

Tallita da Ponte Ribeiro

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO CO-
PRODUTO DE CAJU AMONIZADO OU NÃO COM URÉIA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição de Ruminantes

Orientador: Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério

SOBRAL
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS – UVA
EMBRAPA CAPRINOS
2008

Tallita da Ponte Ribeiro

**VALOR NUTRITIVO DE DIETAS PARA OVINOS CONTENDO CO-
PRODUTO DE CAJU AMONIZADO OU NÃO COM URÉIA**

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Zootecnia da
Universidade Estadual Vale do
Acará, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em
Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição de
Ruminantes

Orientador: Marcos Cláudio Pinheiro
Rogério

Dissertação defendida e aprovada em 14 de março de 2008
pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério
(Orientador)

Prof. Dr. Marco Aurélio Delmondes Bomfim

Prof. Dr. Arnaud Azevedo Alves

Prof. Dr. Eneas Reis Leite

DEDICO

Aos meus pais Francisco Parente Ribeiro e Maria de Fátima da Ponte Ribeiro, que são os responsáveis por mais essa vitória em minha vida.

À minhas irmãs Monique da Ponte Ribeiro e Bárbara da Ponte Ribeiro.

Ao meu esposo Aurélio Portela Guimarães Junior pelo apoio, incentivo e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por me dar força e coragem ao longo desse trabalho e em toda minha vida, guiando sempre os meus passos.

A Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA e seus professores. Pela oportunidade da realização do curso de mestrado, do experimento e das análises laboratoriais.

A FUNCAP pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso de mestrado.

Ao Banco do Nordeste pelo auxílio financeiro à execução do experimento.

Ao meu orientador e amigo Professor Dr. Marcos Cláudio Pinheiro Rogério, por ter me dado esta oportunidade e estar sempre disposto a ajudar-me. Muito obrigado pela oportunidade, pelos ensinamentos profissionais e pessoais, pela confiança e paciência.

A Universidade Federal do Piauí – UFPI, na pessoa do Professor Dr Arnaud Azevedo Alves, por ter disponibilizado o Laboratório de Nutrição Animal para realização de parte das análises laboratoriais.

Ao Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, por ter disponibilizado o espectrofotômetro, permitindo a conclusão das análises laboratoriais.

A Embrapa Caprinos, na pessoa do Professor Dr Marco Aurélio Delmondes Bomfim pela liberação de equipamentos necessários para realização das análises laboratoriais.

Aos amigos do curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA e colegas Zootecnistas, pela ajuda durante a realização do experimento: Vandenberg, Hélio, Rildson, Allisson, Joaquim, Ricardo, Pedro Simeão, Beto Simeão, Fabrícia, Garllena, Mirlanda, Raquel e Adriana.

Aos amigos e colegas do curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e convívio harmonioso durante esse período: Ângela, Luciana, Humberto, Almir, Tony, Jorge e Maurício.

Ao Maxwell e Rodrigo. Agradeço de coração pela ajuda e hospedagem e em Teresina -PI.

As estagiárias da Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA, Ana Paula e Juliana Osterno e Juliana Rodrigues pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais.

Aos Professores Gabrimar Araújo Martins e Ângela Beatriz Fridrich pelos esclarecimentos sobre as análises estatísticas.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

	LISTA DE TABELAS	8
	LISTA DE FIGURAS	10
Capítulo I -	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
Capítulo II -	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
	1. POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DO CO-PRODUTO DE CAJU NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	
	2. FIBRA E TANINO NOS ALIMENTOS	
	2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS CONTENDO CO-PRODUTO DE CAJU E DESEMPENHO DE CORDEIROS EM TERMINAÇÃO A PARTIR DESSE FORNECIMENTO	
	3. TRATAMENTO QUÍMICO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS	
	4. HÁBITO ALIMENTAR E COPMPORTAMENTO INGESTIVO DE PEQUENOS RUMINANTES	
	5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Capítulo III -	EXPERIMENTO 1	26
	Valor Nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju tratado ou não com uréia. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado	
	RESUMO	
	1. INTRODUÇÃO	
	2. MATERIAL E MÉTODOS	
	3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
	4. CONCLUSÕES	
	5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
Capítulo IV -	EXPERIMENTO 2	67
	Valor Nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju tratado ou não com uréia. 2. Parâmetros ruminais e uréia sérica	
	RESUMO	
	1. INTRODUÇÃO	
	2. MATERIAL E MÉTODOS	
	3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
	4. CONCLUSÕES.	
Capítulo V -	EXPERIMENTO 3	77
	Valor Nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju tratado ou não com uréia. 3. Comportamento ingestivo	
	RESUMO	

1. INTRODUÇÃO
2. MATERIAL E MÉTODOS
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO
4. CONCLUSÕES
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1 -	Composição bromatológica de co-produtos do processamento de frutas em Matéria Seca (MS).....	16
------------	--	----

Capítulo III-

Tabela 1 -	Consumo médio diário de matéria seca do co-produto de caju, feno de capim aruana, milho e torta de algodão em quilos (kg) e, entre parêntesis, a porcentagem (%) de cada um dos alimentos em função do consumo de matéria seca total (CMST) em quilos (kg) das dietas experimentais.....	29
Tabela 2 -	Composição química dos ingredientes dietéticos oferecidos aos ovinos (%MS).....	32
Tabela 3 -	Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS).....	34
Tabela 4 -	Médias de consumo diário da matéria seca (g/dia, g/UTM e % PV), de matéria seca digestível (CMSDIG) (g/UTM) por ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado ou não quimicamente com uréia.....	37
Tabela 5 -	Médias de consumo diário da matéria orgânica (g/dia, g/UTM e % PV), de matéria orgânica digestível (CMODIG) (g/UTM) por ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) ou não tratado com uréia (SCNTU).....	38
Tabela 6 -	Médias de consumos diários das frações de proteína bruta (g/dia, g/UTM e % PV), e dos consumos de proteína bruta digestível (CPBDIG) de ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) ou não tratado com uréia (SCNTU).....	40
Tabela 7 -	Médias de consumos diários das frações de extrato etéreo (g/dia, g/UTM e % PV), e dos consumos de extrato etéreo digestível (CEEDIG) das dietas experimentais.....	44
Tabela 8 -	Médias de consumo (g/dia, g/kg ^{0,75} , % do PV e FDN digestível) das frações de fibra em detergente neutro (FDN) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros em terminação.....	49
Tabela 9 -	Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de fibra em detergente ácido (FDA) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros.....	51
Tabela 10 -	Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de Hemicelulose (HCEL) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros.....	52
Tabela 11 -	Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de celulose (CEL) das dietas experimentais fornecidas a ovinos.....	54
Tabela 12 -	Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo das dietas contendo co-produto de	

Tabela 13 -	caju fornecidas a cordeiros conforme as dietas experimentais.....	56
	Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas alimentares de dietas para ovinos contendo co-produto de caju tratado ou não com uréia.....	58
Tabela 14-	Médias de consumo de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM) em relação à unidade de tamanho metabólico dos ovinos (kcal/UTM), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (%), balanço energético e teores de energia digestível e metabolizável como proporção da matéria seca (kcal/kg de MS) (TEDMS e TEMMS) de acordo com os tratamentos experimentais.....	60
Tabela 15 –	Balanço de nitrogênio de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros.....	63
Capítulo IV		
Tabela 1-	Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS).....	69
Tabela 2 -	Valores de pH do líquido ruminal de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não com uréia, em vários horários pós – prandial.....	71
Tabela 3 -	Concentração de N-NH ₃ (mg/ 100 ml) no líquido ruminal de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não tratado quimicamente com uréia, em vários horários pós-prandial.....	72
Tabela 4 -	Valores de uréia (mg/ 100 ml) do soro de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não tratado quimicamente com uréia, em vários horários pós-prandial	74
Capítulo V		
Tabela 1 -	Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS).....	79
Tabela 2 -	Média de tempos despendidos em ingestão, ruminação, ócio e outras atividades, em função dos níveis de inclusão e tratamento químico ou não do co-produto de caju, nas dietas.....	82
Tabela 3 -	Médias de eficiência de ingestão , eficiência de ruminação (ERU) em gramas de MS/hora e gramas de FDN/hora, do tempo de mastigação total (TMT em horas/dia), do número de bolos ruminiais diários (BOL), do número de mastigações merícicas por dia (MMnd), das mastigações merícicas por bolo (MMnb) e do tempo de mastigações merícicas por bolo (MMtb em segundos/bolo) conforme os tratamentos experimentais.....	84

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I		
Figura 1 -	Consumo de proteína bruta em g/ UTM (CPBPM) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos.....	42
Figura 2 -	Consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo (CPBPV) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	42
Figura 3 -	Consumo de proteína bruta digestível (CPBDIG) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	43
Figura 4 -	Consumo de extrato etéreo (CEE) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	45
Figura 5 -	Consumo de extrato etéreo em g/UTM (CEEPM) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	46
Figura 6 -	Consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo (CEEPV) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	47
Figura 7 -	Consumo de extrato etéreo digestível (CEEDIG) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	47
Figura 8 -	Digestibilidade do extrato etéreo (DIGEE) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju com tratamento químico (CTQ) em dietas para ovinos	57
Figura 9 -	Digestibilidade da Energia Bruta (%) em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju STQ em dietas para ovinos	61
Capítulo II		
Figura 1 -	Concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de ovinos alimentados com subproduto de caju tratado ou não com uréia em função dos tempos de coleta	73
Figura 2 -	Concentrações de uréia sérica de ovinos alimentados com subproduto de caju tratado com uréia em função dos níveis de inclusão dietética	75
Capítulo III		
Figura 1 -	Eficiência de ingestão em função dos níveis de inclusão do subproduto de caju STQ em dietas para ovinos	85

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência dos níveis de inclusão e amonização com uréia do co-produto de caju sobre os consumos (gramas por dia, por unidade de tamanho metabólico – UTM, porcentagens do peso vivo), coeficientes de digestibilidade (matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), celulose (CEL) e energia bruta (EB)), parâmetros de comportamento ingestivo, pH e concentração de N-NH₃ do líquido ruminal e concentração sérica de uréia de dietas experimentais isoenergéticas e isoprotéicas contendo o referido co-produto fornecidas a ovinos em terminação. Vinte e quatro ovinos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 2, receberam dietas contendo quatro níveis de inclusão (6; 11; 16; 21%) de co-produto de caju tratado ou não com uréia (CCTU – co-produto de caju tratado com uréia ou CCNTU – co-produto de caju não tratado com uréia), feno de capim Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*), milho e torta de algodão, perfazendo oito tratamentos experimentais, com três repetições por tratamento. A amonização com uréia não aumenta os consumos de matéria seca e matéria orgânica. O incremento do co-produto de caju tratado com uréia reduz os consumos de proteína digestível. A amonização do co-produto de caju aumenta o consumo dos constituintes fibrosos, sem redução das digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose e celulose. A amonização não interfere no consumo de energia bruta, balanço energético e teores de energia digestível e de energia metabolizável como proporção da matéria seca ingerida, entretanto, promove o incremento do consumo de energia digestível. A inclusão do co-produto de caju amonizado nas dietas leva ao balanço nitrogenado positivo. A inclusão do co-produto de caju tratado ou não tratado com uréia em até 21% do total dietético não reduz o pH do líquido ruminal e aumenta a concentração de N-NH₃. A inclusão acima de 6% do total dietético reduz a concentração sérica de uréia dos animais. A inclusão do co-produto de caju tratado com uréia não aumenta os tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades. Os níveis de inclusão e tratamento químico ou não do co-produto de caju não aumentam a eficiência de ruminação (%MS e %FDN), tempo de mastigação total, número de bolos ruminais diários, número de mastigações merísticas por bolo e tempo de mastigações merísticas por bolo. A amonização do co-produto de caju aumenta as mastigações merísticas por dia.

Palavras-chave: agroindústria, amonização, consumo, digestibilidade, ruminantes, co-produtos

ABSTRACT

This study it was lead with the objective to evaluate the influence of the levels of inclusion and amonization with urea of the cashew by-product on the intakes (g/day, Unit Metabolic Size - UMS, percentages of the body weight), coefficients of digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HCEL), cellulose (CEL) and crude energy (CE), parameters of ingestive behavior, pH and concentration of N-NH₃ of the ruminal liquid and concentration of blood's urea of the ruminal liquid of isoenergetics and isoproteics experimental diets containing the cited by-product supplied to lambs in feedlot. Twenty four lambs were distributed in randomly delineation factorial project 4 X 2, they had received diets I contend four levels of inclusion (6; 11; 16; 21%) of treat cashew co-product or not with urea, hay of Aruana grass (*Panicum maximum* cv. Aruana), maize and cottonseed cake, resulting in eight experimental treatments, with three replications for treatment. The amonization with urea did not increase the intakes of dry matter and organic matter. The increment of the cashew co-product dealt with urea reduces the digestible protein consumptions. The amonization of the cashew co-product increases the intake of the fibrosos constituent, non reduction of the digestibility of the dry matter, organic matter, fiber in neutral detergent, fiber in acid detergent, hemicelulose and cellulose. The amonization did not interveme with the intake of crude energy, energy balance and levels of digestible energy and metabolizable energy as ratio of the ingested dry matter, however, promoted the increment of the intake of digestible energy. The inclusion of the cashew by-product treated in the diets resulted in positive nitrogenous balance. The inclusion of the cashew co-product treat or treated with urea in up to 21% to the dietary total does not reduce pH of the ruminal liquid and increases the N-NH₃ concentration. The inclusion above of 6% of the dietary total reduces the concentration of blood's urea of the animals. The inclusion of the cashew co-product dealt with urea does not increase the times expended with intake, ruminaton, idle and other activities. The levels of inclusion and chemical treatment or of the cashew co-product do not increase the rumination efficiency (%MS and %FDN), time spent eating, cake number ruminate daily, number of bolus daily, number and time of ruminating chews per ruminated. The amonização of the cashew co-product increases the number of ruminating chews per day.

Keyword: agroindustry, amonization, co-products, digestibility, intake, ruminants.

Capítulo I – INTRODUÇÃO GERAL

A exploração de ovinos no Nordeste do Brasil sempre foi uma atividade de grande relevância econômica e social, por suprir de carne a preços mais acessíveis as populações rurais e das periferias das grandes cidades. Apesar disso, esta atividade é caracterizada como de baixo rendimento, devido à predominância do tipo de exploração extensiva na maioria dos criatórios, a qual sofre grande influência das condições climáticas. Nesta região, a produção de forragem apresenta forte estacionalidade principalmente por causa da má distribuição de chuvas e longos períodos de estiagem. Aliada à baixa tecnificação no campo para a produção forrageira, a estacionalidade pluvial se constitui forte influenciador à baixa produção de massa verde por hectare e ao baixo valor nutricional de fontes fibrosas forrageiras fornecidas aos ruminantes. Isso justifica, em parte, a queda vertiginosa na produtividade dos rebanhos de ruminantes nos sistemas tradicionais particularmente nos períodos de estiagem.

Vasconcelos (2002) destacou que a utilização de grãos nos suplementos concentrados encarece os alimentos limitando a sua utilização sob o aspecto econômico. Dentro da cadeia produtiva de ruminantes, a utilização de alternativas alimentares que efetivamente reduzam o custo de produção, sem perder de vista o respeito às exigências nutricionais dos animais e a real biodisponibilidade de nutrientes, é uma estratégia que vem sendo utilizada na área de nutrição animal para enfrentar o problema de custos com alimentação. Nesse caso, a produtividade animal não estaria vinculada a oscilações de preços resultantes da sazonalidade de produção de alimentos, mas a estratégias de planejamento alimentar e, principalmente, a programas de utilização de alimentos alternativos disponíveis na região.

As pesquisas em nutrição de ovinos no Nordeste Brasileiro objetivam aumentar a produtividade visando a elevação na quantidade de animais destinados ao abate, particularmente no período seco. Pensando dessa forma, a utilização de co-produtos agroindustriais, especialmente àqueles resultantes do processamento de frutas, pode baratear os custos de produção, evitando o desperdício e contribuindo com a preservação ambiental. Particularmente no Ceará e especificamente em relação ao caju, outro aspecto deve ser destacado, a maior produção ocorre no período seco do ano, quando ocorre a maior escassez de alimentos. Em 2006, foram produzidas 2,1 milhões de toneladas de pedúnculo de caju (IBGE, 2008). Esse número ratifica a grande potencialidade de uso do co-produto de caju como fonte alimentar para ruminantes.

Outra característica que faz com que o co-produto de caju seja um alimento recomendado ao arraçamento de ovinos é a sua composição bromatológica. Conforme Rogério (2005), o co-produto de caju tanto pode ser um importante substituto forrageiro, dado os altos valores de fibra encontrados, quanto pode contribuir com a proteína bruta e a energia dietéticas. O autor destacou, todavia, que a presença de compostos polifenólicos, como a lignina, por exemplo, pode ser um limitante à biodisponibilidade ruminal dos nutrientes citados. Face a essa condição, salientou que é necessário estudar o efeito do tratamento químico desse co-produto objetivando o aumento da biodisponibilidade dos nutrientes nele presentes.

Considerando-se a facilidade de aquisição e os menores riscos de intoxicação humana em seu manuseio, a uréia surge como um tipo de tratamento químico que pode trazer bons resultados no tocante ao aumento da biodisponibilidade de nutrientes do co-produto de caju. De acordo com Sarmiento et al. (1999) e Fernandes et al. (2002), o tratamento químico com uréia promove um aumento nos teores de nitrogênio não-protéico e no nitrogênio total atuando na fração fibrosa do alimento, desestruturando o complexo formado entre os

componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e ligninas). Isso propicia aos microrganismos ruminais uma maior área de ataque com conseqüente elevação do conteúdo de carboidratos prontamente fermentáveis e melhoria da disponibilidade de energia, digestibilidade e consumo de matéria seca.

A substituição das frações fibrosas dietéticas, tradicionalmente compostas de forragens verdes, por co-produto de caju amonizado com uréia, poderá contribuir para o estabelecimento de sistemas intensivos de alimentação de cordeiros para abate, aumentando a produção e a produtividade dos sistemas de produção de carne ovina brasileiros. O uso da uréia poderá promover o incremento dos níveis de nitrogênio dietético o que representará aumento da inclusão do co-produto às dietas barateando ainda mais os custos com arraçamento de cordeiros em terminação com resultados satisfatórios sobre o metabolismo intermediário de carboidratos e proteínas, bem como, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, considerando-se que o tratamento químico propiciará a melhor disponibilização dos nutrientes, particularmente carboidratos e proteínas.

Objetivou-se avaliar o consumo e coeficiente de digestibilidade, os balanços nitrogenado e energético, os níveis ruminais de nitrogênio amoniacal, pH, os níveis séricos de uréia e o comportamento ingestivo de cordeiros que receberam dietas experimentais contendo níveis crescentes de co-produto de caju amonizado com uréia.

Capítulo II - REVISÃO DE LITERATURA

1. Potencial de utilização do co-produto de caju na alimentação de ruminantes

O cajueiro ocupa lugar de destaque entre as plantas frutíferas tropicais, em face da crescente comercialização da amêndoa e do líquido de castanha de caju (LCC) (Lavezzo, 1995). A castanha é o verdadeiro fruto e, contém no seu interior, a amêndoa de alto valor nutritivo. O pseudofruto é o pedúnculo hipertrofiado, sendo rico em vitamina C e usado na fabricação de doces e bebidas. O bagaço, após a extração do suco, pode ser usado na alimentação animal. Do peso do fruto, em média 81% são representados pelo suco. Do peso da castanha, a amêndoa representa 32%, a película 3% e a casca 65% (Lima et al., 1994).

Com o desenvolvimento de tecnologias para os segmentos de produção e industrialização do sistema agroindustrial do caju, o cajueiro tem elevado sua produtividade por área, o número de meses de oferta para o mercado, expandido suas fronteiras de plantio e induzido um aumento de pequenas e médias agroindústrias de amêndoa, suco e polpa, principalmente na região Nordeste.

A castanha é a parte do caju de maior valor comercial, enquanto que o pedúnculo é comercializado em pequena escala, entre 10 a 15% do total produzido, sendo altamente perecível. Por possuir alto teor de tanino em sua composição apresenta uma barreira química contra o ataque microbiano, embora não tenha resistência física à penetração de microrganismos, por ter elevado teor de umidade e uma película de revestimento bastante fina (Meneses, 1994).

Como a safra de caju concentra-se na época seca, período que se caracteriza pela baixa produção de volumosos e preços de concentrados elevados, a utilização do co-produto de caju seco possui grande potencial para ser usado como ingrediente dietético. Além disso, o uso desse ingrediente alimentar em dietas para ruminantes pode reduzir a contaminação ambiental por poluentes e vir a baratear custos de produção devido ao seu preço ser, normalmente, inferior aos suplementos convencionais. A produção, todavia, varia com o tipo de fruta e o processamento utilizado. Conhecendo-se a produção da matéria-prima, o percentual de utilização pela indústria e o rendimento do co-produto, pode-se estimar a sua produção. Por exemplo, para uma produção de pedúnculo de caju de 2,1 milhões de toneladas em 2006 (IBGE, 2008) e considerando-se um rendimento médio de 15%, obtém-se o valor de 315 mil toneladas de co-produto de caju.

A importância da racionalidade no uso dos alimentos, bem como o conhecimento da combinação ótima entre eles, tem orientado e exigido melhor conhecimento de seu valor nutricional, incluindo o processo de utilização de nutrientes (Euclides Filho, 2002). A composição químico-bromatológica desses co-produtos apresenta variação considerável, dependendo da origem, do processamento industrial e da incorporação de outros co-produtos.

A determinação da presença de compostos fenólicos, principalmente taninos e ligninas, também auxilia na avaliação da qualidade nutricional de co-produtos. A presença desses compostos pode promover queda na digestão ou na utilização metabólica da proteína, além de reduzir ou cessar o consumo de alimentos. Outras determinações, como a presença de constituintes tóxicos e do teor de lipídios, devem ser consideradas, pois em altas concentrações podem tornar o co-produto indisponível para uso. A presença de gordura em elevadas quantidades normalmente reduz a digestão da fibra, e a extensão deste efeito negativo depende de seu grau de insaturação e esterificação (Teixeira, 1992).

A seguir, é apresentada na Tabela 1, a composição bromatológica de alguns co-produtos de frutas disponíveis no Nordeste Brasileiro conforme Vasconcelos *et al.* (2002). Como descrito anteriormente, existe uma grande variação na composição destacando-se os

elevados teores fibrosos e os altos teores de ligninas e taninos. A fração protéica também é representativa dada à condição de co-produtos e isso pode constituir substancial substituição de suplementos protéicos dietéticos.

Tabela 1. Composição bromatológica de co-produtos do processamento de frutas em Matéria Seca (MS)

Composição	Co-produto industrial (%)				
	Acerola	Caju	Maracujá	Melão	Tamarindo
Matéria Natural	19,3	29,2	13,4	13,5	46,7
Matéria Seca	89,7	89,1	89,3	85,0	88,6
Proteína Bruta	13,8	14,4	13,2	18,5	12,2
NIDA	0,85	2,06	0,50	0,33	1,33
Extrato etéreo	9,2	6,3	-	15,1	10,3
FDN	63,1	70,1	55,9	56,4	46,7
FDA	54,5	57,0	39,7	40,4	32,7
Celulose	33,58	26,94	25,21	30,42	15,65
Hemicelulose	8,6	13,1	16,2	15,9	14,0
Lignina	20,57	29,85	13,87	9,59	16,66
Energia bruta (Kcal/g)	4.496,2	4.721,0	4.772,2	5.168,8	4.360,7
Tanino	13,2	4,0	6,6	3,8	21,4
Minerais	3,0	2,3	5,3	4,6	2,6
Ca	0,29	0,17	0,18	0,17	0,50
P	0,42	0,49	0,36	1,10	0,44

Fonte: Adaptado de Vasconcelos et al. (2002)

Em se tratando do co-produto de caju, outros autores também avaliaram a composição bromatológica. Catunda e Menezes relataram, por exemplo, que a farinha de caju apresenta 11,8% de proteína bruta (PB), 21,1% de fibra bruta (FB), 6,4% de extrato etéreo (EE), 8,1% de minerais e 0,5% de tanino. Holanda et al. (1996) mediram a composição em aminoácidos do co-produto da indústria de caju. Foram encontrados os seguintes valores percentuais: Lisina (0,30%); Histidina (0,21%); Arginina (0,33%); Ácido Aspártico (0,65%); Treonina (0,31%); Serina (0,37%); Ácido Glutâmico (0,60%); Prolina (0,41%); Glicina (0,38%); Alanina (0,42%); Cistina (0,16%); Valina (0,38%); Metionina (0,20%); Isoleucina (0,39%); Leucina (0,56%); Tirosina (0,23%); Fenilalanina (0,25%) e Triptofano (0,26%).

