	6,75
Frações					
A	0,02	1,20	1,08	3,44	6,47
B	95,11	84,57	71,95	77,43	58,86
C	0,019	0,3638	0,297	0,4250	0,3724

Conclusões

O maior pH (6,30) foi encontrado no nível de 27,28% de FDNf. Na dieta contendo 15% de FDNf registrou-se média de pH de 5,58, o que pode incorrer em limitação total da digestão da fibra. O uso prolongado desta dieta pode comprometer a saúde ruminal e por conseqüência do animal.

As concentrações médias de amônia ruminal ficaram acima do mínimo requerido (5 mg/100ml) para que haja crescimento microbiano .

A degradabilidade potencial da MS foi influenciada pelos níveis de FDNf das dietas e pelos tempos de incubação e foi maior no nível de 15% de FDNf. A degradabilidade efetiva foi superior no nível de 20% de FDNf.

A degradabilidade potencial da PB foi influenciada conjuntamente pelos níveis de FDNf e pelos tempos de incubação, tendo sido maior no nível de 15% de FDNf. A degradabilidade efetiva foi maior no nível de 30% de FDNf.

A degradabilidade potencial da FDN foi influenciada conjuntamente pelos níveis de FDNf e pelos tempos de incubação, tendo sido maior no nível de 20% de FDNf.

A degradabilidade efetiva da FDN foi maior no nível de 35% de FDNf.

Literaturatura Citada

- AGRICULTURAL AND RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein Requirements of ruminants**. Wallingford: CAB Internacional,1993.159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The Nutrient requirements of ruminant** Livestock.Farnham Royal, 1984. 45p. (suppl.)
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**.13.ed. Washington: AOAC, 1990. 1015p.
- BRANCO, R.H. **Avaliação da Qualidade da Fibra sobre a Cinética Ruminal, Consumo e Eficiência de Utilização de Nutrientes em Cabras Leiteiras**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço

- de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de zootecnia**, v.35, n.1, p. 510-521, 2006.
- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979.380p.
- CHIMWANO, A.M., ØRSKOV, E.R., STEWART, C.S. 1976. Effect of dietary proportions of roughage and concentrate on rate of digestion of dried grass and cellulose in the rumen of sheep. *Proc. Nutrition Society*, 35:101A.
- CHURCH, D.C.; **El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1988. 641p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein síntesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2304-2323, 1992.
- FONSECA, C.E.M. **Proteína bruta em dietas de cabras em lactação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 2004, 108p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- FORBES, J.M., FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. 515p.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). **Agricultural Handbook**. Washington, DC: USDA, 1970, 379p.
- GONÇALVES, A.L., LANA, R.P.L., RODRIGUES, M.T., et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro de alguns volumosos utilizados na alimentação de cabras leiteiras, submetidas a dietas com diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p. 1893-1903, 2001.
- GONÇALVES, A.L., LANA, R.P.L., RODRIGUES, M.T., et al. Padrão Nictemeral do pH e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p. 1886-1892, 2001.
- HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-27766, 1986.

- HOOVER, W.H., STOKES, S.R.. Balancing carbohydrate and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science.**, 74(10):3630-3644, 1986.
- ISHLER, V.; Heinrichs,J.; Varga,G. **From feed to milk: understanding rumen function.** 1998. 72p.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor – quality” forages by ruminant particularly under tropical conditions. *Nutrition Research and Review*, v.3, p. 277-303, 1990.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**,Tokyo, v.88, n.3, p 645-650, 1977.
- MERTENS, D.R. Physically effective NDF and its use in formulating dairy ratios. Page 142 in **Proceedings...** 11th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida, University of Flórida, 2000.
- MERTENS, D.R., LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, 63(9):1437-1446, 1980.
- MORAND-FEHR, P. Nutrition and Feeding of goats: Application to Temperate Climatic Conditions. In **Goat production**, p.193-232. Gall, C., 1982.
- MOULD, F.L., ØRSKOV, E.R., MANN, S.O.1984. Associative effects of mixed feeds.I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulose *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**,10:15.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC.Nutrient requirements of dairy cattle.7.rev.ed. Washinton, : National Academy Press, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL NRC. Nutrient requirements of dairy cattle.7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- NOCEK, J.E.; KOHN, R.A. In situ particle size reduction of alfafa and timothy hay as influence by form and particle size. **Journal of Dairy Science**, New York, v. 71, n. 2, p.932-945, 1988.
- NOCEK, J.E. Feeding management of the postpartum cow. In: **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p.69-85.
- ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**. v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.