Awolumate (1983) citou que o uso direto da farinha de polpa de caju como alimento animal pode ser limitado por seus altos teores de umidade e fibra. Devido ao seu baixo conteúdo em proteína, a eficiência de uso na alimentação animal pode ser melhorada através do seu enriquecimento em proteína por leveduras (Furusho et al., 1997) e/ou pelo tratamento químico a partir da amonização com uréia, que pode aumentar a biodisponibilidade dos nutrientes, além de incorporar nitrogênio não protéico (Neiva, 1995; Tonucci, 2006).

2. Fibra e tanino dos alimentos

O uso das fibras é de grande importância na nutrição animal, particularmente, para os ruminantes. A porção fibrosa dos alimentos vegetais e co-produtos de frutas pode conter grande parte dos carboidratos, como é o caso da celulose, sendo uma econômica fonte de energia disponível para esses animais. A fibra é um suporte para a manutenção da função ruminal e para o crescimento dos microrganismos no rúmen que digerem carboidratos. Para WELCH & SMITH (1970), a presença da fibra estimula a ruminação e a produção de saliva, e atua como tamponante no rúmen. VAN SOEST et al. (1994) relataram que a parede celular compõe-se basicamente de lignina e dos carboidratos estruturais, celulose e hemicelulose, que são geralmente degradados a taxas menores do que a dos componentes solúveis.

Os microrganismos presentes no rúmen fermentam alimentos fibrosos e sintetizam nutrientes, principalmente proteína e algumas vitaminas. Porém, determinadas substâncias presentes nos alimentos, principalmente nos co-produtos de frutas, podem interferir no processo, reduzindo a capacidade dos microrganismos em transformar material fibroso, em nutrientes aproveitáveis. Segundo Teixeira (1992) a presença de compostos polifenólicos, como lignina e tanino, pode promover queda na digestão, além de reduzir ou cessar o consumo de alimentos. Os taninos são componentes polifenólicos distribuídos em plantas e outros alimentos e são solúveis em água e em solventes orgânicos polares, sendo capazes de precipitar proteínas.

Alta proporção de tanino pode ser resistente à degradação no rúmen. Além disso, o tanino parece causar ligação cruzada entre proteínas e outras moléculas. Alimentos que possuem fatores anti-nutricionais que podem interferir no processo fermentativo devem ser utilizados com cautela ou restrição, para não afetar o metabolismo ruminal.

3. Avaliação nutricional de dietas contendo co-produto de caju e desempenho de cordeiros em terminação

Catunda e Menezes (1989) avaliaram o uso de farinha de caju na alimentação de cordeiros mantidos a pasto na época seca do ano na Região Nordeste. Verificaram influência negativa dos taninos presentes sobre o aproveitamento da proteína e palatabilidade do material o que resultou em prejuízos no consumo de matéria seca e no ganho de peso médio diário. O percentual de sobras ficou em torno de 68% em relação ao total oferecido. Devido ao baixo teor de Ca e P, Holanda et al. (1996) citaram que este co-produto não deve ser fornecido como único alimento.

Lopes et al. (2004) avaliando o desempenho de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de inclusão de polpa de caju desidratada. A inclusão foi feita em cinco níveis (zero; 10%; 20%; 30% e 40%) e não houve diferença de consumo entre os tratamentos para o consumo de matéria seca, conversão alimentar dos ovinos experimentais. O ganho de peso, entretanto, decresceu proporcionalmente ao aumento de inclusão do bagaço de caju às dietas ficando entre 187 (40% de inclusão) e 295 g/dia (tratamento controle). Observaram também, aumentos nos percentuais de fibra em detergente neutro (de 41,52% sem o co-produto para 56,45% com 40% de inclusão) fibra em detergente ácido (de 19,67% sem o co-produto para 31,62% com 40% de inclusão), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (de 0,93% sem o co-produto para 1,56% com 40% de inclusão) e redução no nível de energia das dietas com a

inclusão da polpa de caju (de 66,83% sem o co-produto para 52,33% com 40% de inclusão). Conforme os autores, o baixo desempenho dos animais pode ser explicado pelo aumento do nível fibroso dietético com a inclusão da polpa de caju e o conseqüente aumento no percentual lignocelulósico.

Leite et al. (2004), por sua vez, avaliaram o ganho de peso de ovinos em terminação utilizando pedúnculo de caju em níveis crescentes com feno de leucena até a sua substituição total e observaram que os animais apresentaram melhor desempenho quando receberam dieta contendo 50% de feno de leucena e 50% de farelo de pedúnculo de caju. Os piores desempenhos foram verificados nas dietas com 70% de feno de leucena e 30% de farelo de caju ou 70% de farelo de caju e 30% de leucena. Segundo estes autores, isso aconteceu por causa do feno de leucena conter taninos e estes se combinarem com a proteína tornando-a indigerível. Além disso, o farelo de caju possui elevado teor de ligninas que reduz a biodisponibilidade da celulose e hemicelulose. Afirmaram ainda, que o farelo do pedúnculo de caju pode ser um ingrediente alternativo na elaboração de dietas para ovinos em terminação.

Rogério (2005) avaliou a inclusão do co-produto de caju em níveis crescentes na composição de dietas para cordeiros em terminação que também continham feno de capim elefante, milho e farelo de soja sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes. Sob esse aspecto, constatou que houve prejuízo particularmente quanto ao aproveitamento das frações fibrosa e protéica das dietas. Recomendou que o percentual de inclusão não ultrapassasse o nível de 19%. Este autor avaliou também parâmetros ruminiais e sangüíneos nos cordeiros que receberam as referidas dietas e concluiu que houve redução dos níveis de nitrogênio amoniacal. Quanto ao pH ruminal, o mesmo se estabeleceu dentro da faixa de normalidade conforme a literatura, sem riscos ao comprometimento da função ruminal normal. Verificou também que a proporção molar dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal nas dietas com co-produto de caju foi típica de dietas ricas em volumosos e que a relação acetato:propionato não foi afetada pela inclusão do referido co-produto. Por fim o referido autor, realizou a incubação ruminal do co-produto de caju nos tempos seis, 12, 24, 48 e 96 horas em ovinos que receberam dieta contendo o co-produto de caju. Foram evidenciados baixos valores de degradabilidade potencial e de degradabilidades efetivas da proteína bruta e da parede celular, principalmente em virtude do alto teor de ligninas, corroborando com aquilo que foi obtido no experimento cujas avaliações de consumo e digestibilidade foram feitas.

Costa (2008), por sua vez, avaliou a inclusão do co-produto de caju em níveis crescentes (11, 21, 28 e 33%) em dietas contendo feno de capim aruana (*Panicum maximum* cv. Aruana), milho e torta de algodão fornecidas a cordeiros em terminação. Além dos níveis de inclusão foram avaliados dois graus de moagem (três e 19 mm de diâmetros de peneiras) em um esquema fatorial 4 x 2 sobre parâmetros de consumo e digestibilidade dietéticas e medições de atividades comportamentais e de pH do líquido ruminal. De acordo com este autor, o grau de moagem aplicado ao co-produto de caju utilizando-se peneiras de três e 19 mm não afetou os consumos de MS, matéria orgânica (MO), PB, EE e frações fibrosas dietéticas. O co-produto de caju quando moído finamente reduziu as digestibilidades da MS, MO, EE, FDN, FDA, HCEL (hemicelulose) e CEL (celulose) dietéticos. Ainda segundo este autor, a inclusão do co-produto de caju em até 33% do total dietético, considerando-se os graus de moagem de três a 19 mm, não representou riscos para a queda do pH do líquido ruminal.

Para o tempo despendido com alimentação, Costa (2008) afirmou que a eficiência de alimentação foi maior na inclusão em 33% sob moagem grosseira em relação à dieta com 21% de co-produto em moagem fina. Para o tempo despendido com ruminação, observou que

o tratamento com 21% de co-produto de caju e moído grosseiramente obteve resultado superior ao encontrado no tratamento com menor nível de inclusão do co-produto de caju (11%) moído finamente, não diferindo dos demais. Isso provavelmente pode ter sido resultado da grande presença de compostos fenólicos no co-produto de caju e ao maior efeito mecânico de quebra das partículas na moagem fina o que trouxe maior disponibilização dos carboidratos e proteínas ali presentes melhorando a digestibilidade e reduzindo o tempo de ruminação.

4. Tratamento químico de co-produtos agroindustriais

A parede celular da planta é uma complexa estrutura composta de lignina, celulose e hemicelulose, pectinas, algumas proteínas, substâncias nitrogenadas lignificadas, ceras, cutina e componentes minerais. Este material é dividido em substância insolúvel (lignina, celulose e hemicelulose) e substâncias solúveis (pectinas, ceras e proteínas). A parede celular representa a fração da célula vegetal resistente ao ataque de enzimas secretadas pelo trato gastrointestinal dos mamíferos. Em ruminantes, a simbiose com os microrganismos ruminais permite a quebra dessa fração e o melhor aproveitamento dos constituintes fibrosos dietéticos. Apesar da parede celular ser consideravelmente fermentada pela microflora ruminal, raramente é completamente digestível.

A melhoria da degradação ruminal da parede celular pode ocorrer se os fatores de proteção/antinutricionais presentes nos alimentos (lignina, por exemplo) estão ausentes ou pelo menos minimizados. A composição da fibra é nutricionalmente significativa para os ruminantes e varia conforme o tipo de parede celular vegetal (Van Soest, 1994).

Van Soest (1994) recomendou que para o incremento da produção animal nos trópicos é preciso pensar no fornecimento de co-produtos regionais aos ruminantes, como o melaço, o bagaço de cana, a mandioca, co-produtos de frutas, que entrariam nas dietas como suplementos alimentares. Por sua vez, a inclusão destes co-produtos pode introduzir problemas no balanço de nutrientes, particularmente no balanço nitrogênio-energia, além da indisponibilização desses nutrientes em virtude dos altos teores de compostos polifenólicos presentes.

A finalidade básica do tratamento químico é a promoção da hidrólise da parede celular, que promove o rompimento da forte ligação entre os compostos polifenólicos como as ligninas e a celulose ou proteínas, por exemplo, aumentando a disponibilização dos mesmos à degradabilidade ruminal. Conforme Souza e Santos (2005) foi Beckmann, em 1919, na Alemanha, quem desenvolveu o primeiro método, à base de NaOH, para o tratamento de palhas. Este método incrementava a digestibilidade da matéria orgânica (MO) entre 46 e 71%. A partir daquela data, o método Beckmann foi melhorado, desenvolvido e adaptado às condições da Noruega. Na década de 60, o uso de palhas tratadas por este método se tornou muito popular na Europa. O tratamento químico dos co-produtos agrícolas com bases fortes como os álcalis, não afetou a atividade microbiana do rúmen e o principal efeito do tratamento foi a melhoria da digestibilidade da fibra, podendo-se conseguir incrementos de 43 a 70%. Neste sentido continuamente as pesquisas têm demonstrado que os co-produtos agroindustriais, ao serem submetidos a tratamentos com NaOH, NH₃ e uréia, podem aumentar a ingestão voluntária, a digestibilidade e o valor nutritivo.

Segundo Souza e Santos (2005), atualmente o método químico mais indicado para tratamento de co-produtos lignocelulósicos é o tratamento com uréia. O incremento no valor nutritivo de co-produtos, todavia, depende de diversos fatores, como o conteúdo de umidade, percentual de uréia utilizado, temperatura durante o tratamento, tempo de tratamento, fatores

como nível de umidade final e temperatura ambiente. Os autores referenciaram que o percentual de uréia que deve ser usado deve ser de 5% com base na matéria seca e o conteúdo de umidade final deve ser de 40%. O tempo de tratamento, segundo estes autores, está relacionado com a temperatura ambiente, pois a ocorrência de temperaturas amenas pode vir a prolongar esse tempo, entretanto, em países como o Brasil, é possível encontrar eficiência de quebra e disponibilização de nutrientes entre sete a 10 dias.

Cândido et al. (1999), por exemplo, avaliaram o uso destes tratamentos químicos no co-produto da agroindústria de cana-de-açúcar e obtiveram um aumento do valor nutritivo do bagaço. Afirmaram ainda que diversos métodos químicos podem ser utilizados, dentre eles os hidróxidos de sódio, de cálcio, de potássio, a amônia anidra e a uréia como forma de amonização. Sarmiento et al. (1999) destacaram também a uréia como excelente alternativa para tratamentos químicos de co-produtos agroindustriais, visto que é um produto de alta disponibilidade no mercado, menos perigosa à intoxicação humana e de baixo custo.

De acordo com Sarmiento et al. (1999) e Fernandes et al. (2002), o tratamento químico com uréia atua na fração fibrosa do alimento, desestruturando o complexo formado pelos componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), tornando-os disponíveis e propiciando aos microrganismos ruminais uma maior área para o ataque microbiano e a conseqüente elevação do conteúdo de carboidratos prontamente fermentáveis, aumentando a disponibilidade de energia, a digestibilidade e o consumo de matéria seca.

Cândido et al. (1999) observaram que a amonização sobre os materiais tratados aumentou o teor de nitrogênio-não-protéico, o teor de nitrogênio total e conseqüentemente o teor de proteína bruta. Isto foi possível, segundo estes autores, porque o nitrogênio-não-protéico pode ser utilizado pelas bactérias do rúmen para a produção de proteína bacteriana, a qual pode ser utilizada pelo animal para o suprimento de suas necessidades protéicas.

5. Hábito alimentar e comportamento ingestivo de pequenos ruminantes

Entende-se como hábito alimentar os costumes, as preferências, as características e a forma com que os animais apreendem os alimentos para a sua manutenção. A compreensão, desses procedimentos, permite obter melhores desempenhos produtivos e econômicos da atividade (Carvalho, 2005).

Ainda segundo Carvalho (2005), a capacidade e o hábito de seleção observados nos pequenos ruminantes decorrem da adaptação dessas espécies às condições ambientais e possibilitam, através da seleção mais eficiente da forragem, a ingestão de uma dieta com menor teor de alimentos fibrosos, que tem baixa digestibilidade. Isto compensaria a menor capacidade dessas espécies de ingerir forrageiras grosseiras, em razão do menor tamanho relativo do rúmen e conseqüentemente, menor tempo de retenção do alimento no retículo/rúmen, resultando em menor possibilidade do mesmo sofrer a ação dos microrganismos ruminais.

Ovinos e caprinos são classificados como animais selecionares intermediários, embora, apresentem algumas preferências por determinadas categorias de plantas, são possuidores de uma grande plasticidade alimentar. Este comportamento alimentar é classificado como oportunístico, modificando facilmente suas preferências alimentares em função da época do ano, disponibilidade e qualidade dos alimentos (Carvalho, 2005).

Os ovinos são capazes de diferenciar os alimentos por características como tamanho, cheiro, forma e outras características sensoriais. O senso de visão detecta os alimentos em

considerável distância. Uma vez identificado, o alimento pode vir a ser apreendido pela boca. Na boca, outro aspecto do alimento é identificado, a textura. Considerando-se todos esses aspectos ocorre a decisão por parte do animal sobre a ingestão ou não do alimento, baseado também em experiências alimentares anteriores (Forbes e Mayes, 2002).

Forbes e Mayes (2002) destacaram também que os pequenos ruminantes têm a capacidade de ajustar o consumo alimentar, principalmente em função de seus requerimentos energéticos e da capacidade de enchimento ruminal. Cordeiros em terminação, por exemplo, preferem alimentos ricos em energia e proteína como consequência de suas exigências nutricionais mais elevadas. Ovelhas no terço final da gestação também são mais seletivas do que ovelhas vazias, conforme esses autores. Esses autores concluíram que o comportamento ingestivo é consequência da associação de fatores sensoriais para identificação dos alimentos e estágio fisiológico que os animais se encontram.

Outros fatores foram descritos por Forbes e Mayes (2002) como influenciadores do consumo em ovinos, como por exemplo: a presença de fatores antinutricionais, toxinas, a facilidade de corte pelos dentes e a própria heterogeneidade alimentar.

A manipulação do bocado (quantidade de alimento que o animal ingere por vez) compreende o ato de apreender o alimento, trazendo-o para dentro da boca e cortando-o através de movimentos de cabeça, lábios (ovinos e caprinos) e língua (bovinos), além dos movimentos de mastigação e deglutição do bolo alimentar (Carvalho, 2005).

A mastigação relaciona-se diretamente com o tamanho das partículas que chegam ao rúmen interferindo na digestão dos alimentos e no consumo alimentar. As partículas alimentares, por sua vez, não podem deixar o rúmen até que seu tamanho seja inferior a 1 mm, já que esse é o diâmetro do orifício retículo-omasal de ovinos e caprinos (Domingue *et al.*, 1991). Desse modo, dois processos afetam a quebra de partículas alimentares nos ruminantes: (1) a mastigação durante a apreensão dos bocados, e (2) a mastigação durante a ruminação. A digestão microbiana por si só não contribui para a redução do tamanho das partículas, mas facilita a quebra das partículas durante a ruminação (Domingue *et al.*, 1991).

Ainda conforme Domingue *et al.* (1991), os ruminantes, mantidos em estábulo e com alimentação à vontade durante todo o dia, apresentam um número entre 3 e 10 de refeições durante o período diurno, com dois picos de atividade: no início e no final deste período. Entretanto, as atividades ingestivas são ritmadas pela distribuição da ração, que estimula o animal a comer.

Quando o alimento é distribuído duas vezes ao dia, as refeições que se seguem à distribuição do alimento são as mais importantes e duram de 1 a 3 horas cada. Os períodos de tempo gastos com a ingestão de alimentos são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de descanso. O tempo gasto com a ruminação é mais elevado à noite, mas os períodos de ruminação são ritmados também pela distribuição dos alimentos (Jaster e Murphy, 1983). Entretanto, existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e repartição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas com o apetite dos animais, as diferenças anatômicas (Deswysen *et al.*, 1993) e a distribuição temporal do consumo de alimentos e da cinética digestiva (Corbett e Pickering, 1983).

Welch (1982) afirmou que o aumento no fornecimento de fibra indigestível não incrementa a ruminação a mais de 8 ou 9 h/dia, sendo a eficácia de ruminação importante no controle da utilização de volumosos; assim, um animal que ruma mais volumoso durante esse período de tempo pode consumir mais e ser mais produtivo.

De acordo com Thiago *et al.* (1992), a quantidade de alimento consumido por um ruminante, em determinado período de tempo, depende do número de refeições nesse período

e da duração e taxa de alimentação de cada refeição. Cada um desses processos é o resultado da interação do metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade. Para dietas volumosas, a mastigação aumenta a degradação ruminal, por elevar a MS e as frações de fibra potencialmente digerível e reduzir o tempo de latência de degradação da fibra. Para dietas de cereais, sabe-se que, quando grãos inteiros não são influenciados na mastigação, a digestão é limitada, e, conseqüentemente, requerem processamento (Beauchemin, 1992).

O comportamento alimentar tem sido estudado com relação às características dos alimentos, à motilidade do pré-estômago, ao estado de vigília e ao ambiente climático. A diversidade de objetivos e condições experimentais conduziram a várias opções de técnicas de registro dos dados, na forma de observações visuais, registros semi-automáticos e automáticos e parâmetros estudados selecionados para a descrição do comportamento ingestivo, como tempo de alimentação ou ruminção, número de alimentações, períodos de ruminção e eficiência de alimentação e ruminção (Forbes, 1995).

Segundo Van Soest (1994), o tempo de ruminção é influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Alimentos concentrados e fenos finamente triturados ou peletizados reduzem o tempo de ruminção, enquanto volumosos com alto teor de parede celular tendem a aumentar o tempo de ruminção. O aumento do consumo tende a reduzir o tempo de ruminção por grama de alimento, fator provavelmente responsável pelo aumento de tamanho das partículas fecais, quando os consumos são elevados.

O tempo de ruminção é altamente correlacionado (0,96) com o consumo de FDN em bovinos (Welch e Hooper, 1988). Albright (1993), em experimento com vacas, relatou para três níveis de FDN, nas dietas de 26, 30 e 34%, resposta quadrática com valores máximos estimados, respectivamente, dos tempos despendidos em ruminção e total de mastigação de 344 e 558; 403 e 651; e 414 e 674 min/dia.

6. Referências Bibliográficas

ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

AWOLUMATE, E. O. Chemical composition and potencial uses of processing wastes from same Nigerian cashcrops. *Turrialpa*, v. 33, n.4, p.381-386, 1983.

BEAUCHEMIN, K.A. Effects of digestive and ruminative mastication on digestion of forage by cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v.40, n.1, p.41-56, 1992.

CÂNDIDO, M. J.D., NEIVA, J. M. N., PIMENTEL, J. C. M., et al. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, n. 5, p. 928-935, 1999.

CARVALHO, F.C. Comportamento alimentar de caprinos e ovinos em sistemas intensivos de produção. IN: CAMPOS, A.C.N. *Do Campus para o Campo: Tecnologias para Produção de Ovinos e Caprinos*. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. 288p.

CATUNDA, A. G., MENEZES, F. A. B. Aproveitamento da farinha da polpa do caju e do feno da rama de mandioca na alimentação de ovinos na época seca. *Boletim de pesquisa*, n. 16, agosto 1989. 12p.

CORBETT, J.L., PICKERING, F.S. Estimation of daily flows of digesta in grazing sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 34, n.2, p. 193-210, 1983.

COSTA, J. B. Efeito da inclusão do co-produto de caju (*Anacardium occidentale*, L.), submetido a diferentes graus de moagem, em dietas para cordeiros em terminação sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes. Fortaleza: UFC, 2008. 77p. Dissertação (Mestrado)

DESWYSEN, A.G., DUTILLEUL, P.A., GODFRIN, J.P, *et al.* Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage :analysis by finite Fourier transform. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 10, p. 2739-2747, 1993.

DOMINGUE, B.M., DELLOW, D.W., BARRY, T.N. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheep. *British Journal of Nutrition*, v.65, n.3, p.355-363, 1991.

EUCLIDES FILHO, K. Retrospectivas e desafios da produção de ruminantes no Brasil. Disponível em: www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/Kepler.htm. Acesso em: 05 jan. 2006.

FERNANDES, L. O., REIS, R.A., ANDRADE, L. R., *et al.* Qualidade do feno de *Brachiaria decumbens* stapf. submetido ao tratamento com amônia anidra ou uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, 2002.

FORBES, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford: CAB. 532p.

FORBES, J.M., MAYES, R.W. Food choice. IN: FREER, M., DOVE, H. *Sheep Nutrition*. CAB International, 2002. 375p.

FURUSHO, I.F., OLALQUIAGA PEREZ, J. R., LIMA, G.F.C. *et al.* Desempenho de cordeiros Santa Inês, terminados em confinamento, com dietacontendo pedúnculo de caju. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. v.1. p.385-387.

GARCIA, R., OLIVEIRA, L. A. V., FONTES, C. A. A., *et al.* Utilização do feno de palha de arroz tratado com amônia anidra na alimentação de bovinos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, 25, 1988, Viçosa. Anais... Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998.

HOLANDA, J. S., FURUSHU, I. F., LIMA, G. L., *et al.* Perspectivas de uso do pedúnculo de caju na alimentação animal. In: SIMÓCIO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1996, Natal. *Anais...Natal: Sociedade Nordestina de Alimentação de Ruminantes*, 1996, p. 155-161.

IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=1&i=P>. Acesso em 07 de março de 2007.

JASTER, E.H., MURPHY, M.R. Effects of varying particle size of forage on digestion and chewing behavior of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, v. 66, n. 4, p. 802-810, 1983.

LAVEZZO, O. E. N. M. Abacaxi, banana, caju, uva, maçã. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba-SP. *Anaia...Piracicaba: FEALQ*, 1995.

LEITE, E. R., BARROS, N. N., CAVALCANTE, A.C.R., *et al.* Terminação de ovinos com a utilização do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) e feno de leucena (*leucaena leucocephala* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. *Anais...* 2004.