- ØRSKOV, E.R.1988. Nutricion proteica de los ruminantes. Saragoza: Ed. Acribia. 178p.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- OWENS, F.N., GOETSCH. A.L., Ruminal Fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed) **The ruminant animal digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc., 1988, p.146-171.
- PRESTO, T.R. Analytical methods for carachterizing In: Feed resources for ruminants. Better utilization of crops residues and by products in animal feeding: research guidelines. 2. A practical manual for research works. Rome: FAO, 1986. p.106.
- SILVA, D.J e QUEIRÓZ, A.C.; Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, 235 p. 2002.
- SILVEIRA, R.N., BERCHIELLI, T.T., CANESIN, R.C. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade in situ , os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana de açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p. 570-579, 2009.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Sistema de Análise Estatística e Genéticas-SAEG-. Versão 9.0. Viçosa, MG, 2000.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed., Ithaca: Comstock, 1994. 476p.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações de ruminantes**. Viçosa, MG: Universidade federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**. V.74, p.3583-3597, 1991.

CAPÍTULO 4

IMPLICAÇÕES

O custo de produção de leite de cabra se deve em sua maior parte à alimentação. É fundamental tornar a alimentação o mais eficiente possível, utilizando dietas adequadas às exigências nutricionais, promovendo máxima produção leiteira, preservando a saúde do rúmen, e buscando alimentos de menor custo que se enquadrem nestes requisitos. O empenho pelo conhecimento na área de nutrição de caprinos é muito importante, no entanto a literatura direcionada a estes animais é escassa.

Levando em consideração que o consumo de nutrientes é fator preponderante para o balanceamento de dietas para máxima produtividade leiteira e que o nível de fibra em detergente neutro está diretamente relacionado ao controle desse consumo, os resultados encontrados neste estudo revelam que o nível de 25,69% de fibra em detergente neutro oriunda da forragem, promoveu maior consumo de matéria seca, em cabras alimentadas com dietas completas peletizadas..

O uso de dietas completas ainda é muito pouco freqüente na caprinocultura e requer estudos por períodos mais longos, que possam vir a fornecer dados relacionados à todas as categorias de um rebanho. Verificam-se algumas vantagens das dietas completa em relação ao fornecimento de volumoso e concentrado isoladamente, uma delas está relacionada ao fornecimento concomitante de alimentos de rápida e lenta fermentação ao longo do dia o que possivelmente amenizaria os picos acentuados de queda de pH ruminal responsáveis por limitações na digestão das fibras. Alguns autores ressaltam que dietas completas proporcionam consumo até 20% maior que as dietas convencionais em dietas para bovinos.

As dietas peletizadas constituem alternativa interessante para solucionar a seletividade dos caprinos, que não conseguem executar tal capacidade ao consumirem os peletes na íntegra, sem conseguir selecionar nenhum alimento em especial, como habitualmente fazem, quando recebem as forrageiras picadas ou inteiras e o concentrado em separado. Seria fundamental averiguar o comportamento dos caprinos ao longo de um período mais longo de suas vidas, consumindo estas dietas uma vez que o tamanho de partícula é consideravelmente pequeno (3 a 5mm). Provavelmente a efetividade física da fibra será comprometida podendo afetar negativamente a atividade mastigatória, de ruminação e, por conseguinte do rúmen.

O custo da peletização é outro fato de suma importância a ser considerado. Poucos caprinocultores dispõem da infra estrutura exigida para peletização, estrutura essa que agrega um custo ainda maior à alimentação. É necessário ressaltar que a peletização evita um grande desperdício comum às dietas convencionais. O estudo da viabilidade econômica da peletização das dietas de caprinos é condição para que se instaure o uso deste tipo de dieta na caprinocultura.