- LIMA, O. G., MAGALHÃES NETO, B., FARIAS, L. Introdução ao estudo químico dos cajus de Pernambuco, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 4, 1994, Recife. *Anais...* Recife: CBQ, 1994, p.17.
- LOPES, J. B., DANTAS FILHO, L. A., VASCONCELOS, V. R., et al. Desempenho de Ovinos mestiços da raça Santa Inês recebendo dietas com diferentes níveis de inclusão de polpa de caju desidratada (*Anacardium occidentale L.*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande. *Anais...* 2004.
- NEIVA, J. N. M. Valor nutritivo da silagem e do rolão de milho (*Zea mays L.*) amonizados. Viçosa: UFV, 1995. 122p. Tese (Doutorado).
- MENESES, J. B. Pós-coleta do pedúnculo de caju. Informe Agropecuário, v. 17, n.180, p.13-17,1994.
- ROGÉRIO, M. C. P. Valor nutritivo de co-produtos de frutas para ovinos. Belo Horizonte: UFMG – Escola de Veterinária, 2005. 318p. Tese (Doutorado)
- SARMENTO, P., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., NASCIMENTO, A. Tratamento do bagaço de cana-de-açúcar com uréia. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 6, p. 1203-1208, 1999.
- SOUZA, O., SANTOS, I.E. Aproveitamento de co-produtos e co-produtos agropecuários pelos ruminantes – Artigos Técnicos da EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <http://www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=914>. Acesso em: 20 dez. 2005.
- TEIXEIRA, J. C. Nutrição de ruminantes. Lavras, MG: FAEPE, 1992. 239p.
- TONUCCI, R. G.. Valor nutritivo do feno de capim-Tifton.85. Viçosa: UFV, 2006. 41p. Dissertação (Mestrado)
- VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 1994. 476p.
- THIAGO, L.R.L., GILL, M., SISSONS, J.W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. *British Journal of Nutrition*, v.67, n.3, p.339-336, 1992.
- VASCONCELOS, V. R., et al. Utilização de co-produtos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos. In: PECNORDESTE, 2002, Fortaleza, CE. *Anais*. Fortaleza: FAEC, v. 1, p. 83-99, 2002.
- WELCH, J.G.. Rumination, particle size and passage from the rumen. *Journal of Animal Science*, v.54, n.4, p.885-894, 1982.
- WELCH, J.G., HOOPER, A.P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs:Reston, p.108-116, 1988

Capítulo III – EXPERIMENTO 1

Valor nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju amonizado ou não com uréia. 1. Consumo, digestibilidade aparente e balanços energético e nitrogenado

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da inclusão do co-produto do processamento de caju sobre os consumos (em gramas/dia; por unidade de tamanho metabólico; em porcentagem do peso vivo-UTM) e coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), carboidratos totais (CHOT) e energia de dietas experimentais isoprotéicas e isoenergéticas contendo o co-produto de caju. Avaliou-se ainda os balanços nitrogenados e de energia das referidas dietas. Vinte e quatro ovinos machos inteiros foram distribuídos em gaiolas de metabolismo, onde permaneceram durante todo o período experimental. As dietas contendo quatro níveis de inclusão do co-produto de caju (6; 11 ; 16 e 21%) em dietas compostas por feno de *Panicum maximum cv. Aruana*, milho e torta de algodão, tendo sido o co-produto tratado (CCTU) ou não com uréia (CCNTU). Foram testados, em esquema fatorial 4 X 2, quatro níveis de inclusão (6; 11; 16, 21%) de co-produto de caju tratado (CCTU – co-produto de caju tratado com uréia) ou não tratado (CCNTU – co-produto de caju não com tratado com uréia), em dietas isoprotéicas e isoenergéticas. Foram utilizados três animais para cada tratamento. O tratamento químico com uréia não aumenta os consumos de matéria seca e matéria orgânica. A inclusão do co-produto de caju tratado com uréia em 21% do total dietético reduz o consumo de proteína bruta em g/UTM e em %PV e o consumo de EE em g/dia, g/UTM e extrato etéreo digestível. Aumenta o consumo de FDN, FDA e HCEL, mas não aumenta o consumo de CEL, reduz a digestibilidade do extrato etéreo e aumenta a digestibilidade da FDN e FDA. Aumenta o consumo de energia digestível, não aumenta o consumo de energia bruta e leva ao balanço energético positivo. O nitrogênio ingerido, nitrogênio fecal, nitrogênio urinário e nitrogênio retido não aumentam com a inclusão do co-produto de caju tratado e o tratamento químico do co-produto de caju com uréia leva ao balanço de nitrogênio positivo.

1. INTRODUÇÃO

O uso de alimentos alternativos disponíveis na região Nordeste, constituídos de co-produtos de frutas ou co-produtos agrícolas, pode minimizar os efeitos negativos da escassez de alimentos na época seca. Desse modo, a utilização do co-produto de caju pode ser feita por meio da suplementação em pastejo ou a partir da formulação de dietas para animais em confinamento.

A polpa de caju desidratada, cuja produção brasileira é estimada em mais de dois milhões de toneladas/ano (dados de 2006, conforme o IBGE, 2008), é produzida quase totalmente na Região Nordeste, na época seca do ano (período de julho a janeiro). Esse período é caracterizado pela redução da disponibilidade de alimentos destinados aos animais, particularmente forrageiros, aumentando a recorrência dos produtores ao mercado de rações com o conseqüente encarecimento dos insumos concentrados.

O valor nutritivo de um alimento é determinado por sua concentração nutricional, palatabilidade, proporção de nutrientes digestíveis e eficiência de absorção dos mesmos (Van Soest, 1994). No caso específico do co-produto de caju, Rogério (2005) obteve uma composição bromatológica de 13,78% de proteína bruta (PB), 79,23% de Fibra em Detergente Neutro (FDN), valores de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) de 47,20% e níveis de cálcio e fósforo de 0,53 e 0,04%, respectivamente. Todavia, destacou que o alto nível de ligninas encontrados (37,76% em base de MS) elevaram as concentrações de Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) e resultaram em um valor estimado de proteína verdadeiramente digestível (National Research Council, 2001) de apenas 2,89%. A digestibilidade deste material pode, por essa razão, ficar diminuída em função do menor acesso de enzimas celulolíticas e proteolíticas sobre os componentes solúveis celulares e polissacarídeos de parede celular (Van Soest, 1994).

O tratamento químico pode ser importante estratégia para o acréscimo da digestibilidade de materiais fibrosos, tais como o co-produto de caju. De acordo com Pires et al. (2004), o tratamento com uréia, por exemplo, promove o rompimento de ligações ésteres entre constituintes da parede celular e ácidos fenólicos com a despolimerização parcial da lignina, além de incrementar os teores de nitrogênio dietéticos.

Com este trabalho objetivou-se avaliar os consumos (por unidade de tamanho metabólico – UTM, porcentagens do peso vivo e de matéria seca ingerida) e os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), celulose (CEL), e energia bruta (EB) de dietas experimentais fornecidas a ovinos contendo o co-produto de caju tratado ou não tratado quimicamente com uréia. Complementarmente avaliaram-se também os balanços energético e nitrogenado destas dietas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Digestibilidade Animal da Fazenda Experimental Vale do Acaraú, em área pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, em Sobral, Ceará, zona fisiográfica do Sertão Cearense, a 3°36' de latitude Sul, 40°18' de longitude Oeste, altitude de 56 m.

A região possui clima tipo BShw' (classificação de Köppen), megatérmico, seco, em que a precipitação chuvosa (janeiro a junho) apresenta média de 888,9 mm, correspondendo a

92,6 % do total médio anual. A média anual das temperaturas máxima, média e mínima está em torno de 33,3, 26,6 e 22,0°C, respectivamente, e a média anual da umidade relativa do ar é de 67,9 %.

As análises laboratoriais foram realizadas nos Laboratórios de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias e Biológicas da UVA (Sobral – Ceará) e do Departamento de Zootecnia/CCA da UFPI (Teresina – Piauí).

O co-produto agroindustrial de caju foi obtido da Cajubrás, localizada em Pacajus-CE, composto basicamente pelo bagaço do pseudofruto de caju após a extração do suco e secagem ao sol. O feno foi confeccionado a partir do capim-Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*), produzido na própria Fazenda Experimental da UVA. A torta de algodão e o milho foram obtidos no comércio de Sobral em quantidade suficiente para a realização de todo o experimento.

O tratamento do co-produto de caju com uréia foi realizado antes do início do experimento. A uréia foi diluída em água (uma parte de uréia para 3,4 partes de água). Para cada 100 kg de matéria seca do co-produto de caju adicionaram-se 5 kg de uréia (5,0% da matéria seca), dissolvidos em 17 litros de água. A uréia foi distribuída por aspersão, utilizando um regador e em seguida foi coberta com lona plástica, permanecendo fechada durante 20 dias, sem uso de fonte de urease (Dolberg, 1992).

Incluiu-se o co-produto de caju tratado ou não com uréia a uma dieta básica composta de feno de capim Aruana, milho e torta de algodão. O nível máximo de inclusão do co-produto de caju às dietas foi determinado a partir de resultados encontrados por Rogério (2005) e, ao mesmo tempo, para atender os requisitos de 14,5% de PB conforme o National Research Council (1985) para a categoria animal utilizada e de NDT de 61,8% na MS. A definição dos níveis de inclusão também foi influenciada pelo teor de proteína bruta do co-produto de caju tratado, pois como o valor foi elevado, houve dificuldade para balancear as dietas. Procurou-se, também, estabelecer um nível de FDN dietético mínimo, ou seja, 38%, idêntico ao estabelecido por Rogério (2005) para todos os tratamentos propostos.

Pelo ajuste de consumo, a real inclusão do co-produto de caju ficou nos seguintes níveis arredondados: 6, 11, 16, 21 % (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo médio diário de matéria seca do co-produto de caju, feno de capim aruana, milho e torta de algodão em quilos (kg) e, entre parêntesis, a porcentagem (%) de cada um dos alimentos em função do consumo de matéria seca total (CMST) em quilos (kg) das dietas experimentais

<i>Tratamentos</i>	<i>CMST</i>	<i>Co-produto de Caju</i>	<i>Feno de Capim Aruana</i>	<i>Milho</i>	<i>Torta de Algodão</i>
--------------------	-------------	---------------------------	-----------------------------	--------------	-------------------------

6%	0,968	0,055 (5,7)	0,236 (24,38)	0,387 (39,98)	0,290 (29,96)
11%	0,983	0,111 (11,29)	0,274 (27,87)	0,432 (43,95)	0,166 (16,89)
16%	1,079	0,170 (15,76)	0,266 (24,65)	0,424 (39,30)	0,219 (20,30)
21%	1,042	0,220 (21,11)	0,251 (24,09)	0,404 (38,77)	0,167 (16,63)

Vinte e quatro ovinos com peso vivo médio de 22,3 kg e seis meses de idade foram previamente desverminados e alojados individualmente em gaiolas metálicas de metabolismo dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental. Estes dispositivos consistiram de baldes de 10 litros sobre os quais ficou um tripé que servia de apoio para uma tela com malha de cinco milímetros, formando assim um declive para a queda de fezes. As fezes foram coletadas em recipientes plásticos colocados sob os baldes de 10 litros, estando os dois tipos de recipientes de coleta sob o funil da gaiola metabólica.

Foram testados, em esquema fatorial 4 X 2, quatro níveis de inclusão (6; 11; 16, 21%) de co-produto de caju tratado (CCTU – com tratamento químico) ou não tratado (CCNTU – sem tratamento químico) quimicamente com uréia, em dieta composta por feno de capim Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*) com 30 dias de idade, milho e torta de algodão, em dietas isoprotéicas e isoenergéticas, perfazendo oito tratamentos experimentais. Foram utilizados três animais para cada um dos tratamentos.

Este experimento teve duração de 34 dias, sendo 27 para adaptação e sete dias para coletas. Os 24 carneiros foram pesados no início do período de adaptação para ajuste de consumo e de coleta para o cálculo do consumo em gramas por unidade de tamanho metabólico (UTM) e conseqüente ajuste da quantidade de sobras.

As dietas foram divididas em duas refeições iguais e oferecidas bem misturadas aos ovinos pela manhã e pela tarde, buscando-se sempre deixar uma sobra média (em matéria seca) entre 15 e 20% por dia. Água e sal mineral estiveram disponíveis à vontade. O sal mineral era composto por fosfato bicálcico, carbo-aminofosfoquelato de zinco, carbo-aminofosfoquelato de enxofre, carbo-aminofosfoquelato de cobre, carbo-aminofosfoquelato de manganês, carbo-aminofosfoquelato de cobalto, carbo-aminofosfoquelato de ferro, carbo-aminofosfoquelato de selênio, cloreto de sódio, cromo, iodato de cálcio e molibdato de sódio.

Amostras do alimento oferecido e das sobras eram recolhidas diariamente às oito horas, pesadas e guardadas em sacos plásticos. Posteriormente, foi preparada uma amostra composta por animal para as sobras dos sete dias de coleta. Após isso, as amostras de sobras foram homogeneizadas, para juntamente com as amostras dos alimentos oferecidos, serem moídas em moinhos de facas com peneira de malha de 1 mm e estocadas para futuras análises laboratoriais.

A coleta total de fezes também foi feita diariamente. A produção total foi recolhida dos coletores fecais e teve o peso registrado, sendo feita a reserva de uma alíquota de 20 % deste peso para as futuras análises. Este material foi embalado em sacos plásticos individuais e guardado em freezer (temperatura média de -10°C). Ao final do experimento foram descongelados à temperatura ambiente por cerca de 14 horas, preparada uma amostra composta por animal. Após isto, foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada (55 a 60°C), por 72 horas. Foram então moídas em moinho Thomas Myller com peneira de 1 mm e acondicionadas em recipientes plásticos para futuras análises.

Nos baldes coletores de urina foram adicionados 100 ml de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, evitando-se assim possível evaporação da amônia, já que o HCl converte NH₃ (volátil) em NH₄ (não volátil). O volume total de líquido foi pesado retirando-se para cada carneiro uma alíquota de 20 % do volume total colhido a cada dia, acondicionada em frascos plásticos e imediatamente congelada. Ao final do experimento foram descongelados à temperatura ambiente por cerca de 10 horas, preparada uma amostra composta por animal. Após isto, foram acondicionadas em frascos plásticos e, novamente, congeladas para realização de futuras análises.

Para as determinações de matéria seca, matéria orgânica e cinzas, extrato etéreo, e proteína bruta do material analisado seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (1980). Já para a quantificação da FDN, FDA, celulose, hemicelulose e lignina, utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991). Estas análises laboratoriais foram determinadas nas dependências do Centro de Ciências Agrárias e Biológicas da Universidade Estadual Vale do Acaraú (Sobral – Ceará).

Para a estimativa de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) dos alimentos isoladamente, para que fossem formuladas as dietas experimentais, foram utilizadas duas equações propostas por Cappelle *et al.* (2001). Para o milho e a torta de algodão recorreu-se à seguinte equação: $NDT=77,13-0,4250*FDA$ ($R^2=0,59$; $P<0,01$). Para o co-produto de caju e o feno de capim-aruaana, a equação utilizada foi a seguinte: $NDT=91,6086-0,669233*FDN+0,437932*PB$ ($R^2=0,71$; $P<0,05$), onde para ambas, FDN = valor percentual da fibra em detergente neutro, FDA = valor percentual da fibra em detergente ácido, segundo metodologia proposta por Van Soest *et al.* (1991), e PB = valor percentual da proteína bruta, determinada conforme metodologia da AOAC (1980).

Para o cálculo de NDT das dietas experimentais utilizou-se a equação $NDT = PBD + 2,25 \times EED + CHOTD$, utilizada pelo Sistema de Cornell (Sniffen *et al.*, 1992), sendo que PBD, EED e CHOTD correspondem respectivamente à proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos totais digestíveis. O NDT também foi calculado conforme o National Research Council (2001) utilizando-se as seguintes equações:

$$CNFVD = 0,98 \times (100 - [(FDN - PBIDN) + PB + EE + Cinzas])$$

$$PBVD = PB \times EXP \times [-1,2 \times (PBIDA/PB)] \text{ para o co-produto de caju e feno de capim-aruaana}$$

$$PBVD = [1 - (0,4 \times (PBIDA/PB))] \times PB \text{ para o milho e torta de algodão}$$

$$AGVD = EE - 1$$

$$FDNVD = 0,75 \times [(FDN - PBIDN) - L] \times [1 - (L/((FDN - PBIDN) \times EXP \times 0,667))]$$

$NDT_{ix} (\%) = CNFVD + PBVD + (AGVD \times 2,25) + FDNVD - 7$, onde NDT_{ix} = Nutrientes Digestíveis Totais para manutenção, CNFVD = Carboidratos não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis, PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível, AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis, FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível, FDN = Fibra em Detergente Neutro, EE = Extrato Etéreo, L = Lignina em Detergente Ácido, PB = Proteína Bruta, PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro, PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido.

Para o cálculo dos carboidratos não fibrosos (CNF) utilizou-se equação sugerida por Weiss (1999), a saber:

$$CNF (\%) = 100 - (\% FDN + \%PB + \%EE + \%Cinzas) + PBIDA, \text{ onde CNF} = \text{valor percentual dos carboidratos não fibrosos, FDN} = \text{valor percentual de fibra em detergente}$$

neutro, PB = percentual de proteína bruta, % Cinzas = valor percentual de cinzas, PBIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) x 6,25.

A determinação dos coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, FDN e FDA, CEL, HCEL e energia bruta (EB) foi feita a partir da seguinte fórmula: [(Consumo do nutriente em gramas – quantidade em gramas do nutriente nas fezes)/Consumo do nutriente em gramas]/100 (Silva e Leão, 1979).

Obteve-se a EB em calorímetro adiabático tipo PARR 6200 nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI (Teresina – PI). No caso da urina, esta foi previamente desidratada em recipientes plásticos, sendo o seu conteúdo transferido para o interior de cápsulas farmacêuticas, para permitir a sua combustão na bomba calorimétrica, e feita então a queima de duas cápsulas farmacêuticas vazias para referência da produção de calor das mesmas individualmente, servindo de branco. Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calculou-se o valor da energia digestível e energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina. A energia digestível foi calculada conforme descrito acima, já a energia metabolizável pela fórmula de Blaxter e Clapperton (1965) na qual a Energia Digestível é igual a Energia Bruta Ingerida menos a Energia Bruta excretada nas fezes; a Energia Metabolizável é igual a Energia Digestível menos a Energia Bruta da Urina mais a Energia dos Gases. A produção de metano foi estimada pela seguinte equação: $C_m = 0,67 + 0,062D$, onde C_m = produção de metano em kcal/ 100 kcal de energia consumida e D = digestibilidade aparente da energia bruta do alimento. Foram também calculados o balanço de nitrogênio [N ingerido - (N fecal + N urinário)], nitrogênio ingerido (N fornecido - N das sobras) e porcentagem de nitrogênio retido em relação ao nitrogênio ingerido.

A composição química (%) e a energia bruta (kcal/kg) dos alimentos utilizados em porcentagem de matéria seca estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2. Composição química dos ingredientes dietéticos fornecidos aos ovinos (%MS)

<i>Componentes</i>	<i>Co-produto de Caju não tratado</i>	<i>Co-produto de Caju tratado</i>	<i>Feno de Aruana</i>	<i>Milho</i>	<i>Torta de Algodão</i>
Matéria Seca (%)	88,32	90,52	87,26	88,39	92,70
Proteína Bruta (%)	15,28	23,88	9,09	11,24	27,63
PBVD (%)*	4,94	7,38	3,19	11,04	24,73
NIDN (%)*	2,36	3,60	1,33	1,65	1,27
PBIDN (%)*	14,75	22,50	8,31	10,31	7,94
NIDA (%)*	2,30	3,74	1,27	0,08	1,16

NIDA/NT (%)*	94,08	97,89	87,32	4,45	26,24
PBIDA (%)*	14,38	23,38	7,94	0,50	7,25
Extrato Etéreo (%)	4,00	0,76	2,94	3,85	9,24
AGVD (%)*	3,00	0,00	1,94	2,85	8,24
FDN (%)*	68,34	73,94	85,26	31,68	55,93
FDNVD (%)*	18,83	0,00	53,01	15,68	24,88
FDA (%)*	47,89	52,12	45,73	3,90	38,94
Hemicelulose(%)	20,45	24,52	39,54	27,77	16,99
Celulose (%)	22,70	21,82	38,81	3,73	28,32
Lignina (%)	21,84	66,95	4,22	0,31	10,58
Cinzas (%)	5,18	4,25	8,73	1,60	4,34
Ca (%)	0,80	0,77	1,19	0,88	1,09
Tanino	4,6	0,66	-	-	2,8
CNF (%)*	21,58	7,69	1,92	52,13	10,11
CNFVD (%)*	21,14	7,36	1,88	51,09	9,91
EB (kcal/kg)*	3.996,77	3.963,99	3.746,95	4.118,18	4.337,72
NDT ² (%)*	52,56	43,76	38,53	60,58	65,23
NDT ³ (%)*	44,67	8,65	55,44	77,22	71,06

¹ PBVD = Proteína Bruta Verdaderamente Digestível; NIDN = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDA/NT = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido como porcentagem do Nitrogênio Total; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; AGVD = Ácidos Graxos Verdaderamente Digestíveis; FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdaderamente Digestível; FDA = Fibra em Detergente Ácido; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdaderamente Digestíveis; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais; EB = Energia Bruta; NDT² = NDT conforme Cappelle et al. (2001); NDT³ = NDT conforme NRC (2001)

As análises estatísticas foram realizadas mediante o uso dos *softwares* SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) (Ribeiro Júnior, 2001) e SAS (*Statistical Analyses System*) (Littell *et al.*, 1991), por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + H_j + G_k + HG_{jk} + e_{ijk}$$

onde,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i do nível de inclusão j *versus* tratamento químico k

μ = média geral

H_j = efeito do nível de inclusão j ($j = 1, 2, 3, 4$)

G_k = efeito do tratamento químico k ($k = 1, 2$)

HG_{jk} = interação dos efeitos do nível de inclusão j ao tratamento químico k

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas utilizando-se os testes de Duncan, SNK e o Teste t , em nível de 5% de probabilidade. Foi também observado o grau de correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre as variáveis estudadas para se saber se a variação de uma delas acompanha proporcional ou inversamente a variação da outra conforme recomendou Sampaio (2002).

A análise de regressão foi realizada utilizando-se o *software* SAEG (Ribeiro Júnior, 2001) para permitir a estimativa dos consumos e coeficientes de digestibilidade em níveis de co-produto de caju, compreendidos no intervalo estudado, que não foram testados no ensaio. Foram testados diferentes modelos matemáticos (lineares, polinomiais, logarítmicos e exponenciais), a partir do procedimento Modelos Pré-definidos, para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de determinação. Para a escolha do modelo matemático também foi observado se o mesmo ajustava-se à resposta biológica estudada. As equações demonstradas neste trabalho foram assim selecionadas para trazer maior confiança e melhor aplicabilidade à previsão de valores de consumo e digestibilidade. Foram representadas as equações com coeficientes de determinação superiores a 48% com significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das dietas experimentais, expressa na Tabela 3, evidenciou a superioridade de valores de PB para todas as dietas em que o co-produto de caju tratado quimicamente foi incluso, em relação àquelas em que o co-produto incluso dieteticamente não foi tratado. Isso corroborou os comentários feitos por Neiva (1995) e Tonucci (2006) que o tratamento químico com uréia incrementou os valores de nitrogênio total dietéticos em ensaios que utilizaram rolão de milho e feno de *Tifton 85* amonizados. Vale ressaltar que os valores foram superiores à recomendação feita pelo NRC (2007) de 9,04 a 9,91% de PB considerando-se consumos de proteína não degradável no rúmen de 20 a 60% deste total para cordeiros em crescimento precoce com média de 20kg, ganho médio diário de 200g/dia e consumo de matéria seca de 1.140 gramas.

Tabela 3. Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS)

Componentes	Dietas Experimentais							
	6%		11%		16%		21%	
	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ
Matéria Seca (%)	89,42	89,54	88,80	89,04	88,98	89,33	89,35	89,81
Proteína Bruta (%)	15,86	16,35	13,87	14,84	14,68	16,03	14,37	16,18
PBVD (%)*	10,76	10,81	8,78	8,92	12,32	13,11	11,83	12,89
NIDN (%)*	1,50	1,57	1,58	1,72	1,61	1,80	1,67	1,93

PBIDN (%)*	9,37	9,81	9,85	10,73	10,04	11,26	10,43	12,07
NIDA (%)*	0,82	0,90	0,84	1,01	0,94	1,17	1,02	1,32
NIDA/NT (%)*	32,33	34,49	38,08	42,43	40,14	45,59	44,17	50,95
PBIDA (%)*	5,13	5,64	5,28	6,30	5,89	7,31	6,35	8,25
NDT (%)*	65,79	78,08	67,35	60,07	57,41	65,81	64,64	62,39
Extrato Etéreo (%)	5,25	5,07	4,52	4,16	4,74	4,23	4,58	3,90
AGVD (%)*	4,25	4,07	3,52	3,16	3,74	3,23	3,58	2,90
Fibra em Detergente Neutro (%)	54,10	54,42	54,85	55,48	55,59	56,47	56,55	57,73
FDNVD(%)*	27,50	24,79	27,69	22,44	26,89	19,82	26,54	17,36
Fibra em Detergente Ácido (%)	27,10	27,35	26,44	26,92	28,26	28,92	29,11	30,01
Hemicelulose (%)	27,00	27,08	28,40	28,56	27,33	27,55	27,44	27,72
Celulose (%)	20,73	21,25	19,80	20,84	20,36	21,80	20,30	22,23
Lignina (%)	5,57	8,14	5,57	10,66	6,75	13,86	7,51	17,03
Cinzas (%)	4,36	4,31	4,45	4,35	4,48	4,33	4,54	4,34
Ca (%)	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
CNF (%)	25,55	24,75	27,59	26,00	26,40	24,19	26,31	23,34
CNFVD(%)*	25,04	24,25	27,04	25,48	25,87	23,70	25,78	22,87
EB (Mcal/kg)	4,57	4,56	4,55	4,53	4,55	4,53	4,57	4,54
EM (Mcal/kg)	2,42	2,29	3,16	2,97	2,34	3,04	2,80	2,74

*PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível; NIDN = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDA/NT = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido como porcentagem do Nitrogênio Total; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; NDT conforme Sniffen et al. (1992); AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis; FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis

Esse mesmo comportamento foi observado para os valores de PBIDN, PBIDA e NIDA/NT (%). Muito embora tenha havido o incremento dos teores de PB, também houve o aumento dos teores de lignina nas dietas CCTU. A lignina, provavelmente elevou as concentrações de NIDA, parâmetro que pode refletir a menor disponibilidade da proteína ao ataque microbiano (Van Soest, 1994). Quanto ao incremento dos teores de ligninas a partir do aumento da inclusão do co-produto de caju, também observado neste trabalho, Rogério (2005) afirmou que ao se realizar a inclusão do co-produto de caju em dietas para ovinos em níveis compreendidos entre 19 e 52% na matéria seca ocorreu o incremento substancial deste fator antinutricional.

De acordo com Tonucci (2006), a amonização pode ter sua eficiência afetada por uma série de fatores, dentre eles, a temperatura. Segundo este autor, um aumento exagerado da temperatura durante o processo pode favorecer a Reação de Maillard, tornando parte do nitrogênio adicionado ao material indisponível ao animal. Hurrell e Carpenter (1981) citados por Nunes e Baptista (2001) afirmaram que o tratamento térmico e a armazenagem prolongada de alimentos podem causar efeitos deletérios sobre a qualidade nutricional das

proteínas, como um dos resultados da Reação de Maillard. Tonucci (2006) destacou também que um outro fator intrinsecamente relacionado com a temperatura é o período de tratamento. Em temperaturas elevadas, em torno de 30°C, a amonização com amônia anidra, segundo este autor, deve ser feita em uma semana para que o processo seja eficiente. A técnica de amonização por uréia proposta por Dolberg (1992) determinou um período de 20 dias. Isto combinado com as médias máximas de temperatura descritas no período (33,3°C) podem ter resultado na ocorrência da Reação de Maillard e conseqüente formação de lignina artificial (Van Soest, 1994).

Esses resultados foram condizentes com os obtidos por Reis et al. (2001) ao avaliarem fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. Houve aumento nos teores de NIDN de 0,28 unidades percentuais para os fenos de Capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*) e Capim-Jaraguá (*Hiparrhenia rufa*) não tratados para 0,43 para os mesmos sendo tratados e de NIDA, de 0,24 para não tratados e 0,35 para tratados com uréia. Mason et al (1989) citados por Reis et al. (2001) observaram que a aplicação de NH₃ ou de uréia pode aumentar a retenção de N na parede celular, principalmente quando o tratamento é efetuado sob altas temperaturas.

Os valores de NDT calculados conforme Sniffen *et al.* (1992) para as dietas experimentais (Tabela 3) foram em sua maioria inferiores àqueles prescritos pelo National Research Council (2007) para a categoria animal utilizada, ou seja, 79,83%, revelando a provável redução da digestibilidade destes nutrientes dietéticos quando o co-produto de caju foi incluído. A exceção foi a dieta com 6% CCTU que apresentou o valor de 78,08% de NDT. Já para os valores de extrato etéreo e AGVD, houve redução quando houve o tratamento químico e com o aumento dos níveis de inclusão do co-produto. Rogério (2005) observou redução do NDT quando houve inclusão de co-produto de caju em relação à dieta controle.

A composição de FDN também aumentou com a inclusão do co-produto de caju, particularmente quando se observam os valores de dietas CCTU. Este resultado difere dos obtidos por Silva et al. (2007) que ao avaliarem a digestibilidade de dietas compostas por silagem de capim-elefante amonizado, farelo de cacau e torta de dendê para ovinos, observaram que a amonização reduziu o teor de FDN (de 47,13% para 46,72%). Os valores de FDN aqui observados (Tabela 3) foram superiores àqueles de Rogério (2005) (em média de 52,09%), entretanto, este autor também observou incrementos nos valores de FDN quando houve aumento da inclusão de co-produto de caju em até 38%. Os valores de fibra em detergente neutro verdadeiramente digestível (FDNVD) obtidos neste trabalho (em média, 25,06%), foram superiores aos encontrados pelo mesmo autor (em média de 7,93%), principalmente em virtude dos maiores valores de FDN dietéticos expressos neste trabalho.

O teor de FDA das dietas aumentou com o incremento da inclusão do co-produto de caju e ainda mais quando o mesmo foi tratado. Rogério (2005) e Costa (2008) observaram também incrementos da ordem de 32,19 a 39,56% de FDA quando o co-produto de caju foi incluído de 19 a 52% do total dietético e de 23,87 a 26,73% de FDA quando o co-produto de caju foi incluído de 11 a 33%, respectivamente. Considerando-se o tratamento químico com uréia, entretanto, Silva et al (2007) obtiveram redução da FDA dietética de 22,45 para 21,62% quando o capim-elefante foi amonizado com uréia. De acordo com Fahmy e Klopfernstein (1994) o acréscimo na fração FDA tem sido atribuído ao nitrogênio adicionado, que se apresenta em parte, na forma de NIDA.

Os valores de hemicelulose não diferiram entre os tratamentos experimentais. Em contrapartida, os valores de celulose nas dietas CCTU foram sempre maiores em relação às dietas CCNTU.

A Tabela 4 contém a comparação de médias de consumo em gramas/dia (g/dia), gramas/Unidade de Tamanho Metabólico (g/UTM) e porcentagem do peso vivo (%PV) e das médias de consumo da matéria seca digestível em g/UTM.

A interação níveis de inclusão de co-produto de caju *versus* tratamentos químicos não foi significativa ($P>0,05$) para os consumos de matéria seca (g/dia, g/UTM e %PV) e de matéria seca digestível (g/UTM) ($P>0,05$). Não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) para o consumo de matéria seca (g/dia, g/UTM e % PV) e matéria seca digestível (g/UTM) em função dos níveis de inclusão e em função do tratamento químico aplicado.

O consumo médio diário de MS (g/UTM) foi de 86,04 gramas/UTM, inferior ao recomendado pelo National Research Council (2007) para a categoria animal utilizada (120,54 g/UTM). Os resultados aqui obtidos para consumo de MS em g/UTM foram inferiores aos obtidos por Dantas Filho *et al.* (2007), ou seja, 106,08 g/UTM ao utilizarem níveis de inclusão de polpa de caju desidratada em níveis dietéticos compreendidos entre 10 e 40%, à média de consumo obtida por Rogério (2005) que avaliou a inclusão dietética de co-produto de caju de 19 a 52% e obteve o valor de 90,03 g/UTM em dietas para ovinos e à média verificada por Costa (2008), 105,51 g/UTM com co-produto de caju incluído sob duas granulometrias (três e 19 mm) fornecido em níveis crescentes de 11 a 33% a cordeiros de três grupamentos genéticos.

O consumo médio diário de MS foi 1045,1 g/dia, superior ao observado por Silva *et al.* (2007) fornecendo dietas para ovinos contendo capim-elefante amonizado, farelo de cacau e torta de dendê (928 g/dia). Pontes (2007) avaliando o fornecimento, também para ovinos, de cana-de-açúcar “*in natura*” ou ensilada com óxido de cálcio e uréia, observou superioridade no consumo de matéria seca (CMS) em g/dia quando a cana-de-açúcar foi tratada com 0,5% de uréia (748,86 g/dia) em relação ao fornecimento da mesma *in natura* (618,07 g/dia), sendo a média de consumo dos tratamentos experimentais de 683,47 g/dia, inferior à observada neste estudo.

Tabela 4. Médias de consumo diário da matéria seca (g/dia, g/UTM e % PV), de matéria seca digestível (CMSDIG) (g/UTM) por ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado ou não quimicamente com uréia

Consumo de Matéria Seca (g/dia) (CV=17,88%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	921,93 ^{Aa}	1001,41 ^{Aa}	1090,28 ^{Aa}	1093,43 ^{Aa}	1026,76 ^A
Tratado com Uréia	1011,79 ^{Aa}	1184,21 ^{Aa}	1068,10 ^{Aa}	989,66 ^{Aa}	1063,44 ^A
Médias	966,86 ^a	1092,81 ^a	1079,19 ^a	1041,55 ^a	
Consumo de Matéria Seca (g/UTM) (CV=7,93%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	78,91 ^{Aa}	85,48 ^{Aa}	82,90 ^{Aa}	97,41 ^{Aa}	86,14 ^A
Tratado com Uréia	83,91 ^{Aa}	90,54 ^{Aa}	87,58 ^{Aa}	82,43 ^{Aa}	86,11 ^A
Médias	81,41 ^a	88,01 ^a	85,24 ^a	89,92 ^a	

Consumo de Matéria Seca (%PV) (CV=9,01%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	3,49 ^{Aa}	3,77 ^{Aa}	3,52 ^{Aa}	4,36 ^{Aa}	3,79 ^A
Tratado com Uréia	3,66 ^{Aa}	3,86 ^{Aa}	3,84 ^{Aa}	3,62 ^{Aa}	3,75 ^A
Médias	3,58 ^a	3,81 ^a	3,68 ^a	3,99 ^a	

Consumo de Matéria Seca Digestível (g/UTM) (CV=13,02%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	46,78 ^{Aa}	53,50 ^{Aa}	43,74 ^{Aa}	58,60 ^{Aa}	50,65 ^A
Tratado com Uréia	50,63 ^{Aa}	49,42 ^{Aa}	54,71 ^{Aa}	48,16 ^{Aa}	50,73 ^A
Médias	48,71 ^a	51,46 ^a	49,23 ^a	53,38 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

A Tabela 5 contém a comparação de médias de consumo em g/dia, g/UTM e %PV e das médias de consumo da matéria orgânica digestível em g/UTM.

Tabela 5. Médias de consumo diário da matéria orgânica (g/dia, g/UTM e % PV), de matéria orgânica digestível (CMODIG) (g/UTM) por ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) ou não tratado com uréia (SCNTU)

Consumo de Matéria Orgânica (g/dia) (CV=17,92%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	894,80 ^{Aa}	972,56 ^{Aa}	1057,80 ^{Aa}	1059,28 ^{Aa}	996,11 ^A
Tratado com Uréia	976,00 ^{Aa}	1143,45 ^{Aa}	1029,30 ^{Aa}	952,06 ^{Aa}	1025,20 ^A
Médias	935,40 ^a	1058,01 ^a	1043,01 ^a	1005,67 ^a	

Consumo de Matéria Orgânica (g/UTM) (CV=7,96%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	76,56 ^{Aa}	82,99 ^{Aa}	80,43 ^{Aa}	94,34 ^{Aa}	83,01 ^A
Tratado com Uréia	80,95 ^{Aa}	87,44 ^{Aa}	84,33 ^{Aa}	79,33 ^{Aa}	83,58 ^A

Médias	78,76 ^a	85,22 ^a	82,38 ^a	86,83	
Consumo de Matéria Orgânica (%PV) (CV=8,98%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	3,39 ^{Aa}	3,66 ^{Aa}	3,41 ^{Aa}	4,22 ^{Aa}	3,67 ^A
Tratado com Uréia	3,54 ^{Aa}	3,73 ^{Aa}	3,70 ^{Aa}	3,49 ^{Aa}	3,61 ^A
Médias	3,46 ^a	3,69 ^a	3,56 ^a	3,85 ^a	
Consumo de Matéria Orgânica Digestível (g/UTM) (CV=11,31%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	50,91 ^{Aa}	56,78 ^{Aa}	47,49 ^{Aa}	61,78 ^{Aa}	54,26 ^A
Tratado com Uréia	53,59 ^{Aa}	54,01 ^{Aa}	57,11 ^{Aa}	51,70 ^{Aa}	54,10 ^A
Médias	52,25 ^a	55,39 ^a	52,35 ^a	56,74 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

Não houve interação significativa (P>0,05) entre níveis de inclusão de co-produto de caju *versus* tratamento químico ou não do co-produto. Também não foram encontradas diferenças significativas (P>0,05) para os consumos de matéria orgânica (g/dia, g/UTM e % PV) e de matéria orgânica digestível (g/UTM) entre os tratamentos experimentais (P>0,05). A média de consumo de matéria orgânica (MO) em g/UTM (83,30 g/UTM), assim como ocorreu para o consumo de MS (g/UTM) também foi inferior à obtida por Rogério (2005) (91,11 g/UTM). Costa (2008) obteve valor também superior. Coppock e Wilks (1991) sugeriram que reduções de consumo podem estar associadas a odores ou sabores desagradáveis e/ou efeitos digestivos sobre a taxa de passagem. Gagliostro e Chillard (1991) citam que a regulação dos consumos de matéria seca e de matéria orgânica são feitos pela ingestão de energia pelo animal, o que explica a alta correlação entre consumo de NDT (g/dia) e de matéria seca (g/dia) (r=0,8074; P<0,0001) e de matéria orgânica (r=0,8033; P<0,0001), obtidos na presente dissertação. Fadel et al. (2004) avaliando o efeito da palha de arroz amonizada em dieta para ovinos, observaram que não houve diferença para consumo de MO (g/UTM) quando a palha de arroz foi amonizada. A média de consumo (56,60 g/UTM) do referido trabalho foi inferior à obtida neste estudo (87,80 g/UTM).

Na Tabela 6 encontra-se a comparação de médias de consumo de proteína bruta em gramas/dia, gramas/Unidade de Tamanho Metabólico (g/UTM) e percentual do peso vivo (%PV), e da média de consumo de proteína bruta digestível em gramas/Unidade de Tamanho Metabólico (g/UTM).

Não houve interação significativa (P>0,05) entre os níveis de inclusão de co-produto de caju *versus* tratamento químico ou não com uréia considerando-se o consumo de PB (g/dia). Também não foram obtidas diferenças entre as médias considerando-se os níveis de inclusão e o fato do co-produto de caju ter sido tratado ou não com uréia. Já para o consumo de PB em g/UTM foi obtida interação significativa (P<0,05) entre níveis de inclusão e tratamento químico. Neste caso, observou-se que o tratamento que continha 21% do co-produto de caju

tratado quimicamente com uréia apresentou menor valor (12,46 g/UTM) em relação ao mesmo nível de inclusão sem tratamento químico (16,77 g/UTM) ($P < 0,05$), provavelmente devido ao elevado teor de lignina encontrado neste nível, elevando os teores de NIDA e da PIDA. Vale ressaltar que a maior proporção de NIDA em relação ao nitrogênio total (50,95%) foi encontrada exatamente no tratamento 21% SCTU (Tabela 3).

O consumo médio diário de PB foi de 14,49 g/UTM. O National Research Council (2007) recomendou para a categoria animal utilizada, o fornecimento de 10,89 a 11,95 g/UTM de PB. Todos os valores de consumo encontrados nesta pesquisa foram superiores a esta recomendação. Precaução, todavia, deve ser tomada para níveis de inclusão do co-produto de caju superiores a 21% e com o tipo de tratamento químico aplicado neste trabalho, pois houve redução do consumo deste nutriente.

Tabela 6. Médias de consumos diários das frações de proteína bruta (g/dia, g/UTM e % PV), e dos consumos de proteína bruta digestível (CPBDIG) de ovinos consumindo dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) ou não tratado com uréia (SCNTU)

Consumo de Proteína Bruta (g/dia) (CV=16,80%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	158,03 ^{Aa}	169,84 ^{Aa}	181,55 ^{Aa}	188,45 ^{Aa}	174,47
Tratado com Uréia	197,97 ^{Aa}	191,26 ^{Aa}	168,14 ^{Aa}	149,03 ^{Aa}	176,60
Médias	177,10	170,55	174,81	168,74	
Consumo de Proteína Bruta (g/UTM) (CV=8,78%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	13,48 ^{Aa}	14,56 ^{Aa}	13,84 ^{Aa}	16,77 ^{Aa}	14,66
Tratado com Uréia	16,42 ^{Aa}	14,66 ^{Aa}	13,73 ^{Aa}	12,46 ^{Ba}	14,32
Médias	14,95	14,61	13,78	14,62	
Consumo de Proteína Bruta (%PV) (CV=10,10%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias

	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,60 ^{Aa}	0,64 ^{Aa}	0,59 ^{Aa}	0,75 ^{Aa}	0,64
Tratado com Uréia	0,72 ^{Aa}	0,63 ^{Aa}	0,60 ^{Aa}	0,55 ^{Ba}	0,62
Médias	0,66	0,63	0,60	0,65	

Consumo de Proteína Bruta Digestível (g/UTM) (CV=14,26%)

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	8,18 ^{Ba}	8,27 ^{Aa}	6,80 ^{Aa}	9,48 ^{Aa}	8,18
Tratado com Uréia	11,23 ^{Aa}	7,37 ^{Ab}	8,36 ^{Ab}	7,36 ^{Ab}	8,58
Médias	9,70	7,82	7,58	8,42	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

Em se tratando do consumo de PB (%PV), houve interação significativa (P<0,05) entre níveis de inclusão e tratamento químico aplicado. O mesmo comportamento evidenciado para o consumo de PB (g/UTM) foi aqui perceptível com o nível 21% SCTU apresentando menor valor (0,55%PV) em relação ao nível 21% SCNTU (0,75%).

Para o consumo de proteína bruta digestível, também houve interação significativa entre os níveis de inclusão de co-produto de caju *versus* tratamento ou não com uréia. Neste caso, foram visíveis diferenças tanto entre os níveis de inclusão quanto entre o tratamento químico ou não com uréia. Observou-se que a dieta contendo 6% do co-produto SCNTU apresentou menor valor de consumo de PB digestível (8,18 g/UTM) em relação à dieta com 6% de co-produto de caju SCTU. Outro aspecto que também deve ser considerado é que com o tratamento químico feito sobre o co-produto de caju no nível de 6% houve superioridade em relação aos outros níveis de inclusão. Isso traz consigo um indicativo de que em 6% de inclusão do co-produto de caju, sob condições semelhantes àsquelas aplicadas neste ensaio, o tratamento químico com uréia foi benéfico, inclusive incrementando o consumo de PB digestível.

O consumo médio de PB obtido neste trabalho (14,49 g/UTM) foi superior ao observado por Rogério (2005) (12,19 g/UTM) e inferior àquele obtido por Costa (2008) (17,28 g/UTM). Com relação ao consumo de PB digestível, Rogério (2005) observou também maior consumo quando houve o menor nível de inclusão do co-produto de caju (19%), reduzindo à medida que esse percentual de inclusão foi aumentado. Damasceno et al. (2000) forneceram palha de arroz amonizada como fonte volumosa em níveis de inclusão de 1,5; 3; 4,5; 6 e 7,5% do PV de ovinos adultos que também receberam 200 gramas de milho moído para garantir energia disponível aos microrganismos do rúmen. Não perceberam diferenças para o consumo de proteína que ficou em torno de 5,29 g/UTM. O consumo de proteína digestível foi em média 2,37 g/UTM, inferior ao aqui observado (8,38 g/UTM), sendo que no nível de inclusão 7,5% foi obtido o menor valor de digestibilidade da proteína bruta. Segundo estes autores, o aumento na oferta de palha amonizada com uréia não foi traduzido em maior retenção nitrogenada pelos animais. Isso pode explicar em parte o fato do maior consumo de proteína digestível aqui observado ter ocorrido no nível de inclusão de 6%.

Altas correlações foram observadas entre os consumos de matéria seca e de proteína bruta ($r=0,8830$; $P<0,0001$) e os de matéria orgânica e de proteína bruta ($r=0,8860$; $P<0,0001$).

Para o consumo de proteína bruta (g/UTM), a análise de regressão indicou resposta linear descendente quando o co-produto de caju foi tratado quimicamente e incluso em níveis crescentes (6 a 21%) (Figura 1). A equação confirma os comentários anteriores de que o aumento na concentração dietética de co-produto de caju tratado com uréia não trouxe os melhores resultados de consumo nitrogenado.

$$\text{CPBPM} = -0,2560X + 17,7712 \quad (R^2 = 0,6861; P<0,05)$$

CPBPM = Consumo de proteína bruta (g/UTM)

X = % de inclusão do co-produto de caju tratado com uréia

Figura 1. Consumo de proteína bruta em g/ UTM (CPBPM) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

A análise de regressão indicou também resposta linear descendente para o consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo, quando o co-produto de caju foi tratado quimicamente e incluso em níveis crescentes (Figura 2).

$$\text{CPBPV} = -0,0106X + 0,7659 \quad (R^2 = 0,5613; P<0,01)$$

CPBPV = Consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo (CPBPV)

X = % de inclusão do co-produto de caju tratado com uréia

Figura 2. Consumo de proteína bruta em porcentagem do peso vivo (CPBPV) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

Para o consumo de proteína bruta digestível (CPBDIG), a análise de regressão indicou resposta cúbica para as dietas contendo o co-produto tratado quimicamente com uréia (CCTU) em níveis crescentes (Figura 3).

$$\text{CPBDIG} = -0,0091X^3 + 0,3968X^2 - 5,4888X + 31,8361 \quad (R^2 = 0,7075; P<0,05)$$

CPBDIG = Consumo de proteína bruta digestível

X = % de inclusão do co-produto de caju tratado com uréia

Figura 3. Consumo de proteína bruta digestível (CPBDIG) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

Resolvendo $dy/dx=0$ para a equação citada anteriormente, verificou-se que quando se incluiu o co-produto de caju tratado com uréia, houve uma redução do consumo até 11,32% de inclusão com leve ascendência até 17,77% e depois nova queda no consumo de proteína bruta digestível.

Na Tabela 7 encontra-se a comparação de médias de consumo de extrato etéreo em g/dia, g/UTM e %PV, e da média de consumo de extrato etéreo digestível em g/UTM.

Houve interação significativa ($P<0,05$) entre os níveis de inclusão de co-produto de caju *versus* tratamento químico ou não com uréia sobre os consumos de extrato etéreo (g/dia, g/UTM e %PV) e para o consumo de extrato etéreo digestível. Para o consumo de extrato etéreo em gramas/dia (CEE) a dieta contendo 21% de co-produto sem uréia foi superior (60,31 g/dia) ao mesmo nível de inclusão de co-produto de caju com uréia (29,66 g/dia). No consumo de extrato etéreo em g/UTM (CEEPM), observou-se que o nível 16% SCNTU (4,44 g/UTM) foi superior ao mesmo nível SCTU (3,22 g/UTM) ($P<0,05$). Também para o nível de 21% foi observado o mesmo comportamento. Para SCNTU o valor foi superior (5,38 g/UTM) ao do SCTU (2,48 g/UTM). Esses dados corroboram os comentários feitos acerca do consumo da proteína bruta. Para os níveis mais altos de inclusão de co-produto de caju tratado houve queda do consumo das frações solúveis (proteína e lipídios), fato que pode ser explicado pelo incremento nos teores de lignina dietéticos (Tabela 3).