O mesmo experimento deve ser realizado com cabras em lactação, para averiguar o consumo real das dietas que foram balanceadas para suprir as exigências de animais nesta categoria, e para avaliar o balanço de nitrogênio, que se alteraria em função da mobilização do nitrogênio para a produção de leite.

APÊNDICE

Tabela 1 - Tratamento (T), Período (P), Animal (A) e valores referentes ao peso vivo em kg (PV), consumo de matéria seca em percentual de peso vivo (CMSPV) e em kg/kg de peso metabólico (CMSPMET), de matéria orgânica em percentual do peso vivo (CMOPV), de matéria orgânica em kg/kg de peso metabólico (CMOPET)

T	P	A	PV	PMET	CMSPV	CMSPMET	CMOPV	CMOMET
1	1	1	65,95	23,14	0,79	22,63	0,75	0,75
2	1	2	79,45	26,61	2,18	64,97	2,04	2,04
3	1	3	80,75	26,94	1,97	58,99	1,86	1,86
4	1	4	73,80	25,18	2,29	67,21	2,14	2,14
5	1	5	69,00	23,94	1,31	37,64	1,20	1,20
1	2	5	69,70	24,12	0,88	25,51	0,84	0,84
2	2	1	62,70	22,28	2,27	63,77	2,12	2,12
3	2	2	80,70	26,92	1,72	51,62	1,63	1,63
4	2	3	82,20	27,30	2,24	67,40	2,09	2,09
5	2	4	77,95	26,23	1,25	37,04	1,15	1,15
1	3	4	80,65	26,91	0,80	23,93	0,75	0,75
2	3	5	70,05	24,21	2,10	60,89	1,97	1,97
3	3	1	61,40	21,93	2,78	77,74	2,63	2,63
4	3	2	81,40	27,10	1,78	53,57	1,67	1,67
5	3	3	85,00	27,99	1,26	38,19	1,16	1,16
1	4	3	89,40	29,07	1,06	32,53	1,00	1,00
2	4	4	80,60	26,90	1,89	56,70	1,77	1,77
3	4	5	72,15	24,76	2,24	65,35	2,12	2,12
4	4	1	67,00	23,42	2,32	66,44	2,17	2,17
5	4	2	84,60	27,90	1,28	38,77	1,18	1,18
1	5	2	84,05	27,76	1,56	47,30	1,47	1,47
2	5	3	92,10	29,73	1,58	48,99	1,48	1,48
3	5	4	80,70	26,92	1,85	55,46	1,75	1,75
4	5	5	73,65	25,14	1,99	58,24	1,85	1,85
5	5	1	67,00	23,42	1,49	42,56	1,37	1,37

Tabela 2 - Tratamento (T), Período (P), Animal (A), consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo (CPBPV), de proteína bruta em kg/kg de peso metabólico (CPBPMET), de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo (CEEPV), de extrato etéreo em kg/kg de peso metabólico (CEEPMET)

T	P	A	CPB PV	CPBPMET	CEEPV	CEEPMET
1	1	1	0,27	7,79	0,03	0,83
2	1	2	0,47	14,06	0,09	2,83
3	1	3	0,39	11,66	0,07	2,03
4	1	4	0,47	13,84	0,09	2,53
5	1	5	0,29	8,36	0,05	1,41
1	2	5	0,21	6,07	0,03	0,93
2	2	1	0,51	14,23	0,10	2,80
3	2	2	0,36	10,78	0,03	0,96
4	2	3	0,46	13,95	0,09	2,70
5	2	4	0,29	8,73	0,05	1,47
1	3	4	0,19	5,82	0,04	1,08
2	3	5	0,47	13,51	0,10	2,79
3	3	1	0,56	15,79	0,09	2,61
4	3	2	0,35	10,57	0,07	2,15
5	3	3	0,23	7,05	0,06	1,77
1	4	3	0,23	7,15	0,05	1,50
2	4	4	0,41	12,43	0,09	2,56
3	4	5	0,46	13,51	0,07	2,18
4	4	1	0,47	13,55	0,09	2,64
5	4	2	0,27	8,20	0,05	1,58
1	5	2	0,34	10,26	0,07	2,25
2	5	3	0,35	10,79	0,07	2,15
3	5	4	0,38	11,33	0,06	1,86
4	5	5	0,40	11,86	0,08	2,32
5	5	1	0,33	9,55	0,07	1,96