Tabela 7. Médias de consumos diários das frações de extrato etéreo (g/dia, g/UTM e % PV), e dos consumos de extrato etéreo digestível (CEEDIG) das dietas experimentais

Consumo de Extrato Etéreo (g/dia) (CV=16,24%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	50,77 ^{Aa}	54,17 ^{Aa}	58,30 ^{Aa}	60,31 ^{Aa}	55,89 ^A
Tratado com Uréia	54,91 ^{Aa}	52,87 ^{Aa}	39,34 ^{Aa}	29,66 ^{Ba}	44,19 ^B
Médias	52,84 ^a	53,52 ^a	48,82 ^a	44,99 ^a	
Consumo de Extrato Etéreo (g/UTM) (CV=10,10%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	4,32 ^{Aa}	4,65 ^{Aa}	4,44 ^{Aa}	5,38 ^{Aa}	4,70 ^A
Tratado com Uréia	4,55 ^{Aa}	4,04 ^{Aa}	3,22 ^{Bb}	2,48 ^{Bc}	3,57 ^B
Médias	4,44 ^a	4,35 ^a	3,83 ^a	3,93 ^a	
Consumo de Extrato Etéreo (%PV) (CV=11,56%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,19 ^{Aa}	0,21 ^{Aa}	0,19 ^{Aa}	0,25 ^{Aa}	0,21 ^A
Tratado com Uréia	0,20 ^{Aa}	0,17 ^{Aa}	0,14 ^{Aa}	0,11 ^{Aa}	0,16 ^A

Médias	0,20 ^a	0,19 ^a	0,17 ^a	0,18 ^a	
Consumo de Extrato Etéreo Digestível (g/UTM) (CV=11,46%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	3,59 ^{Aa}	4,04 ^{Aa}	3,66 ^{Aa}	4,80 ^{Ab}	4,02 ^A
Tratado com Uréia	3,82 ^{Aa}	3,36 ^{Aa}	2,50 ^{Bb}	1,67 ^{Bc}	2,84 ^B
Médias	3,71 ^a	3,70 ^a	3,08 ^a	3,24 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

Ainda com relação ao CEEPM, as dietas que continham 6 e 11% do co-produto de caju com uréia apresentaram superioridade (4,55 e 4,04 g/UTM, respectivamente) em relação às dietas que continham 16 e 21% SCTU, sendo o nível de 16% (3,22 g/UTM) superior ao de 21% (2,48 g/UTM). A média de consumo de extrato etéreo das dietas que continham o co-produto de caju sem uréia (4,70 g/UTM) foi superior à média das dietas que continham o SCTU (3,57 g/UTM). Esses dados denotam a cautela que deve ser tomada antes de incluir o co-produto de caju tratado quimicamente em altos níveis de inclusão (superiores a 11%). Analisando-se o consumo de extrato etéreo como porcentagem do peso vivo (CEEPV), observou-se que não foram obtidas diferenças entre as médias considerando-se os níveis de inclusão e o fato do co-produto de caju ter sido tratado ou não com uréia.

Já para o consumo de extrato etéreo digestível (CEEDIG), observou-se que os níveis de inclusão de co-produto de caju em 16 e 21% CCNTU (3,66 e 4,80 g/UTM, respectivamente) apresentaram maiores consumos em relação aos mesmos níveis de inclusão CCTU (2,50 e 1,67 g/UTM, respectivamente). Já os resultados obtidos nos níveis 6 e 11% CCTU (3,82 e 3,36g/UTM, respectivamente) foram superiores aos obtidos nos outros dois níveis, sendo o nível de 16% superior ao encontrado no nível de 21%. (2,50 e 1,67 g/UTM, respectivamente). Também no CCNTU, o nível 21% também apresentou consumo de extrato etéreo digestível inferior aos demais. Sob esse aspecto, o nível 21% parece ter influência maior sobre esse parâmetro. O co-produto de caju não tratado quimicamente apresenta também um elevado teor de lignina (21,84%) (Tabela 2).

As médias observadas para CEE, CEEPM, CEEPV e CEEDIG observados neste estudo (50,04 g/dia; 4,14 g/UTM; 0,19%PV e 3,43 g/UTM, respectivamente) foram inferiores àquelas obtidas por Costa (2008) (58,14g/dia; 6,09g/UTM; 0,29%PV e 4,17 g/UTM, respectivamente). Rogério (2005) também observou valores médios de consumos de extrato etéreo em g/UTM e extrato etéreo digestível (5,26 g/UTM e 4,49 g/UTM, respectivamente) superiores.

Observou-se que a equação de regressão para consumo de extrato etéreo apresentou resposta linear descendente para as dietas contendo o co-produto tratado quimicamente com uréia (SCTU) (Figura 4).

$$CEE = - 1,7855X + 68,298 \quad (R^2 = 0,6887; P < 0,01)$$

CEE = Consumo de extrato etéreo

X = % de inclusão do co-produto de caju com uréia

Figura 4. Consumo de extrato etéreo (CEE) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (CCTU) em dietas para ovinos

A equação de regressão para o consumo de extrato etéreo em g/UTM apresentou também resposta linear decrescente para as dietas contendo o co-produto tratado quimicamente com uréia (SCTU) (Figura 5).

$$\text{CEEPM} = -0,1411X + 0,5477 \quad (R^2 = 0,9097; P < 0,0001)$$

CEEPM = Consumo de extrato etéreo em g/UTM

X = % de inclusão do co-produto de caju com uréia

Figura 5. Consumo de extrato etéreo em g/UTM (CEEPM) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

Já para o consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo, a equação de regressão apresentou resposta linear decrescente para as dietas contendo o co-produto tratado quimicamente com uréia (SCTU) (Figura 6).

$$\text{CEEPV} = -0,0060X + 0,2365 \quad (R^2 = 0,8687; P < 0,0001)$$

CEEPV = Consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo

X = % de inclusão do co-produto de caju com uréia

Figura 6. Consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo (CEEPV) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

O consumo de extrato etéreo digestível a equação de regressão revelou resposta quadrática decrescente para as dietas contendo o co-produto tratado quimicamente com uréia (SCTU) (Figura 11).

$$\text{CEEDIG} = -0,0037X^2 - 0,0470X + 4,2556 \quad (R^2 = 0,9524; P < 0,0001)$$

CEEDIG = Consumo de extrato etéreo digestível

X = % de inclusão do co-produto de caju com uréia

Figura 7. Consumo de extrato etéreo digestível (CEEDIG) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju com tratamento químico (CCTU) em dietas para ovinos

Resolvendo $dy/dx=0$ para a equação citada anteriormente, verificou-se que para a dieta com co-produto de caju CCTU no nível de inclusão de 6,39%, houve o maior CEE, decrescendo com o aumento da inclusão do co-produto de caju.

Na Tabela 8 estão apresentadas os valores de consumo médio diário de fibra em detergente neutro (CFDN) em g/dia, %PV, g/UTM e o consumo de FDN digestível (CFDNDIG) em g/UTM das dietas experimentais.

A partir da análise de variância não foi identificada interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de inclusão e tratamento químico ou não com uréia para o consumo de FDN (g/dia, g/UTM, %PV) e FDN digestível (g/UTM). A média do consumo de FDN em g/dia, g/UTM, %PV e de FDN digestível (g/UTM) dos animais que receberam o co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) foi sempre superior à média dos animais que receberam o referido alimento não tratado com uréia, não tendo havido diferenças entre os níveis de inclusão para os consumos de FDN (g/dia) e de FDN digestível (g/UTM). Já para o consumo de FDN (g/UTM), foi observado maior valor para o nível 21% em relação ao nível de 6%, sendo ambos semelhantes aos demais. Para o consumo de FDN (%PV), as diferenças foram ainda mais marcantes. O maior consumo deste nutriente foi evidenciado no nível 21% em relação aos demais. Os níveis 11 e 16% apresentaram os segundos maiores consumos e foram idênticos entre si e superiores ao encontrado no nível 6%. Esses dados corroboram o fato de que no nível 6% tenha sido observado o maior consumo de proteína bruta digestível SCTU, já que houve aí o menor consumo de FDN (%PV). De acordo com Weiss (1993), em termos abstratos, a fibra pode ser definida como o componente estrutural das plantas (parede celular), a fração menos digestível dos alimentos, a fração do alimento que não é digerida por enzimas de mamíferos ou a fração do alimento que promove a ruminação e a saúde do rúmen.

De acordo com Van Soest (1994), a fermentação ruminal também tem suas desvantagens. Apesar da ocorrência do processo fermentativo, apenas 50-70% do nitrogênio microbiano representa proteína disponível para o organismo animal. O restante está ligado a estruturas da parede celular e ácidos nucléicos. Essa ligação normalmente representa indisponibilização da proteína. Ainda mais, quando os níveis de lignina são elevados como os observados neste estudo para o co-produto de caju CCNTU e CCTU (Tabelas 2 e 3).

Silva et al. (2007) ao fornecerem capim elefante amonizado, farelo de cacau e torta de dendê para ovinos encontraram médias de consumo de FDN em g/dia inferiores às aqui encontradas (482,11 g/dia para capim elefante não amonizado e 477,58 g/dia para capim elefante amonizado *versus* 528,23 g/dia para co-produto de caju CCNTU e 640,43 g/dia para co-produto CCTU). Os valores de consumo de FDN não tratado com uréia (NTU) e tratado com uréia (TU) observados foram superiores (528,23 g/dia e 640,43 g/dia, respectivamente) àqueles observados por Costa (2008) que também trabalhou com co-produto de caju incluído em níveis crescentes de 11 a 33% (489,46 g/dia) em dietas contendo também milho, torta de algodão e feno de capim-aruaana.

Tabela 8. Médias de consumo (g/dia, g/kg^{0,75}, % do PV e FDN digestível) das frações de fibra em detergente neutro (FDN) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros em terminação

Consumo de Fibra em Detergente Neutro (g/dia) (CV=18,90%)

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	477,89 ^{Aa}	520,77 ^{Aa}	567,52 ^{Aa}	546,74 ^{Aa}	528,23 ^B
Tratado com Uréia	564,76 ^{Aa}	686,11 ^{Aa}	652,22 ^{Aa}	658,61 ^{Aa}	640,43 ^A
Médias	521,33 ^a	603,44 ^a	609,87 ^a	602,67 ^a	

Consumo de Fibra em Detergente Neutro (g/UTM) (CV=7,33%)

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	41,04 ^{Aa}	44,30 ^{Aa}	43,06 ^{Ba}	48,67 ^{Aa}	44,26 ^B
Tratado com Uréia	46,83 ^{Aa}	52,38 ^{Aa}	53,55 ^{Aa}	54,93 ^{Aa}	51,92 ^A
Médias	43,93 ^b	48,34 ^{ab}	48,30 ^{ab}	51,80 ^a	

Consumo de Fibra em Detergente Neutro (%PV) (CV=8,19%)

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	1,82 ^{Bc}	1,95 ^{Bb}	1,83 ^{Ac}	2,18 ^{Ba}	1,94 ^B
Tratado com Uréia	2,05 ^{Ac}	2,23 ^{Ab}	2,35 ^{Ba}	2,41 ^{Aa}	2,26 ^A
Médias	1,93 ^c	2,09 ^b	2,09 ^b	2,29 ^a	

Consumo de Fibra em Detergente Neutro Digestível (g/UTM) (CV=22,30%)

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	19,06 ^{Aa}	21,08 ^{Aa}	13,67 ^{Ba}	17,42 ^{Aa}	17,81 ^B
Tratado com Uréia	23,45 ^{Aa}	22,34 ^{Aa}	28,93 ^{Aa}	27,99 ^{Aa}	25,68 ^A
Médias	21,25 ^a	21,71 ^a	21,30 ^a	22,71 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

O National Research Council (2007) não especifica valores de consumo mínimo de fibra para ovinos. Entretanto, uma quantidade máxima de carboidratos rapidamente fermentáveis (CNF) e uma quantidade mínima de carboidratos lentamente digestíveis (maior proporção da FDN) devem ser providas, e a relação entre estas frações de carboidratos é importante (National Research Council, 2001). Se levarmos em consideração a recomendação feita por Macedo Júnior (2004) de que ovelhas da raça Santa Inês com peso vivo médio de 45 Kg necessitam de no mínimo 28,05% de FDN para que a função ruminal não seja prejudicada, é possível calcular o teor de g de FDN/UTM exigidos pelos animais. Como

referido anteriormente, o consumo médio diário de matéria seca foi de 86,04 g/UTM, inferior ao recomendado pelo National Research Council (2007), ou seja, 120,54 g/UTM. Se considerarmos os percentuais mínimos de inclusão de fibra dietética citados anteriormente, deve haver um consumo médio superior a 33,81 g de FDN/UTM. Desse modo todos os valores ultrapassaram essa recomendação de mínimo consumo de FDN para a adequada funcionalidade ruminal. Se considerarmos ainda, a composição química das dietas fornecidas (Tabela 3), verifica-se também que o nível de FDN presente nas dietas experimentais (56,53% em média dos tratamentos) foi superior ao recomendado por Macedo Júnior (2004).

Na Tabela 9 estão apresentados os valores de consumo médio diário de fibra em detergente ácido (CFDA) em g/dia, %PV, g/UTM e consumo de FDA digestível (CFDNDIG) em g/UTM das dietas experimentais.

Não houve interação significativa entre níveis de inclusão e tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju para os consumos de FDA (g/dia, g/UTM, %PV) e FDA digestível (g/UTM) ($P>0,05$). À exemplo do que ocorreu para os consumos de FDN, foram evidenciados maiores consumos de FDA (g/dia; g/UTM e %PV) e de FDA digestível (g/UTM) para as dietas com co-produto de caju tratado quimicamente com uréia. Não houve diferenças entre os níveis de inclusão para os consumos de FDA (g/dia) e de FDA digestível (g/UTM). Para o consumo de FDA (g/UTM) foi evidenciado menor valor para o nível 11% de inclusão de co-produto de caju. Para o consumo de FDA digestível (g/UTM) foi evidenciado maior valor para o nível 21% de inclusão.

A média de consumo de FDA em g/dia (295,96 g/dia) foi superior aos valores médios observados por Silva et al (2007) ao fornecerem capim-elefante amonizado, farelo de cacau e torta de dendê para ovinos (236,72 g/dia). Costa (2008) obteve consumo médio de FDA de 27,26 g/UTM, superior ao observado neste estudo (24,36 g/UTM). Rogério (2005) por sua vez, observou valor médio superior de 33,66 g/UTM. Já consumo de FDA digestível (8,87 g/UTM) foi levemente superior ao obtido pelo mesmo autor (6,37 g/UTM). Controvérsias podem existir também em função da variabilidade de composição dos co-produtos agroindustriais. Van Soest (1994) destacou que co-produtos agroindustriais apresentam os mesmos defeitos que suas fontes vegetais e outros que podem surgir durante o seu processamento. Em muitos casos os nutrientes são removidos resultando em um produto alterado. Assim, segundo este autor, os co-produtos variam em qualidade conforme a eficiência de extração de seus nutrientes.

Tabela 9. Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de fibra em detergente ácido (FDA) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros

Consumo de Fibra em Detergente Ácido (g/dia) (CV=19,19%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Ureia	234,81 ^{Aa}	260,32 ^{Aa}	291,38 ^{Aa}	284,83 ^{Aa}	267,83 ^B

Tratado com Uréia	280,16 ^{Aa}	346,41 ^{Aa}	331,13 ^{Aa}	338,65 ^{Aa}	324,09 ^A
Médias	257,49 ^a	303,37 ^a	311,25 ^a	311,74 ^a	
Consumo de Fibra em Detergente Ácido (g/UTM) (CV=7,28%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	20,16 ^{Aa}	22,18 ^{Ba}	22,07 ^{Ba}	22,33 ^{Aa}	22,44 ^B
Tratado com Uréia	23,22 ^{Aa}	26,43 ^{Aa}	27,20 ^{Aa}	28,22 ^{Aa}	26,27 ^A
Médias	21,69 ^a	24,31 ^b	24,64 ^a	26,78 ^a	
Consumo de Fibra em Detergente Ácido (%PV) (CV=7,99%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,89 ^{Aa}	0,98 ^{Aa}	0,94 ^{Ba}	1,13 ^{Aa}	0,98 ^B
Tratado com Uréia	1,01 ^{Aa}	1,13 ^{Aa}	1,19 ^{Aa}	1,24 ^{Aa}	1,14 ^A
Médias	0,95	1,05	1,06	1,19	
Consumo de Fibra em Detergente Ácido Digestível (g/UTM) (CV=25,53%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	6,82 ^{Aa}	8,38 ^{Aa}	6,02 ^{Ba}	7,05 ^{Aa}	7,07 ^B
Tratado com Uréia	9,57 ^{Aa}	8,09 ^{Aa}	12,92 ^{Aa}	12,88 ^{Aa}	10,87 ^A
Médias	8,20	8,24	9,47	9,96	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK ($P>0,05$)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK ($P>0,05$)

Na Tabela 10 estão apresentados os valores de consumos médios diários de hemicelulose (HCEL) em g/dia, %PV, g/UTM e o consumo de HCEL digestível (HCELDIG) em g/UTM das dietas experimentais.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de inclusão e tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju para os consumos de hemicelulose (g/dia, g/UTM, %PV) e hemicelulose (HCEL) digestível. Assim como ocorreu para os consumos de FDA, em todos os consumos de hemicelulose analisados, as dietas contendo co-produto de caju tratado com uréia mostraram médias superiores às das dietas contendo SCNTU. Também não foram evidenciadas diferenças entre os níveis de inclusão para os consumos de FDA (g/dia, g/UTM, %PV) e de FDA digestível (g/UTM).

Tabela 10. Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de Hemicelulose (HCEL) de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros

Consumo de Hemicelulose (g/dia) (CV=18,67%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	243,06 ^{Aa}	260,42 ^{Aa}	276,11 ^{Aa}	261,88 ^{Aa}	260,37
Tratado com Uréia	286,73 ^{Aa}	340,35 ^{Aa}	321,99 ^{Aa}	321,04 ^{Aa}	317,53
Médias	264,89 ^a	300,39 ^a	299,05 ^a	291,46 ^a	

Consumo de Hemicelulose (g/UTM) (CV=7,62%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	20,88 ^{Aa}	22,12 ^{Aa}	20,98 ^{Ba}	23,33 ^{Aa}	21,83 ^B
Tratado com Uréia	23,79 ^{Aa}	26,00 ^{Aa}	26,43 ^{Aa}	26,80 ^{Aa}	25,75 ^A
Médias	22,33 ^a	24,06 ^a	23,70 ^a	25,06 ^a	

Consumo de Hemicelulose (%PV) (CV=8,64%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,92 ^{Aa}	0,97 ^{Aa}	0,89 ^{Ba}	1,04 ^{Aa}	0,96 ^B
Tratado com Uréia	1,04 ^{Aa}	1,11 ^{Aa}	1,16 ^{Aa}	1,18 ^{Aa}	1,12 ^A
Médias	0,98 ^a	1,04 ^a	1,03 ^a	1,11 ^a	

Consumo de Hemicelulose Digestível (g/UTM) (CV=22,62%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	12,23 ^{Aa}	12,70 ^{Aa}	7,64 ^{Ba}	10,37 ^{Aa}	10,74 ^B
Tratado com Uréia	14,07 ^{Aa}	14,30 ^{Aa}	16,08 ^{Aa}	15,21 ^{Aa}	14,92 ^A
Médias	13,15 ^a	13,50 ^a	11,86 ^a	12,79 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

O valor médio observado na presente dissertação para o consumo de HCEL foi de 28,61 g/UTM. Costa (2008) verificou valor inferior (24,18 g/UTM). As dietas do referido autor continham níveis inferiores de HCEL em base de MS aos encontrados nas dietas deste trabalho, o que influenciou no consumo desta fração dietética. Já Rogério (2005) encontrou valor semelhante (28,15 g/UTM).

A Tabela 11 apresenta os valores de consumo médio diário de celulosas (CCEL) em g/dia, %PV, g/UTM e consumo de CEL digestível (CELDIG) em g/UTM das dietas experimentais.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre níveis de inclusão e tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju para o consumo de celulose em g/UTM. Não foram encontradas, todavia, diferenças entre níveis de inclusão dentro de cada tratamento (CCNTU e CCTU) e entre tratamentos dentro de cada nível. Para as demais unidades medidas para o consumo deste nutriente, não houve interação significativa ($P > 0,05$). Para o consumo de celulose em porcentagem do peso vivo (%PV) observou-se que a média de consumo do co-produto não tratado com uréia (NTU) (0,62%) foi superior à média do co-produto CCTU (0,59%) ($P < 0,05$).

Os consumos de CEL em g/UTM e %PV desta pesquisa (13,89g/UTM e 0,61%PV) foram inferiores aos valores obtidos por Costa (2008) (17,28 g/UTM e 0,82 %PV). Rogério (2005) observou maior consumo deste nutriente (g/UTM), a saber, 25,36 g/UTM. O teor de celulose médio encontrado por este autor (22,96%) nas dietas cuja inclusão de co-produto de caju foi feita de 19 a 52% foi superior aos valores percentuais de celulose dietéticas determinados na presente dissertação (variaram de 16,88 a 20,73%).

Tabela 11. Médias de consumo (g/dia, g/UTM e porcentagens do PV) das frações de celulose (CEL) das dietas experimentais fornecidas a ovinos

Consumo de Celulose (g/dia) (CV=18,67%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	154,90 ^{Aa}	149,41 ^{Aa}	184,97 ^{Aa}	181,94 ^{Aa}	167,81 ^A
Tratado com Uréia	176,78 ^{Aa}	197,51 ^{Aa}	161,35 ^{Aa}	135,50 ^{Aa}	168,03 ^A
Médias	165,84 ^a	173,96 ^a	173,16 ^a	158,72 ^a	
Consumo de Celulose (g/UTM) (CV=14,95%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias

	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	13,18 ^{Aa}	12,91 ^{Aa}	14,22 ^{Aa}	16,32 ^{Aa}	14,16 ^A
Tratado com Uréia	14,70 ^{Aa}	15,02 ^{Aa}	14,22 ^{Aa}	16,32 ^{Aa}	13,61 ^A
Médias	13,94 ^a	13,97 ^a	13,88 ^a	13,73 ^a	

Consumo de Celulose (%PV) (CV=16,96%)*

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,58 ^{Ab}	0,57 ^{Ab}	0,61 ^{Ab}	0,73 ^{Aa}	0,62 ^A
Tratado com Uréia	0,64 ^{Aa}	0,64 ^{Aa}	0,60 ^{Aa}	0,49 ^{Bb}	0,59 ^B
Médias	0,61 ^a	0,61 ^a	0,60 ^a	0,61 ^a	

Consumo de Celulose Digestível (g/UTM) (CV=42,82%)**

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	6,69 ^{Aa}	7,07 ^{Aa}	5,63 ^{Aa}	7,77 ^{Aa}	6,79 ^A
Tratado com Uréia	9,26 ^{Aa}	10,08 ^{Aa}	6,37 ^{Aa}	5,61 ^{Aa}	7,83 ^A
Médias	7,97 ^a	8,58 ^a	5,99 ^a	6,69 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste Duncan (P>0,05)

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB e EE encontram-se na Tabela 8. A partir da análise de variância detectou-se a inexistência de interação significativa (P>0,05) entre níveis de inclusão e tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju para as digestibilidades da MS, MO e PB. Não foram observadas diferenças (P>0,05) entre as médias de inclusão e tratamento químico ou não do co-produto de caju para esses parâmetros avaliados.

O coeficiente de digestibilidade do EE apresentou interação significativa (P<0,05) entre níveis de inclusão *versus* tratamento químico ou não com uréia. A dieta que incluiu 21% do co-produto de caju CCNTU apresentou maior digestibilidade (86,82%) do EE quando comparada com a dieta contendo a mesma quantidade do alimento CCTU (67,73%) (P<0,05). Os demais níveis de inclusão não diferiram (P>0,05). Isso provavelmente comprometeu o consumo de EE neste nível para CCTU, dada a alta correlação calculada para a digestibilidade do EE e consumo de extrato etéreo em g/UTM (r=0,7095; P<0,0001).

Silva et al. (2007) também não observaram diferenças para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO e PB quando forneceram capim-elefante amonizado, farelo de cacau e torta de dendê a ovinos, concordando com os resultados observados na Tabela 8. A amonização não interferiu no coeficiente de digestibilidade do EE, diferindo dos resultados obtidos no presente estudo, mas apesar disso a média do coeficiente de digestibilidade aqui observado (81,76%) foi superior à média encontrada no trabalho desses autores (72,87%). O coeficiente de digestibilidade da MS (58,83%) deste estudo foi semelhante ao obtido por Damasceno et al. (2000) (58,58%) quando forneceram palhada de arroz amonizada a ovinos.

Fadel et al (2004) avaliando o efeito da palha de arroz amonizada em dieta para ovinos observaram que a amonização melhorou a digestibilidade da MS, mas não promoveu aumentos na digestibilidade da PB. Para a digestibilidade da MO foram observados valores semelhantes aos citados pela literatura, a saber, 65,07% para o presente estudo e 65,93% para o trabalho realizado por Silva et al. (2007) a partir do uso de capim elefante amonizado. Silva et al. (2007) observaram digestibilidade média da PB de 60,38%, valor superior ao obtido neste estudo (57,75%).

Considerando-se os dados obtidos por Rogério (2005) e Costa (2008) que também trabalharam com co-produto de caju fornecido em níveis crescentes para ovinos, observa-se similaridade das médias de digestibilidade dos nutrientes demonstrados na Tabela 8. O valor médio de digestibilidade da MS obtido por Costa (2008) foi superior (60,38%) ao valor médio obtido neste estudo (58,83%). Quanto à digestibilidade da MO, o valor aqui encontrado foi superior (65,07%) ao obtido por Costa (2008) (61,94%) e inferior àquele calculado por Rogério (2005) (68,05%). Para a digestibilidade da PB, o valor médio encontrado (57,75%) foi superior ao obtido por Costa (2008) (48,59%) e ainda mais em relação àquele evidenciado por Rogério (2005) (37,11%). Quanto à digestibilidade do EE, o valor obtido na presente dissertação (81,76%) foi superior ao obtido por Costa (2008) (69%) e inferior àquele citado por Rogério (2005) (85,83%).

Tabela 12. Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo das dietas contendo co-produto de caju fornecidas a cordeiros conforme as dietas experimentais

Digestibilidade da Matéria Seca (%) (CV=10,14%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	59,22 ^{Aa}	62,69 ^{Aa}	52,77 ^{Aa}	59,99 ^{Aa}	58,67 ^A
Tratado com Uréia	60,62 ^{Aa}	54,90 ^{Aa}	62,24 ^{Aa}	58,17 ^{Aa}	58,98 ^A
Médias	59,92 ^a	58,80 ^a	57,50 ^a	59,09 ^a	

Digestibilidade da Matéria Orgânica (%) (CV=8,17%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	66,53 ^{Aa}	68,53 ^{Aa}	59,17 ^{Aa}	65,36 ^{Aa}	65,23 ^A
Tratado com Uréia	66,49 ^{Aa}	62,04 ^{Aa}	67,49 ^{Aa}	64,92 ^{Aa}	64,90 ^A

Médias	66,51 ^a	65,28 ^a	63,33 ^a	65,14 ^a	
Digestibilidade da Proteína Bruta (%) (CV=11,76%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	60,72 ^{Aa}	56,71 ^{Aa}	49,27 ^{Aa}	56,49 ^{Aa}	55,80 ^A
Tratado com Uréia	68,57 ^{Aa}	50,63 ^{Aa}	60,54 ^{Aa}	59,02 ^{Aa}	59,69 ^A
Médias	64,65 ^a	53,67 ^a	54,91 ^a	57,76 ^a	
Digestibilidade do Extrato Etéreo (%) (CV=6,54%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	82,83 ^{Aa}	86,82 ^{Aa}	82,54 ^{Aa}	86,82 ^{Aa}	85,35 ^A
Tratado com Uréia	84,15 ^{Aa}	83,37 ^{Aa}	77,38 ^{Aa}	67,73 ^{Bb}	78,16 ^B
Médias	83,49	85,09	79,96	78,47	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

A análise de regressão indicou respostas quadráticas para a digestibilidade do extrato etéreo quando o co-produto de caju foi submetido ao tratamento químico (Figura 8).

$$\text{DIGEE} = -0,0887276X^2 + 1,29040X + 79,6802 \quad (R^2 = 0,5964; P < 0,05)$$

DIGEE = Digestibilidade do extrato etéreo

X = % de inclusão do co-produto de caju CCTU

Figura 8. Digestibilidade do extrato etéreo (DIGEE) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju tratado com uréia (SCTU) em dietas para ovinos

Resolvendo $dy/dx=0$ para a equação citada anteriormente, verificou-se que para a dieta com co-produto de caju tratado com uréia até o nível de inclusão de 7,27%, houve melhor digestibilidade do EE, decrescendo a partir deste nível.

Na Tabela 13 estão apresentados os valores dos coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas das dietas experimentais. A interação entre os níveis de inclusão do co-produto de caju *versus* tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju foi significativa (P<0,05) para a digestibilidade da FDA. Não houve diferenças significativas para a digestibilidade da FDN e FDA quanto ao tratamento químico e níveis de inclusão. Considerando-se as digestibilidades da hemicelulose e celulose, não houve diferenças entre os níveis de inclusão e aplicação ou não de tratamento químico sobre o co-produto de caju. Para

os demais parâmetros apresentados nesta tabela, as interações não foram significativas ($P>0,05$).

O coeficiente médio de digestibilidade da FDN observado neste estudo (44,88%) foi inferior observado por Rogério (2005) (73,26%). O mesmo comportamento foi observado para a digestibilidade da FDA, onde o valor médio deste estudo (36,44) foi inferior ao do referido autor (56,60%). Costa (2008) observou coeficiente de digestibilidade da FDA de 39,84%, superior ao obtido neste trabalho (36,44%). O coeficiente médio de digestibilidade da HCEL aqui observado (53,55%) foi inferior ao coeficiente médio citado por Costa (2008), já o coeficiente de digestibilidade da CEL (48,22%) foi superior ao observado por este autor (36,68).

Tabela 13. Médias (%) dos coeficientes de digestibilidade das frações fibrosas alimentares de dietas para ovinos contendo co-produto de caju tratado ou não com uréia

Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro (CV=20,51%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	46,49 ^{Aa}	47,79 ^{Aa}	31,57 ^{Aa}	35,63 ^{Aa}	40,37
Tratado com Uréia	50,36 ^{Aa}	43,97 ^{Aa}	53,60 ^{Aa}	50,60 ^{Aa}	49,39
Médias	48,42 ^a	42,38 ^a	42,59 ^a	43,12 ^a	
Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido (CV=22,75%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	33,86 ^{Aa}	38,39 ^{Aa}	27,14 ^{Aa}	27,77 ^{Aa}	31,71
Tratado com Uréia	41,45 ^{Aa}	30,95 ^{Aa}	47,11 ^{Aa}	45,18 ^{Aa}	41,17
Médias	66,51 ^a	65,28 ^a	63,33 ^a	65,14 ^a	
Digestibilidade das Hemicelulose (CV=22,13%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	58,65 ^{Aa}	57,45 ^{Aa}	36,44 ^{Aa}	44,13 ^{Aa}	49,17 ^A
Tratado com Uréia	59,49 ^{Aa}	55,31 ^{Aa}	60,41 ^{Aa}	56,47 ^{Aa}	57,92 ^A
Médias	59,05 ^a	56,38 ^a	48,42 ^a	50,30 ^a	
Digestibilidade da Celulose (CV=34,29%)**					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	52,05 ^{Aa}	53,56 ^{Aa}	38,09 ^{Aa}	45,25 ^{Aa}	47,24 ^A

Tratado com Uréia	61,99 ^{Aa}	67,11 ^{Aa}	46,18 ^{Aa}	45,93 ^{Aa}	55,30 ^A
Médias	57,02 ^a	60,33 ^a	42,14 ^a	45,59 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste Duncan (P>0,05)

De acordo com Tonucci (2006) o tratamento químico com uréia como fonte de amônia proporciona aumento da digestibilidade de materiais fibrosos em virtude do acréscimo do teor de nitrogênio total do material, ao seu efeito na parede celular de romper as ligações ésteres entre os componentes da parede celular e os ácidos fenólicos e à despolimerização da lignina. Deve-se considerar ainda que a amonização promove uma elevação no conteúdo de carboidratos fermentescíveis, o que resulta em acréscimo na digestibilidade e no consumo de materiais fibrosos tratados (Van Soest, 1994). Este comportamento não foi evidenciado neste estudo, provavelmente devido ao efeito negativo que o alto teor de lignina exerce sobre a digestibilidade da fração fibrosa dos alimentos. Além disso, apesar das dietas contendo o co-produto de caju tratado com uréia terem apresentado valores mais elevados de nitrogênio total, parte desse nitrogênio estava indisponível (NIDA).

Na Tabela 14 são apresentadas as médias de consumo de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM) em relação à unidade de tamanho metabólico dos ovinos em quilocalorias por Unidade de Tamanho Metabólico (kcal/UTM), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta, balanço energético, teor de energia digestível como proporção da matéria seca (TEDMS) e teor de energia metabolizável como proporção da matéria seca (TEMMS) de acordo com os tratamentos experimentais.

A interação entre os níveis de inclusão do co-produto de caju *versus* tratamento químico aplicado ou não sobre o co-produto de caju foi significativa (P<0,05) apenas para a digestibilidade da EB. Para os demais parâmetros apresentados nesta tabela, as interações para esses fatores não foram significativas. Não foram evidenciadas diferenças significativas tanto entre os níveis de inclusão, quanto ao fato do co-produto ter sido tratado ou não com uréia.

O consumo médio de EB obtida neste estudo (388,7 kcal/UTM) foi inferior à obtida por Costa (2008) ao avaliar dietas, contendo o co-produto de caju em dois graus de moagem, fornecidas a ovinos (468,98 kcal/UTM). Rogério (2005) obteve consumo médio de EB da ordem de 391,94 kcal/UTM, similar ao aqui encontrado. Isso pode ter ocorrido devido ao reduzido teor de NDT contido nas dietas experimentais do experimento daquele autor (em média 62,45%), inferior ao recomendado pelo National Research Council (2007) (79,82%). Neste estudo também foi encontrada média de NDT de 65,19% o que também pode ter comprometido o consumo de energia bruta.

O consumo médio de ED observado nesta pesquisa foi de 241,78 kcal/UTM, superior à média de consumo de ED obtida no estudo de Rogério (2005) (233,00 kcal/UTM) e inferior à observada por Costa (2008) (278,00 kcal/UTM). Para o National Research Council (2007), considerando-se a exigência nutricional da categoria animal utilizada no presente trabalho, a exigência diária é de 286,84 kcal de EM/UTM. De acordo com esse dado, todos os tratamentos apresentaram consumos inferiores ao requisito prescrito. Van Soest (1994) destacou que a maior parte dos co-produtos apresenta baixa qualidade e podem ser fornecidos em baixo nível (5-10% da dieta) sem efeitos negativos. Segundo este autor, quantidades maiores podem ser contraproducentes. No avançar das pesquisas com co-produtos alimentares, faz-se necessário avaliar a fermentação ruminal dos mesmos e o desempenho

animal. Van Soest (1994) inferiu ainda que para incrementar a produção animal nos trópicos é preciso pensar em se trabalhar com co-produtos regionais, mas estes co-produtos também podem introduzir problemas no balanço de nutrientes, particularmente no balanço nitrogênio : carboidratos totais.

Tabela 14. Médias de consumo de energia bruta (EB), digestível (ED) e metabolizável (EM) em relação à unidade de tamanho metabólico dos ovinos (kcal/UTM), coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta (%), balanço energético e teores de energia digestível e metabolizável como proporção da matéria seca (kcal/kg de MS) (TEDMS e TEMMS) de acordo com os tratamentos experimentais

Consumo de Energia Bruta (CV=7,93%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	539,00 ^{Aa}	388,44 ^{Aa}	376,97 ^{Aa}	443,67 ^{Aa}	392,02 ^A
Tratado com Uréia	377,84 ^{Aa}	406,46 ^{Aa}	390,38 ^{Aa}	366,853 ^{Aa}	385,38 ^A
Médias	368,42 ^a	397,45 ^a	383,67 ^a	405,26 ^a	
Consumo de Energia Digestível (CV=14,27%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	219,91 ^{Aa}	263,52 ^{Aa}	202,42 ^{Aa}	273,57 ^{Aa}	239,86
Tratado com Uréia	235,86 ^{Aa}	240,18 ^{Aa}	258,44 ^{Aa}	240,38 ^{Aa}	243,72
Médias	227,89 ^a	251,86 ^a	230,43 ^a	256,98 ^a	
Consumo de Energia Metabolizável (CV=20,94%)***					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	206,48 ^{Aa}	266,25 ^{Aa}	171,65 ^{Aa}	244,92 ^{Aa}	223,40 ^A
Tratado com Uréia	199,95 ^{Aa}	221,39 ^{Aa}	253,19 ^{Aa}	227,03 ^{Aa}	225,39 ^A
Médias	203,21 ^a	243,82 ^a	212,42 ^a	133,81 ^a	
Digestibilidade da Energia Bruta (CV=12,01%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	62,32 ^{Aa}	67,93 ^{Aa}	53,71 ^{Aa}	61,54 ^{Aa}	61,13 ^A
Tratado com Uréia	62,70 ^{Aa}	59,55 ^{Aa}	65,72 ^{Aa}	65,43 ^{Aa}	63,35 ^A
Médias	62,01 ^a	63,79 ^a	59,66 ^a	63,48 ^a	
Balanço Energético (CV=31,11%)***					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	2,42 ^{Aa}	3,16 ^{Aa}	2,34 ^{Aa}	2,80 ^{Aa}	2,68 ^A
Tratado com Uréia	2,29 ^{Aa}	2,97 ^{Aa}	3,04 ^{Aa}	2,74 ^{Aa}	2,76 ^A
Médias	2,36 ^a	3,07 ^a	1,32 ^a	2,77 ^a	
TEDMS (CV=11,76%)***					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	2790,28 ^{Aa}	3085,14 ^{Aa}	2449,26 ^{Aa}	2802,73 ^{Aa}	2781,86 ^A
Tratado com Uréia	2605,45 ^{Aa}	2676,51 ^{Aa}	2924,62 ^{Aa}	2912,10 ^{Aa}	2779,67 ^A
Médias	2697,87 ^a	2880,8335 ^a	2686,94 ^a	2857,42 ^a	
TEMMS (CV=19,06%)***					

Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	2610,41 ^{Aa}	3003,05 ^{Aa}	2070,37 ^{Aa}	2554,32 ^{Aa}	2559,54 ^A
Tratado com Uréia	2313,58 ^{Aa}	2473,04 ^{Aa}	2864,70 ^{Aa}	2748,99 ^{Aa}	2600,08 ^A
Médias	2461,99 ^a	2738,05 ^a	2467,54 ^a	2651,65 ^a	

*Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

**Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

***Médias com letras maiúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste t (P>0,05)

A média de digestibilidade da energia bruta aqui obtida foi de 62,24%. Em se tratando das dietas com co-produto de caju tratado quimicamente, o valor da digestibilidade foi de 63,35% e não diferiu da média dos grupos experimentais que receberam co-produto de caju não tratado. Costa (2008) obteve média inferior (59,60%) quando incluiu o co-produto de caju não tratado quimicamente em níveis compreendidos entre 11 e 33% moído fina (3 mm) ou grosseiramente (19 mm). Rogério (2005), por sua vez, apresentou média de digestibilidade da energia bruta ainda inferior (57,65%) trabalhando também com co-produto de caju não tratado quimicamente, incluso em níveis dietéticos compreendidos entre 19 e 52%.

O balanço energético foi positivo para todas as dietas experimentais e similares entre si. Quanto aos teores de energia digestível e de energia metabolizável como proporção da matéria seca (2780,77 kcal/UTM e 2579,81 kcal/UTM, em média, respectivamente), estes foram similares aos obtidos por Costa (2008), a saber, 2647,86 kcal/UTM e 2586,29 kcal/UTM para TEDMS e TEMMS, respectivamente. Este mesmo autor também não observou diferenças significativas para este parâmetro entre os níveis de inclusão de 11 e 33%.

A análise de regressão também indicou efeito cúbico para a digestibilidade da energia bruta (%) quando se incluiu o CCNTU (Figura 9).

$$\text{DIGEB} = 0,0571519X^3 - 2,30246X^2 + 27,7181X - 34,4423$$

DIGEB = Digestibilidade da Energia Bruta (%)

X = % de inclusão do co-produto não tratado com uréia

Figura 9. Digestibilidade da Energia Bruta (%) em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju não tratado com uréia em dietas para ovinos

Resolvendo $dy/dx=0$ para a equação citada anteriormente, verifica-se que quando se incluiu o SCNTU, a digestibilidade da energia bruta ficou no nível de inclusão de 9,11%, em seguida observou-se redução até o nível 17,5%, elevando novamente até o nível máximo de inclusão do co-produto

Na Tabela 15 são apresentadas as médias de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio fecal (NF), nitrogênio urinário (NU) (gramas/dia) e nitrogênio retido (NR) como porcentagem do NI e o balanço de nitrogênio (BN). A interação entre os níveis de inclusão do co-produto de

caju *versus* tratamento químico com uréia não foi significativa ($P>0,05$) para os parâmetros aqui analisados. Também não se verificou diferenças significativas ($P>0,05$) entre as médias de todos os parâmetros citados nesta tabela.

As médias aqui observadas foram de 28,09 g/dia; 11,88 g/dia; 1,14 g/dia, 53,60%; 15,07 para os parâmetros NI, NF, NU, NR e BN, respectivamente. A média de NU (1,14 g/dia) obtida neste estudo foi inferior à obtida por Reis et al. (2004) (8,23g/dia) ao avaliar o consumo voluntário, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta. Dantas Filho et al (2007) também observaram médias superiores para os parâmetros NI, NF e NU: 34,27; 15,22 e 7,41 g/dia, respectivamente. Já Rogério (2005) obteve médias inferiores para os parâmetros NR e BN, sendo 21,97 para o NR e 6,13 para o BN. Costa (2008) observou menor valor para NI (26,33 g/dia) e valores menores para NF e NU (13,53; 2,07 g/dia, respectivamente). Já para o NR e BN observou valores menores (40,75 e 10,73, respectivamente). Vale destacar, portanto, que a inclusão do co-produto de caju tratado com uréia nas dietas utilizadas na presente dissertação trouxe incrementos efetivos para o balanço nitrogenado positivo, evidenciado pela superioridade em relação aos dados citados na literatura. Isso, todavia, também foi acompanhado por maiores perdas de nitrogênio nas fezes em relação ao evidenciado por Costa (2008), por exemplo, explicado em parte pelos altos teores de NIDA observados nas dietas do presente estudo (Tabela 3).

Para corroborar esses comentários, os dados de Damasceno et al. (2000) avaliando consumo voluntário, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta demonstraram não haver diferenças nos valores de nitrogênio urinário e nitrogênio retido com o incremento dos níveis de oferta de palha de arroz tratada quimicamente com uréia. A média de nitrogênio ingerido obtido por estes autores foi de 19,12 g/dia, valor bem inferior ao obtido nesta dissertação (28,09 g/dia). Para o nitrogênio fecal, Damasceno et al (2000) verificaram valores médios de 10,60 g/dia, também abaixo do valor observado neste estudo (11,88 g/dia). O valor de nitrogênio retido como porcentagem de nitrogênio ingerido ficou em média de 1,52%, bem abaixo do valor médio observado neste estudo (53,60%).

De acordo com Van Soest (1994) altos níveis de N urinário indicam altos consumos de nitrogênio inorgânico ou de proteína de rápida digestão ruminal, resultando em produção de amônia acima das necessidades microbianas. A amônia em excesso é absorvida pela corrente sanguínea, convertida em uréia no fígado e excretado na urina, contribuindo para a contaminação ambiental. Como o nitrogênio urinário obtido neste estudo foi menor do que as médias observadas na literatura, provavelmente não houve contaminação ambiental excessiva causada pela dieta contendo co-produto de caju tratado com uréia. Por outro lado o nitrogênio fecal deste estudo foi superior aos observados na literatura, podendo ter contribuído com a poluição do ambiente, já que o nitrogênio excretado nas fezes contribui para a poluição do solo pela possibilidade de conversão em nitrato (NO_3^-) e do ar como amônia (NH_3) e óxidos de nitrogênio (NO_x). (Tamminga, 1996).

A escassez de dados na literatura sobre o balanço nitrogenado de ovinos consumindo co-produtos de frutas indica a necessidade de mais pesquisas neste tipo de avaliação nutricional.

Tabela 15. Balanço de nitrogênio de dietas contendo quantidades crescentes de co-produto de caju e fornecidas a cordeiros

Nitrogênio Ingerido (CV=16,80%)		
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju	Médias

	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	25,28 ^{Aa}	27,18 ^{Aa}	29,05 ^{Aa}	30,15 ^{Aa}	27,92 ^A
Tratado com Uréia	31,68 ^{Aa}	30,60 ^{Aa}	26,90 ^{Aa}	23,84 ^{Aa}	28,26 ^A
Médias	28,48 ^a	28,89 ^a	27,98 ^a	26,99 ^a	
Nitrogênio Fecal (CV=26,19%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	9,93 ^{Aa}	11,84 ^{Aa}	14,57 ^{Aa}	13,06 ^{Aa}	12,35 ^A
Tratado com Uréia	9,89 ^{Aa}	15,13 ^{Aa}	10,90 ^{Aa}	9,72 ^{Aa}	11,41 ^A
Médias	9,90 ^a	13,48 ^a	12,73 ^a	11,39 ^a	
Nitrogênio Urinário (CV=46,68%)*					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	0,82 ^{Aa}	0,77 ^{Aa}	1,74 ^{Aa}	0,90 ^{Aa}	1,06 ^A
Tratado com Uréia	1,65 ^{Aa}	1,10 ^{Aa}	1,62 ^{Aa}	0,52 ^{Ab}	1,22 ^A
Médias	1,24 ^{ab}	0,94 ^b	1,68 ^a	0,71 ^b	
Nitrogênio Retido (CV=14,85%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	56,95 ^{Aa}	53,77 ^{Aa}	43,10 ^{Aa}	53,48 ^{Aa}	51,83 ^A
Tratado com Uréia	63,20 ^{Aa}	47,03 ^{Aa}	54,34 ^{Aa}	56,89 ^{Aa}	55,36 ^A
Médias	60,07 ^a	50,40 ^a	48,72 ^a	55,19 ^a	
Balanço de Nitrogênio (CV=24,78%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	14,53 ^{Aa}	14,57 ^{Aa}	12,74 ^{Aa}	16,20 ^{Aa}	14,51 ^A
Tratado com Uréia	20,15 ^{Aa}	14,37 ^{Aa}	14,39 ^{Aa}	13,60 ^{Aa}	15,63 ^A
Médias	14,34 ^a	14,47 ^a	13,56 ^a	14,90 ^a	

^aMédias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

*Médias com letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem significativamente pelo teste Duncan (P<0,05)

4. CONCLUSÕES

O tratamento químico com uréia não aumenta os consumos de matéria seca e matéria orgânica. A inclusão do co-produto de caju tratado com uréia em 21% do total dietético reduz o consumo de proteína bruta em g/UTM e em %PV e o consumo de EE em g/dia, g/UTM e extrato etéreo digestível.

A inclusão do co-produto de caju tratado com uréia aumenta o consumo de FDN, FDA e HCEL, mas não aumenta o consumo de CEL, reduz a digestibilidade do extrato etéreo e não aumenta a digestibilidade dos constituintes fibrosos.