Tabela 3 - Tratamento (T), Período (P), Animal (A), consumo de fibra em detergente neutro em percentagem do peso vivo (CFDNPV), consumo de fibra em detergente neutro de em kg/kg de peso metabólico (CFDNPMET), de carboidratos não fibrosos em percentagem do peso vivo (CCNFPV), de carboidratos não fibrosos em percentagem e consumo de carboidratos não fibrosos no peso metabólico em kg/kg de peso metabólico (CCNFPMET)

T	P	A	CFDNPV	CFDNPMET	CCNFPV	CCNFPMET
1	1	1	0,33	9,45	0,18	5,08
2	1	2	0,72	21,54	0,99	29,56
3	1	3	0,78	23,35	0,83	24,80
4	1	4	1,01	29,59	0,80	23,42
5	1	5	0,75	21,53	0,18	5,20
1	2	5	0,27	7,85	0,42	12,09
2	2	1	0,79	22,18	0,99	27,90
3	2	2	0,69	20,73	0,73	21,98
4	2	3	0,95	28,58	0,81	24,38
5	2	4	0,66	19,46	0,28	8,32
1	3	4	0,27	8,03	0,33	10,02
2	3	5	0,73	21,11	0,92	26,59
3	3	1	1,06	29,72	1,21	33,78
4	3	2	0,79	23,77	0,63	18,91
5	3	3	0,68	20,63	0,31	9,29
1	4	3	0,31	9,39	0,52	15,91
2	4	4	0,65	19,41	0,84	25,09
3	4	5	0,88	25,65	0,95	27,73
4	4	1	1,02	29,32	0,81	23,16
5	4	2	0,63	19,02	0,35	10,71
1	5	2	0,42	12,78	0,79	24,01
2	5	3	0,50	15,48	0,73	22,71
3	5	4	0,72	21,49	0,79	23,66
4	5	5	0,84	24,53	0,73	21,38
5	5	1	0,81	23,04	0,30	8,50

Tabela 4 - Tratamento (T), Período (P), Animal (A) Tratamento (T); coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS), coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica (DMO), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (DPB), coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (DEE), coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) e coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), em percentagem

T	P	A	DIGMS	DIGMO	DIGPB	DIGEE	DIGFDN	DIGCNF
1	1	1	88,41	91,28	94,91	84,09	90,40	89,54
2	1	2	69,87	74,39	77,48	75,36	70,53	79,41
3	1	3	72,64	77,43	80,03	75,46	73,97	82,50
4	1	4	78,17	81,91	85,10	82,52	86,87	75,83
5	1	5	86,82	88,66	91,84	92,90	91,94	68,62
1	2	5	90,81	92,74	90,41	92,93	90,58	95,87
2	2	1	77,68	82,52	83,97	86,77	77,72	86,82
3	2	2	71,79	76,93	78,28	46,59	77,74	79,44
4	2	3	72,11	76,55	80,50	76,34	78,59	74,97
5	2	4	86,78	88,58	92,91	91,29	90,61	81,58
1	3	4	90,61	92,83	94,82	94,27	91,72	92,94
2	3	5	79,43	83,37	86,63	87,64	81,80	84,47
3	3	1	73,54	79,04	81,68	72,28	82,47	76,90
4	3	2	87,95	89,87	91,50	88,82	90,82	89,13
5	3	3	86,79	90,51	89,89	91,75	90,43	86,51
1	4	3	86,02	88,69	90,46	91,75	81,33	93,06
2	4	4	78,52	82,49	85,74	86,11	77,51	86,42
3	4	5	83,68	86,60	89,28	86,23	86,14	87,42
4	4	1	84,88	87,55	90,92	90,66	85,12	89,58
5	4	2	84,98	87,11	88,83	88,56	90,86	80,85
1	5	2	79,74	83,15	85,38	84,38	67,66	91,98
2	5	3	79,42	83,19	85,60	85,71	77,22	87,85
3	5	4	80,20	83,93	87,03	81,59	80,01	88,17
4	5	5	84,48	86,90	88,88	93,63	85,81	88,07
5	5	1	75,35	78,88	86,63	87,90	80,79	67,26