O tratamento químico aumenta o consumo de energia digestível, não aumenta o consumo de energia bruta e leva ao balanço energético positivo. O nitrogênio ingerido, nitrogênio fecal, nitrogênio urinário e nitrogênio retido não aumentam com a inclusão do co-produto de caju tratado e o tratamento químico do co-produto de caju com uréia leva ao balanço de nitrogênio positivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.O.A.C. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis (red.). Washington DC: AOAC, 1980. 1015p.
- BLAXTER, K. L., CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition*, v.19, n.1-2, p.511-522, 1965.
- CAPPELLE, E.R. VALADARES FILHO, S.C., COELHO DA SILVA, J.F. *et al.* Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.1837-1856, 2001.
- CARDOSO, G.C. GARCIA, R., SOUZA, A.L. *et al.* Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004.
- COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high energy ration for lactating cows; effects on intake, digestion, milk yield and composition. *Journal of Animal Science*, v.69, n.9, p.3826-3837, 1991.
- COSTA, J. B. Efeito da inclusão do co-produto de caju (*Anacardium occidentale*, L.), submetido a diferentes graus de moagem, em dietas para cordeiros em terminação sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes. Fortaleza: UFC, 2008. 77p. Dissertação (Mestrado)
- DAMASCENO, J.C. SANTOS, G.T., CECATO, U., *et al.* Consumo voluntário, digestibilidade e balanço de nitrogênio em ovinos recebendo palha de arroz amonizada em diferentes níveis de oferta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.1167-1173, 2000.
- DANTAS FILHO, L.A., LOPES, J.B., VASCONCELOS, V.R. *et al.* Inclusão de polpa de caju desidratada na alimentação de ovinos: desempenho, digestibilidade e balanço de nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.1, p.147-154, 2007.
- DOLBERG, F. Program in the utilization of urea – ammonia treated crop residues: nutritional dimensions and application of the technology on small farm. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.130-145.
- FADEL, R. ROSA, B., OLIVEIRA, I.P. *et al.* Valor nutritivo da palha de arroz amonizada com ovinos. *Revista Ciência Animal Brasileira*, v.5, n.1, p.19-25, 2004.
- GAGLIOSTRO, G.; CHILLARD, Y. Duodenal rapeseed oil infusion in early and mid lactation cows. 2. Voluntary intake, milk production and composition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.1-2, p.499-509, 1991.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Estatística e Geografia. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=1&i=P>. Acesso em 07 de março de 2007.
- LITTELL, R.C.; FREUND, R.J.; SPECTOR, P.C. SAS® system for linear models. Cary, NC, EUA: SAS Institute Inc., 1991. 329p.
- MACEDO JUNIOR, G.L. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente e no comportamento ingestivo de ovelhas Santa Inês. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2004. 127p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Sheep. 6.ed. Washington DC, USA: National Academy Press, 1985. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7 ed. Revised ed. Washington DC, USA: National Academy Press, 2001. 432p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of small ruminants. 1. ed. Washington, DC, USA: National Academy Press, 2007. 362p.
- NEIVA, J. N. M. Valor nutritivo da silagem e do rolão de milho (*Zea mays* L.) amonizados. Viçosa: UFV, 1995. 122p. Tese (Doutorado).
- NUNES, C.S., BAPTISTA, A.O. Implicações da da reacção de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias, v.96, p.53-59, 2001.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- REIS, R.A. RODRIGUES, L.R.A, RESENDE, K.T. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 2. Compostos Nitrogenados. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.3, p.1837-1856, 2001.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.
- ROGÉRIO, M.C.P. Valor nutritivo de co-produtos de frutas para ovinos. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. 318p.
- SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2.ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SILVA, J.F.C. e LEÃO, M.I. Fundamentos da nutrição de ruminantes. Piracicaba, Livroceres, 1979. 380p.
- SILVA, H.G.O., PIRES, A.J.V, CUNHA NETO, P.A. et al. Digestibilidade de dietas contendo silagem de capim elefante amonizado e farelo de cacau ou torta de dendê em ovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.2, p.499-506, 2007.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science, v.70, p. 3562-3577, 1992.
- TAMMINGA, S. A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants. Journal of Animal Science, 74:3112, 1996
- TONUCCI, R. G.. Valor nutritivo do feno de capim-Tifton.85. Viçosa: UFV, 2006. 41p. Dissertação (Mestrado)
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEISS, W.P. Predicting energy values of feeds. Journal of Dairy Science. v.76, p. 1802, 1993.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Proceedings..., Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.

Capítulo IV – EXPERIMENTO 2

Valor nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju amonizado ou não com uréia. 2. Parâmetros ruminais e uréia sérica

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência do co-produto de caju tratado ou não tratado com uréia sobre a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) em mg/100 ml, pH e níveis séricos de uréia em ovinos que receberam dietas experimentais isoenergéticas e isoprotéicas contendo o co-produto em níveis crescentes. Vinte e quatro ovinos machos não castrados foram distribuídos em gaiolas de metabolismo onde permaneceram durante todo o período experimental. As dietas foram formuladas com quatro níveis de inclusão do co-produto de caju (6; 11; 16; 21%) em dieta contendo feno de capim Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*), milho e torta de algodão, tendo sido o co-produto tratado (CCTU) ou não com uréia (CCNTU). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as dietas e nas sub-parcelas os tempos de coleta (zero, duas, cinco e oito horas pós-prandial) com três repetições. A inclusão do resíduo de caju em até 21% do total dietético reduziu o pH do líquido ruminal e aumentou a concentração de N-NH₃. A inclusão de co-produto de caju tratado ou não com uréia acima de 6% do total dietético reduziu a concentração sérica de uréia dos animais.

1. INTRODUÇÃO

O pH ruminal é um fator que deve ser considerado para a análise da função ruminal, pois varia muito com a dieta e é capaz de influenciar profundamente a população microbiana, já que a eficiência de crescimento das bactérias depende, em muito, deste parâmetro, e sua estabilização se deve, em grande parte, à saliva, que possui alto poder tamponante (Coelho da Silva e Leão, 1979). O conhecimento do pH ruminal em dietas que utilizem o co-produto de caju é fundamental também para evitar a redução do consumo de matéria seca, para permitir a adequada produção de proteína microbiana sem maiores perdas de nitrogênio nas excretas e para a produção de ácidos graxos voláteis resultantes do metabolismo de carboidratos.

A concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen é indispensável para o crescimento microbiano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada à solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (Coelho da Silva e Leão, 1979). A concentração de amônia influencia diretamente na digestão da fração fibrosa da dieta consumida e sua determinação permite o conhecimento do desbalanceamento na digestão da proteína, pois, quando há altas concentrações de amônia, pode ocorrer excesso de proteína dietética degradada no rúmen e/ou baixa concentração de carboidratos degradáveis no rúmen (Van Soest, 1994).

Em se tratando da relação proteína:energia de dietas contendo co-produto de caju, importante é ainda verificar as concentrações de uréia sérica. O estudo dessa fração diz respeito à taxa de degradação da proteína dietética, visto que a taxa de degradação é diretamente proporcional ao *pool* de metabólitos circulantes no sangue. O co-produto de caju apresenta altas concentrações de ligninas e de taninos e isso pode reduzir os aportes protéico e

energético necessários à adequada fermentação ruminal e ao atendimento dos requisitos nutricionais dos ruminantes.

Objetivou-se com este estudo, avaliar os efeitos da inclusão do co-produto de caju em quatro níveis de inclusão diferentes (6 a 21%), sendo esse co-produto tratado ou não com uréia sobre os níveis séricos de uréia em quatro tempos de coleta previamente estabelecidos, bem como a disponibilidade de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e pH do líquido ruminal de ovinos recebendo dietas contendo também feno de aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*), milho e torta de algodão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Vinte e quatro ovinos, machos e inteiros, com peso vivo médio de 22,3 kg e seis meses de idade foram alojados individualmente em gaiolas metálicas de metabolismo dotadas de comedouros e bebedouros, localizadas em galpão de alvenaria coberto da Fazenda Experimental Vale do Acaraú em Sobral-CE, onde permaneceram durante todo o período experimental. O período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 35 dias e logo ao final desse, em um único dia, os animais foram submetidos às coletas de líquido ruminal e sangue.

Foram testados em esquema fatorial 4 X 2, quatro níveis de inclusão do co-produto de caju (6; 11 ; 16, 21%) em dieta composta por feno de capim Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*) com 30 dias de idade, milho e torta de algodão, em dietas isoprotéicas e isoenergéticas conforme o NRC (1985), tendo sido o co-produto tratado (CCTU) ou não com uréia (CCNTU). O tratamento químico consistiu da aplicação de uréia diluída em água na proporção de 5% do peso seco do co-produto de caju.

As dietas foram ofertadas neste dia em única vez às oito horas da manhã oferecidas bem misturadas aos ovinos. Água e sal mineral estiveram disponíveis à vontade. O sal mineral era composto por fosfato bicálcico, carbo-aminofosfoquelato de zinco, carbo-aminofosfoquelato de enxofre, carbo-aminofosfoquelato de cobre, carbo-aminofosfoquelato de manganês, carbo-aminofosfoquelato de cobalto, carbo-aminofosfoquelato de ferro, carbo-aminofosfoquelato de selênio, cloreto de sódio, cromo, iodato de cálcio e molibdato de sódio. A Tabela 1 mostra a composição bromatológica das dietas experimentais

Tabela 1. Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS)

Componentes	Dietas Experimentais			
	6%	11%	16%	21%

	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ
Matéria Seca (%)	89,42	89,54	88,80	89,04	88,98	89,33	89,35	89,81
Proteína Bruta (%)	15,86	16,35	13,87	14,84	14,68	16,03	14,37	16,18
PBVD (%)*	10,76	10,81	8,78	8,92	12,32	13,11	11,83	12,89
NIDN (%)*	1,50	1,57	1,58	1,72	1,61	1,80	1,67	1,93
PBIDN (%)*	9,37	9,81	9,85	10,73	10,04	11,26	10,43	12,07
NIDA (%)*	0,82	0,90	0,84	1,01	0,94	1,17	1,02	1,32
NIDA/NT (%)*	32,33	34,49	38,08	42,43	40,14	45,59	44,17	50,95
PBIDA (%)*	5,13	5,64	5,28	6,30	5,89	7,31	6,35	8,25
NDT (%)*	65,79	78,08	67,35	60,07	57,41	65,81	64,64	62,39
Extrato Etéreo (%)	5,25	5,07	4,52	4,16	4,74	4,23	4,58	3,90
AGVD (%)*	4,25	4,07	3,52	3,16	3,74	3,23	3,58	2,90
Fibra em Detergente Neutro (%)	54,10	54,42	54,85	55,48	55,59	56,47	56,55	57,73
FDNVD(%)*	27,50	24,79	27,69	22,44	26,89	19,82	26,54	17,36
Fibra em Detergente Ácido (%)	27,10	27,35	26,44	26,92	28,26	28,92	29,11	30,01
Hemicelulose (%)	27,00	27,08	28,40	28,56	27,33	27,55	27,44	27,72
Celulose (%)	20,73	21,25	19,80	20,84	20,36	21,80	20,30	22,23
Lignina (%)	5,57	8,14	5,57	10,66	6,75	13,86	7,51	17,03
Cinzas (%)	4,36	4,31	4,45	4,35	4,48	4,33	4,54	4,34
Ca (%)	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
CNF (%)	25,55	24,75	27,59	26,00	26,40	24,19	26,31	23,34
CNFVD(%)*	25,04	24,25	27,04	25,48	25,87	23,70	25,78	22,87
EB (Mcal/kg)	4,57	4,56	4,55	4,53	4,55	4,53	4,57	4,54
EM (Mcal/kg)	2,42	2,29	3,16	2,97	2,34	3,04	2,80	2,74

*PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível; NIDN = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDA/NT = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido como porcentagem do Nitrogênio Total; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; NDT conforme Sniffen et al. (1992); AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis; FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis

A coleta de líquido ruminal foi feita por meio de sonda esofágica para as mensurações do pH ruminal em 4 tempos pré-estabelecidos (0 h ou antes do fornecimento da dieta, 2 h, 5 h e 8 h pós-prandial). O pH foi medido em potenciômetro marca Micronal B271, imediatamente após a coleta do líquido ruminal, enquanto as amostras de aproximadamente 50 ml de líquido ruminal foram acidificadas em 1 ml de ácido sulfúrico 1:1 e guardadas a -5°C para futuras análises de N-NH₃, as quais foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual Vale do Acaraú –UVA.

O nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foi determinado por destilação com óxido de magnésio, usando-se ácido bórico com indicador misto de cor como solução receptora (vermelho de metila + verde de bromocresol) e titulando-se com HCl 0,1N.

A coleta de sangue foi feita por punção da veia jugular nos mesmos tempos estabelecidos para a coleta do líquido ruminal. A dosagem da uréia foi realizada utilizando *kits* Bioclin. Essa análise foi realizada no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual Vale do Acaraú –UVA e no Laboratório de Bromatologia do Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC – Unidade Sobral).

Esses parâmetros foram analisados para cada tratamento experimental em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas sub-parcelas os tempos de coleta (0, 2, 5, 8 h) com 3 repetições, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_j + G_k + H_l + FG_{jk} + FH_{jl} + GH_{kl} + FGH_{jkl} + e_{ijkl}$$

onde,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i no nível de inclusão j , no tratamento químico k e no tempo de coleta l

μ = média geral

F_j = efeito do nível de inclusão j ($j = 6\%, 11\%, 16\%, 21\%$)

G_k = efeito do tratamento químico k ($k =$ tratado com uréia, não tratado com uréia)

H_l = efeito do tempo de coleta l ($l = 0h, 2h, 5h, 8h$)

FG_{jk} = interação dos efeitos do nível de inclusão j com o tratamento químico k

FH_{jl} = interação dos efeitos do nível de inclusão j com os tempos de coleta l

GH_{kl} = interação dos efeitos tratamento químico k com os tempos de coleta l

FGH_{jkl} = interação dos efeitos do nível de inclusão j com tratamento químico k e os tempos de coleta l

e_{ijkl} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$) empregando-se o *software* SAEG versão 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001). A análise de regressão foi realizada utilizando-se o mesmo *software* de modo a estimar os parâmetros analisados para cada nível de co-produto de caju testado em função dos tempos de coleta. Testaram-se diferentes modelos matemáticos (lineares, polinomiais, logarítmicos e exponenciais), a partir do procedimento Modelos Pré-definidos, para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de determinação. Também foi considerado aquele modelo matemático que melhor adequidade apresentou para o tipo de resposta biológica estudada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados com os valores de pH medidos para os oito tratamentos testados (quatro níveis de inclusão do co-produto de caju *versus* tratado ou não com uréia) encontram-se na Tabela 2.

A análise de variância mostrou não existir interação significativa entre os tratamentos e o tempo de coleta ($P>0,05$). Analisando a tabela 2 observa-se que às 8 horas pós-prandial o pH dos níveis de inclusão 16% e 21% do co-produto de caju CCNTU apresentaram maiores valores quando comparadas com o nível de 16% CCTU, estes foram semelhantes aos demais níveis de inclusão com ou sem tratamento químico. O tempo de coleta oito horas pós-prandial apresentou um pH médio de 8,01, superior aos demais tempos de coleta de líquido ruminal. Os valores médios de pH obtidos no presente estudo mantiveram-se acima do recomendado por Hobson e Stewart (1997), ou seja, entre 6 e 7, compatível com a ação das enzimas desses microrganismos.

De acordo com Nocek (1997), a utilização de conduto alimentício para determinar o pH ruminal pode resultar em falsa neutralidade do líquido ruminal por causa da contaminação com a saliva. Este autor prefere o uso de animais canulados no rúmen para a obtenção de amostras do fluido ruminal mais representativas.

Hodson (1988) destacou que o pH é o fator que mais influência exerce sobre o ecossistema ruminal. Afirmou ainda que as bactérias celulolíticas e metanogênicas são bastante sensíveis a pH inferior a 6,0. De acordo com Van Soest (1994) a regulação do pH depende do trânsito de ácidos graxos através da parede ruminal e da secreção de bases em seu interior. A uréia, segundo este autor, pode ser rapidamente hidrolisada a bicarbonato de amônia suportando sua utilização.

Tabela 2 Valores de pH do líquido ruminal de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não com uréia, em vários horários pós - prandial

Nível de inclusão (%)	Tratamento	Tempos de Coleta				Médias
		Tempo 0	Tempo 2	Tempo 5	Tempo 8	
6%	SCNTU	7,53 ^{Aa}	7,13 ^{Aa}	7,50 ^{Aa}	7,93 ^{Aa}	7,53 ^{AB}
	SCTU	7,47 ^{Aa}	7,17 ^{Aa}	7,53 ^{Aa}	8,60 ^{Aa}	7,69 ^{AB}
11%	SCNTU	7,83 ^{Aa}	7,53 ^{Aa}	6,53 ^{Aa}	7,40 ^{ABa}	7,33 ^{AB}
	SCTU	7,50 ^{Aa}	7,30 ^{Aa}	7,70 ^{Aa}	8,07 ^{ABa}	7,64 ^{AB}
16%	SCNTU	7,83 ^{Aa}	7,53 ^{Aa}	8,23 ^{Aa}	8,70 ^{Aa}	8,08 ^A
	SCTU	6,60 ^{Aa}	7,97 ^{Aa}	7,47 ^{Aa}	6,73 ^{Ba}	7,04 ^B
21%	SCNTU	7,80 ^{Aa}	7,33 ^{Aa}	8,03 ^{Aa}	8,40 ^{Aa}	7,09 ^A
	SCTU	7,70 ^{Aa}	7,00 ^{Aa}	7,40 ^{Aa}	8,27 ^{ABa}	7,59 ^{AB}
Médias		7,53 ^b	7,30 ^b	7,55 ^b	8,01 ^a	

1 Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

2 Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

CV = 8,85%

Os resultados dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Concentração de N-NH₃ (mg/ 100 ml) no líquido ruminal de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não tratado quimicamente com uréia, em vários horários pós-prandial

Nível de inclusão (%)	Tratamento	Tempos de Coleta			
		Tempo 0	Tempo 2	Tempo 5	Tempo 8
6	SCNTU	2,99 ^{Ab}	11,95 ^{BCa}	8,46 ^{Ba}	10,21 ^{Ba}
	SCTU	5,27 ^{Ab}	14,49 ^{Ba}	16,03 ^{Aa}	12,01 ^{ABa}
11	SCNTU	4,74 ^{Ab}	11,98 ^{BCa}	11,23 ^{ABa}	9,97 ^{Ba}

	SCTU	3,48 ^{Ac}	19,86 ^{Aa}	12,64 ^{ABb}	15,90 ^{Aab}
16	SCNTU	5,77 ^{Aa}	8,02 ^{Ca}	8,00 ^{Ba}	6,01 ^{Ba}
	SCTU	3,21 ^{Ab}	24,96 ^{Aa}	8,16 ^{Bb}	5,42 ^{Bb}
21	SCNTU	4,89 ^{Ab}	11,02 ^{BCa}	11,54 ^{ABa}	8,97 ^{Bab}
	SCTU	2,76 ^{Ac}	20,79 ^{Aa}	9,77 ^{Bb}	6,01 ^{Bbc}

¹ Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

² Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

CV= 21,31%

Houve interações significativas ($P < 0,05$) entre o tempo de coleta *versus* nível de inclusão do co-produto e entre o tempo de coleta *versus* nível de inclusão *versus* tratamento químico ou não com uréia. Após duas horas pós-prandial, os níveis 11, 16 e 21% do SCTU apresentaram maiores concentrações de N-NH₃. A menor concentração foi observada no nível de 16% não tratado com uréia, semelhante aos níveis de 6%, 11% e 21% não tratado com uréia. Esses dados revelaram o provável desbalanço na relação proteína : energia dietética que elevou as concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal. Rodríguez (1986) destacou que é de suma importância otimizar a síntese de proteína microbiana ruminal. Para que isso seja possível, segundo este autor, o fator mais importante, além de nitrogênio solúvel e de uma certa quantidade de aminoácidos pré-formados, é a quantidade disponível de matéria orgânica fermentável para os microrganismos ou, em outras palavras, a disponibilidade de energia. No capítulo 3 desta dissertação, foi discutido que nos níveis mais altos de inclusão de SCTU houve maior inclusão de lignina e isso provavelmente reduziu a disponibilização dos carboidratos totais e de lipídios dietéticos. Estudos mais aprofundados que avaliem a síntese protéica microbiana serão importantes para subsidiar melhor esses comentários.

No tempo cinco, o nível 6% SCTU apresentou maiores concentrações em relação ao mesmo nível SCNTU e aos níveis 16% (SCNTU e SCTU) e 21% SCTU e foram semelhantes aos demais níveis. Já na oitava hora pós-prandial o nível 11% SCTU foi superior aos níveis 6% SCNTU, 16% (SCNTU e SCTU) e 21% (SCNTU e SCTU) e semelhante ao nível 6% SCTU.

De acordo com Van Soest (1994) é necessária a concentração mínima de 10 mg/100ml de amônia no rúmen para permitir uma adequada fermentação microbiana. Já Ortega et al (1979) não mostraram efeito significativo do aumento da concentração ruminal de 6,3 mg/100ml para 27,5 mg/100ml sobre a taxa de desaparecimento de vários alimentos. Além disso, Satter e Slyter (1974), avaliando o efeito da concentração de amônia sobre a produção de proteína microbiana, concluíram que 5 mg de amônia por 100mL de conteúdo de rúmen são suficientes para o máximo crescimento microbiano.

Considerando-se os dados de concentrações de nitrogênio amoniacal, realizando-se a análise de regressão foram obtidas as seguintes equações representativas para a relação deste parâmetro com os tempos de coleta. As maiores concentrações foram evidenciadas principalmente às duas horas pós-prandial.

$\% \text{NNH}_3 = 0,0840741X^3 - 1,26548X^2 + 5,26743X + 4,59693$ ($R^2 = 0,5429$; $P < 0,001$), em que:

$\% \text{NNH}_3$ = concentração de nitrogênio amoniacal a partir de dietas que utilizaram o co-produto de caju CCNTU

X = tempos de coleta do líquido ruminal

$\% \text{NNH}_3 = 0,319779X^3 - 4,43199X^2 + 15,76X + 3,67659$ ($R^2=0,7287$; $P<0,0001$), em que:

$\% \text{NNH}_3$ = concentração de nitrogênio amoniacal a partir de dietas que utilizaram o co-produto de caju CCTU

X = tempos de coleta do líquido ruminal

Figura 1. Concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de ovinos alimentados com co-produto de caju tratado ou não com uréia em função dos tempos de coleta

A Tabela 4 contém as concentrações de uréia plasmática considerando-se os diferentes níveis de inclusão do co-produto de caju tratado ou não com uréia em relação aos quatro tempos de coleta previamente estabelecidos (zero, duas, cinco e oito horas pós-prandial).

Tabela 4. Valores de uréia (mg/ 100 ml) do soro de ovinos consumindo dietas contendo distintas quantidades de co-produto de caju tratado ou não tratado quimicamente com uréia, em vários horários pós-prandial

Nível de inclusão (%)	Tratamento	Tempos de Coleta				Médias
		Tempo 0	Tempo 2	Tempo 5	Tempo 8	
6%	SCNTU	38,82 ^{Aa}	39,25 ^{Aa}	26,48 ^{Ba}	38,42 ^{Aa}	35,74 ^B
	SCTU	39,83 ^{Aa}	48,63 ^{Aa}	49,66 ^{Aa}	34,97 ^{Aa}	43,27 ^A
11%	SCNTU	28,99 ^{Aa}	27,41 ^{Aa}	32,39 ^{Aba}	37,31 ^{Aa}	31,53 ^{BC}
	SCTU	22,35 ^{Aa}	29,62 ^{Aa}	24,72 ^{Ba}	31,46 ^{ABa}	27,04 ^{BC}
16%	SCNTU	28,94 ^{Aa}	33,74 ^{Aa}	27,08 ^{Ba}	36,89 ^{Aa}	31,66 ^{BC}
	SCTU	23,01 ^{Aa}	34,17 ^{Aa}	33,62 ^{Ba}	33,84 ^{Aa}	31,16 ^{BC}
21%	SCNTU	32,74 ^{Aa}	30,17 ^{Aa}	27,83 ^{Ba}	18,13 ^{ABa}	27,22 ^{BC}
	SCTU	16,55 ^{Aab}	33,54 ^{Aa}	30,45 ^{ABab}	13,73 ^{Bb}	23,57 ^C
Médias		28,90 ^a	34,57 ^a	31,53 ^a	30,59 ^a	

¹ Letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

² Letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística a 5% (SNK)

CV= 23,06%

Não houve interação significativa ($P>0,05$) para os fatores nível de inclusão, tempo de coleta e tratamento químico ou não do co-produto com uréia. Não foram evidenciadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tempos de coleta. Já para os níveis de inclusão, considerando-se o tratamento químico ou não com uréia, percebeu-se que no nível 6% SCTU foi obtida a maior concentração de uréia sérica. Ainda no nível 6% de inclusão do co-produto de caju na condição não tratado com ureia foi percebida a segunda maior concentração de uréia em relação ao nível 21% SCTU, tendo sido ambos semelhantes aos demais tratamentos experimentais. Estes dados foram condizentes com o que foi comentado no capítulo 3 do presente estudo sobre o consumo de proteína digestível. Exatamente no nível 6% SCTU houve o maior consumo de proteína digestível que implicou no incremento dos níveis circulantes de uréia sérica. Também para as concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, houve concordância já que foram observadas altas concentrações nos níveis seis e 11% SCTU (Tabela 3).

A amônia é um derivado primário do catabolismo de aminoácidos pelas bactérias ruminais, absorvida pela circulação porta, removida pelo fígado e incorporada ao ciclo da uréia com resultante formação de uréia e eventual excreção pelos rins (Meyer et al., 1995). As concentrações de uréia séricas podem dar um indício de disponibilização protéica ruminal e fornecimento adequado de proteína na dieta. Valores abaixo do normal podem indicar deficiência na alimentação ou estados patológicos (Meyer et al., 1995). Valores acima do normal também podem indicar estados patológicos, mas também indicar baixa eficiência no uso da amônia disponibilizada no rúmen por uma possível falta de energia fermentável. Ainda de acordo com Meyer et al. (1995), valores normais de uréia para ovinos situam-se entre 18 e 31 mg/100 ml de soro sanguíneo. Considerando-se os valores médios, apenas no nível 6% SCTU esse valor foi superior a essa recomendação o que, nesse caso, pode ser um indício de desbalanceamento na relação proteína : energia. Os valores aqui encontrados foram muito superiores aos obtidos por Rogério (2005) que encontrou concentrações de uréia sérica variando de 1,13 a no máximo 14,22 mg/100 ml de soro sanguíneo, quando o mesmo utilizou o co-produto de caju não tratado quimicamente com uréia em níveis crescentes (19 a 52%) em dietas que também continham feno de capim-elefante, farelo de soja e milho.

A análise de regressão identificou resposta cúbica para as dietas com SCTU sendo representada a relação entre as concentrações de uréia séricas e os níveis de inclusão do co-produto de caju.

$URÉIA = -0,0249144X^3 + 1,21605X^2 - 18,8397X + 121,195$ ($R^2=0,4893$; $P<0,001$),
em que:

URÉIA = Concentrações de uréia séricas em mg/100 ml de soro sanguíneo

X = % de inclusão do co-produto de caju tratado com uréia

Figura 2. Concentrações de uréia sérica de ovinos alimentados com co-produto de caju tratado com uréia em função dos níveis de inclusão dietética

Resolvendo $dy/dx=0$ foi observada redução nas concentrações de uréia sérica até o nível de 12,72% de inclusão do SCTU, leve ascendência até 19,82% e daí em diante nova queda nas concentrações de uréia séricas.

4. CONCLUSÕES

A inclusão do co-produto de caju amonizado ou não amonizado com uréia em até 21% do total dietético não reduz o pH do líquido ruminal e aumenta a concentração de N-NH₃. A inclusão acima de 6% do total dietético reduz a concentração sérica de uréia dos animais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- HOBSON, P.N. The rumen microbial ecosystem. London, Elsevier Applied Science, 1988. 527p.
- HOBSON, P.N., STEWART, C.S. The rumen microbial ecosystem. 1 ed. London: Blackie Academic and Professional. 1997. 340p.
- MEYER, D.J., COLES, E.H., RICH, L.J. Medicina de laboratório veterinária: interpretação e diagnóstico; Tradução e revisão científica Paulo Marcos Oliveira. São Paulo: Roca, 1995. 302p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of sheep. New York: National Academy Press, 1985. 99p.
- RIBEIRO JUNIOR, J. I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.
- RODRÍGUEZ, N.M. Importância da degradabilidade da proteína no rúmen para a formulação de rações para ruminantes. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, v.1, p.27-45, 1986.
- ROGÉRIO, M.C.P. Valor nutritivo de co-produtos de frutas para ovinos. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. 318p.
- SATTER, S.D.; SLYTER, L.L. Effects of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". British Journal of Nutrition, v.32, p.245, 1974.
- VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 1994. 476p.
- WELCH, J. G.; SMITH, A. M. Forage quality and rumination time in cattle. Journal Dairy Science, Chmpaing, n. 53, p. 397, 1970.

Capítulo V - EXPERIMENTO 3

Valor nutritivo de dietas para ovinos contendo co-produto de caju amonizado ou não com uréia. 3. Comportamento ingestivo

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo determinar o efeito da inclusão do co-produto de caju, tratado ou não tratado com uréia sobre o tempo despendido em ingestão, ruminação, ócio e outras atividades verificando também o número de bolos ruminais, o tempo de mastigação total e as mastigações meréricas. em ovinos que receberam dietas experimentais isoenergéticas e isoprotéicas contendo o co-produto em níveis crescentes. Vinte e quatro ovinos machos não castrados foram distribuídos gaiolas de metabolismo onde permaneceram durante todo o período experimental. Receberam dietas formuladas com quatro níveis de inclusão do co-produto de caju (6; 11; 16; 21%) contendo feno de capim Aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*), milho e torta de algodão, tendo sido o co-produto tratado (CCTU) ou não com uréia (CCNTU). As avaliações de comportamento foram feitas em um intervalo de 24 horas. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento. Não foram observadas interações significativas entre os níveis de inclusão e tratamento químico ou não do co-produto de caju para tempo de mastigação total, número de bolos ruminais diários, número de mastigações meréricas por dia, número de mastigações meréricas por bolo e tempo de mastigações meréricas por bolo. A inclusão do co-produto de caju tratado com uréia não aumenta os tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades. Não aumenta a eficiência de ruminação (%MS e %FDN), tempo de mastigação total, número de bolos ruminais diários, número de mastigações meréricas por bolo e tempo de mastigações meréricas por bolo. O tratamento químico do co-produto de caju aumenta as mastigações meréricas por dia (MMnd).

1. INTRODUÇÃO

A utilização de co-produtos agroindustriais em substituição a fontes de fibras forrageiras nas dietas de ruminantes, visando uma redução dos custos com a alimentação, vem crescendo em virtude do desenvolvimento da fruticultura nacional. Porém, alguns co-produtos apresentam elevado teor de compostos polifenólicos que dificultam o aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

A aplicação de uréia com o intuito de reduzir o efeito desses compostos polifenólicos e aumentar a biodisponibilidade dos nutrientes, melhorando o valor nutritivo dos co-produtos tem sido muito empregada, no entanto, seus efeitos no comportamento animal ainda são desconhecidos.

A alimentação modifica o comportamento ingestivo, já que o mesmo, dentre outros fatores, correlaciona-se com as características físicas e químicas dos alimentos e ao conseqüente trânsito da digesta, à motilidade dos pré-estômagos, à granulometria e nível de alimentação. A mastigação, por sua vez, relaciona-se com o tamanho das partículas que chegam ao rúmen e isso interfere na digestão dos alimentos e conseqüentemente no consumo

(Domingue et al., 1991). O tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos (Van Soest, 1994). Desse modo, a avaliação do comportamento alimentar, constituído pelos tempos de alimentação, ruminação e ócio e pelas eficiências de alimentação e ruminação, pode auxiliar nas avaliações de dietas e possibilitar o ajuste do manejo alimentar para melhora do desempenho produtivo (Dado e Allen, 1995)

Objetivou-se com este estudo, determinar o efeito da inclusão do co-produto de caju em níveis crescentes em dietas para ovinos, tratado ou não com uréia, sobre os tempos despendido com alimentação, ruminação, ócio e outras atividades como ingestão de água ou de sal, micção e defecação, verificando também o número de bolos ruminais diários, o tempo de mastigação total e as mastigações meréricas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Digestibilidade Animal da Fazenda Experimental Vale do Acaraú, em área pertencente à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, em Sobral, Ceará. Foram utilizados vinte e quatro ovinos com peso médio de 22,3 kg e seis meses de idade. Os animais receberam uma dieta contendo co-produto de caju tratado (CCTU – com tratamento químico) ou não tratado (CCNTU – sem tratamento químico) quimicamente com uréia em quatro níveis de inclusão (6; 11 ; 16, 21%) em dieta composta por feno de capim aruana (*Panicum maximum cv. Aruana*) com 30 dias de idade, milho e torta de algodão. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas e isoenergéticas.

O tratamento do co-produto de caju com uréia foi realizado antes do início do experimento. A uréia foi diluída em água (uma parte de uréia para 3,4 partes de água). Para cada 100 kg de matéria seca do co-produto de caju adicionaram-se 5 kg de uréia (5,0% da matéria seca), dissolvidos em 17 litros de água. A uréia foi distribuída por aspersão, utilizando um regador e em seguida foi coberta com lona plástica, permanecendo fechada durante 20 dias, sem uso de fonte de urease (Dolberg, 1992).

As dietas foram divididas em duas refeições iguais e oferecidas bem misturadas aos ovinos, às oito e a outra às 17 h, buscando-se sempre deixar uma sobra média (em matéria seca) entre 15 e 20% por dia. Água e sal mineral estiveram disponíveis à vontade. O sal mineral era composto por fosfato bicálcico, carbo-aminofosfoquelato de zinco, carbo-aminofosfoquelato de enxofre, carbo-aminofosfoquelato de cobre, carbo-aminofosfoquelato de manganês, carbo-aminofosfoquelato de cobalto, carbo-aminofosfoquelato de ferro, carbo-aminofosfoquelato de selênio, cloreto de sódio, cromo, iodato de cálcio e molibdato de sódio. A Tabela 1 mostra a composição bromatológica das dietas experimentais.

Tabela 1. Composição química, nutrientes digestíveis totais (NDT) (%), energias bruta (EB) e metabolizável (EM) médias (Mcal/kg) das dietas experimentais com co-produto de caju sem tratamento químico (CCNTU) e com tratamento químico (CCTU) (%MS)

Componentes	Diets Experimentais							
	6%		11%		16%		21%	
	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ	CCNTU	CCTUQ
Matéria Seca (%)	89,42	89,54	88,80	89,04	88,98	89,33	89,35	89,81
Proteína Bruta (%)	15,86	16,35	13,87	14,84	14,68	16,03	14,37	16,18
PBVD (%)*	10,76	10,81	8,78	8,92	12,32	13,11	11,83	12,89
NIDN (%)*	1,50	1,57	1,58	1,72	1,61	1,80	1,67	1,93
PBIDN (%)*	9,37	9,81	9,85	10,73	10,04	11,26	10,43	12,07
NIDA (%)*	0,82	0,90	0,84	1,01	0,94	1,17	1,02	1,32
NIDA/NT (%)*	32,33	34,49	38,08	42,43	40,14	45,59	44,17	50,95
PBIDA (%)*	5,13	5,64	5,28	6,30	5,89	7,31	6,35	8,25
NDT (%)*	65,79	78,08	67,35	60,07	57,41	65,81	64,64	62,39
Extrato Etéreo (%)	5,25	5,07	4,52	4,16	4,74	4,23	4,58	3,90
AGVD (%)*	4,25	4,07	3,52	3,16	3,74	3,23	3,58	2,90
Fibra em Detergente Neutro (%)	54,10	54,42	54,85	55,48	55,59	56,47	56,55	57,73
FDNVD(%)*	27,50	24,79	27,69	22,44	26,89	19,82	26,54	17,36
Fibra em Detergente Ácido (%)	27,10	27,35	26,44	26,92	28,26	28,92	29,11	30,01
Hemicelulose (%)	27,00	27,08	28,40	28,56	27,33	27,55	27,44	27,72
Celulose (%)	20,73	21,25	19,80	20,84	20,36	21,80	20,30	22,23
Lignina (%)	5,57	8,14	5,57	10,66	6,75	13,86	7,51	17,03
Cinzas (%)	4,36	4,31	4,45	4,35	4,48	4,33	4,54	4,34
Ca (%)	1,01	1,01	0,99	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
CNF (%)	25,55	24,75	27,59	26,00	26,40	24,19	26,31	23,34
CNFVD(%)*	25,04	24,25	27,04	25,48	25,87	23,70	25,78	22,87
EB (Mcal/kg)	4,57	4,56	4,55	4,53	4,55	4,53	4,57	4,54
EM (Mcal/kg)	2,42	2,29	3,16	2,97	2,34	3,04	2,80	2,74

*PBVD = Proteína Bruta Verdadeiramente Digestível; NIDN = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro; PBIDN = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Neutro; NIDA = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido; NIDA/NT = Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido como porcentagem do Nitrogênio Total; PBIDA = Proteína Bruta Insolúvel em Detergente Ácido; NDT conforme Sniffen et al. (1992); AGVD = Ácidos Graxos Verdadeiramente Digestíveis; FDNVD = Fibra em Detergente Neutro Verdadeiramente Digestível; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; CNFVD = Carboidratos Não Fibrosos Verdadeiramente Digestíveis

Os ovinos utilizados foram pesados no início do experimento e alojados em gaiolas metabólicas. Nessa condição, o período de adaptação dos animais às dietas e às gaiolas foi de 34. Ao final desse período, as avaliações de comportamento foram feitas em um intervalo de 24 horas.

Foram feitos os registros de tempos despendidos em ingestão, ruminação, ócio e outras atividades, adotando-se a observação visual dos animais a cada cinco minutos, por um período de 24 horas (Johnson e Combs, 1991). A média do número de mastigações meréricas por bolo

ruminal e a média do tempo despendido de mastigação merícica por bolo ruminal foram obtidas em três períodos de duas horas, registrando-se três valores distribuídos nos horários das 10 às 12 h, 14 às 16 h e 18 às 20 h, utilizando-se cronômetro digital. Na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações:

$$EI = CMS/TI$$

$$ERU = CMS/TRU$$

$$ERU = CFDN/TRU$$

$$TMT = TI+TRU$$

$$BOL = TRU/MMtb$$

$$MMnd = BOLMMnb$$

em que: EI (gramas de MS/hora) é eficiência de ingestão; CMS (gramas de MS/dia) é o consumo de MS; TI (horas/dia) corresponde ao tempo de ingestão; ERU (gramas de MS/hora; gramas de FDN/hora), a eficiência de ruminação; TRU (horas/dia), o tempo de ruminação; TMT (horas/dia), o tempo de mastigação total; BOL (nº/dia), o número de bolos; TRU (segundos/dia), o tempo de ruminação; MMtb (segundos/bolo), o tempo de mastigações merícicas por bolo (Polli *et al.*, 1996); MMnd (nº/dia), o número de mastigações merícicas; e MMnb (nº/bolo), o número de mastigações merícicas por bolo. Considerando-se o bolo, a porção de alimento que retorna à boca para sofrer o processo de ruminação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 2, quatro níveis de inclusão de co-produto de caju (seis; 11 ; 16 e 21%) tratado (CCTU – com tratamento químico) ou não tratado (CCNTU – sem tratamento químico) quimicamente com uréia, perfazendo oito tratamentos experimentais. Foram utilizados três animais para cada um dos tratamentos.

As análises estatísticas foram feitas mediante o uso do *software* SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) (Ribeiro Júnior, 2001), por meio do seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + H_j + G_k + HG_{jk} + e_{ijk}$$

onde,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i do nível de inclusão j *versus* tratamento químico k

μ = média geral

H_j = efeito do nível de inclusão j (j = 6%, 11%, 16%, 21%)

G_k = efeito tratamento químico k (k = tratado com uréia, não tratado com uréia)

FG_{jk} = interação dos efeitos do nível de inclusão j aos tratamento químico k

e_{ij} = erro aleatório associado à observação

As médias foram comparadas utilizando-se o teste SNK, a 5% de probabilidade. Foi também observado o grau de correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre as variáveis estudadas para saber se a variação de uma delas acompanha proporcional ou inversamente a variação da outra conforme recomendou Sampaio (2002). A análise de regressão foi realizada utilizando-

se também o *software* SAEG (Ribeiro Júnior, 2001). Foram testados diferentes modelos matemáticos (lineares, polinomiais, logarítmicos e exponenciais), a partir do procedimentos Modelos Pré-definidos, para escolha daquele que apresentasse maior significância e maiores coeficientes de determinação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 contém a comparação de médias dos tempos despendidos em ingestão (TI), ruminação (TR), ócio (TO) e outras atividades (TOA), medidos em horas, em função dos níveis de inclusão e tratamento químico ou não com uréia aplicados ao co-produto de caju. Não houve interação significativa entre níveis de inclusão e o tratamento químico para os tempos despendidos em ingestão (TI), ruminação (TR), ócio (TO) ($P>0,05$).

Para o tempo despendido com ingestão, verificou-se que o nível de inclusão 21% mostrou maior tempo em relação aos níveis 11 e 16%, estes três foram semelhantes ao nível de 6%. Este aumento do tempo despendido com ingestão observado no nível de inclusão de co-produto de 21% pode ter sido causado pelo aumento do teor de fibra da dieta, pois de acordo com Mertens (1997), o incremento da quantidade de fibra nas dietas estimulou a atividade mastigatória, fato comprovado por Carvalho et al. (2006), que avaliaram o efeito de cinco níveis de FDN (20, 27, 34, 41 e 48%) na dieta de ovinos e constatou aumento nos tempos de ingestão e ruminação e diminuição do ócio com a elevação dos níveis de FDN na ração.

Tabela 2. Média de tempos despendidos em ingestão, ruminação, ócio e outras atividades, em função dos níveis de inclusão e tratamento químico ou não do co-produto de caju, nas dietas

Tempo de Ingestão (horas/dia) (CV=16,95%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	4,56 ^{Ab}	4,08 ^{Ab}	3,06 ^{Ab}	5,61 ^{Aa}	4,33 ^A
Tratado com Uréia	5,14 ^{Aa}	3,94 ^{Aa}	4,64 ^{Aa}	4,94 ^{Aa}	4,67 ^A
Médias	4,85 ^{ab}	4,01 ^b	3,85 ^b	5,28 ^a	
Tempo de Ruminação (segundos/dia) (CV=22,44%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	6,08 ^{Aa}	6,67 ^{Aa}	6,47 ^{Aa}	5,78 ^{Aa}	6,25 ^A
Tratado com Uréia	5,69 ^{Aa}	6,67 ^{Aa}	7,19 ^{Aa}	7,00 ^{Aa}	6,64 ^A
Médias	5,89 ^a	6,67 ^a	6,83 ^a	6,39 ^a	
Tempo de Ócio (horas/dia) (CV=18,66%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	7,64 ^{Aa}	9,86 ^{Aa}	8,64 ^{Aa}	7,06 ^{Aa}	8,30 ^A
Tratado com Uréia	6,97 ^{Aa}	7,06 ^{Aa}	7,97 ^{Aa}	6,44 ^{Aa}	7,11 ^A
Médias	7,31 ^a	8,46 ^a	8,31 ^a	6,75 ^a	
Tempo de Outras Atividades (horas/dia) (CV=21,62%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	5,72 ^{Aa}	3,39 ^{Aa}	5,83 ^{Aa}	5,56 ^{Aa}	5,13 ^A
Tratado com Uréia	6,19 ^{Aa}	6,33 ^{Aa}	4,19 ^{Aa}	5,61 ^{Aa}	5,58 ^A

Médias	5,96 ^a	4,86 ^a	5,01 ^a	5,58 ^a
--------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

¹Médias com letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

² Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística SNK (P>0,05)

Carvalho et al. (2006) avaliando o comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim elefante amonizada ou não e co-produtos agroindustriais observaram que os animais que consumiram silagem de capim-elefante amonizada apresentaram um menor tempo despendido com ruminação.

Costa (2008) também observou diferenças no tempo de ruminação entre os tratamentos experimentais. Segundo este autor o tempo de ruminação foi menor quando se efetuou a maior inclusão do co-produto de caju (5,33) em relação ao menor nível de inclusão (4,19).

As médias aqui encontradas foram de 4,5; 6,45; 7,71 e 5,36 o TI, TR, TO e TOA, respectivamente. Com exceção para TOA, os resultados deste estudo foram superiores aos encontrados por Costa (2008) 3,94; 5,63; 7,48 para TI, TR e TO, respectivamente.

A Tabela 3 contém a comparação de médias da eficiência de ingestão, eficiência de ruminação, do tempo despendido em mastigação total, número de bolos diários, número de mastigações meréricas por bolo e por dia e do tempo de mastigações meréricas por bolo, em função dos níveis de inclusão e moagem aplicada ao co-produto de caju.

Houve interação significativa (P<0,05) entre níveis de inclusão e tratamento químico apenas para o parâmetro eficiência de alimentação. Não houve interação significativa entre níveis de inclusão e tratamento químico apenas para os parâmetros eficiência de ruminação (%MS e %FDN), tempo de mastigação total, número de bolos ruminais diários, número de mastigações meréricas por dia, número de mastigações meréricas por bolo e tempo de mastigações meréricas por bolo. (P>0,05). Não foram observadas também diferenças nas médias de inclusão e médias de tratamento químico ou não do co-produto de caju, com exceção do número de mastigações meréricas por dia (MMnd).

O nível de inclusão de 16% CCNTU (366,40) proporcionou uma melhor eficiência de alimentação quando comparado ao mesmo nível de inclusão do CCTU (307,64) e foi superior aos demais níveis de inclusão CCNTU. Os tratamentos que continham 11 e 16% de co-produto de caju promoveram uma melhor eficiência de alimentação em relação aos níveis de inclusão de 6 e 21%. Isto provavelmente ocorreu em virtude desses níveis (11 e 16%) terem apresentado um menor tempo de alimentação, já que foi detectada alta correlação negativa entre o tempo de alimentação e a eficiência de alimentação ($r = -0,8512$; P<0,0001).

Para o número de mastigações meréricas por dia (MMnd) observou-se maior média quando foi ofertado o CCTU (20.947) em relação a dieta contendo CCNTU (20.201). Isto pode ter ocorrido devido ao maior valor de FDN e FDA presente nas dietas contendo co-produto de caju tratado com uréia. O nível de inclusão de 16% apresentou maior média de MMnd (25.013), seguido pelo nível 11% (23.534), o qual foi superior ao nível de inclusão 6% (21.091). Menor valor de mastigações meréricas por dia foi observado no nível 21% (12.660). De acordo com Carvalho et al (2006) o incremento da quantidade de fibra nas dietas estimula a atividade mastigatória dos animais. Isto pode ter sido a razão para o aumento do número de mastigações meréricas no nível 16%. Já a redução do MMnd no nível 21% de co-produto de caju pode ter ocorrido devido ao aumento do teor de lignina da dieta.

Muito embora não tenha havido diferenças significativas entre os percentuais relativos aos tempos de ruminação (Tabela 2), houve diferenças quanto ao número de mastigações meréricas diárias denotando que muito provavelmente houve maior necessidade de

remastigações para as dietas que incluíram 16% do co-produto de caju em relação aos demais níveis aqui avaliados.

De acordo com Fischer et al. (1998), os períodos gastos com a ingestão de alimentos são intercalados com um ou mais períodos de ruminação ou de ócio. O tempo gasto em ruminação é mais prolongado à noite, mas os períodos de ruminação são ritmados também pelo fornecimento de alimento. No entanto, existem diferenças entre indivíduos quanto à duração e à repartição das atividades de ingestão e ruminação, que parecem estar relacionadas ao apetite dos animais, a diferenças anatômicas e ao suprimento das exigências energéticas ou repleção ruminal, influenciadas pela relação volumoso:concentrado. Esses aspectos podem explicar em parte os dados aqui encontrados.

Tabela 3. Médias de eficiência de ingestão, eficiência de ruminação (ERU) em gramas de MS/hora e gramas de FDN/hora, do tempo de mastigação total (TMT em horas/dia), do número de bolos ruminais diários (BOL), do número de mastigações meréricas por dia (MMnd), das mastigações meréricas por bolo (MMnb) e do tempo de mastigações meréricas por bolo (MMtb em segundos/bolo) conforme os tratamentos experimentais.

Eficiência de Ingestão (gramas de MS/hora) (CV=21,50%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	213,14 ^{Ab}	245,18 ^{Ab}	366,40 ^{Aa}	201,23 ^{Ab}	256,49 ^A
Tratado com Uréia	197,56 ^{Aa}	307,64 ^{Aa}	230,57 ^{Ba}	202,50 ^{Aa}	234,57 ^A
Médias	205,35 ^b	276,41 ^a	298,49 ^a	201,86 ^b	
Eficiência de Ruminação (gramas de MS/hora) (CV=20,03%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	152,04 ^{Aa}	154,79 ^{Aa}	168,01 ^{Aa}	194,62 ^{Aa}	167,37 ^A
Tratado com Uréia	177,62 ^{Aa}	185,01 ^{Aa}	156,61 ^{Aa}	141,01 ^{Aa}	165,06 ^A
Médias	164,83 ^a	169,90 ^a	162,31 ^a	167,81 ^a	
Eficiência de Ruminação (gramas de FDN/hora) (CV=20,21%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	78,98 ^{Aa}	79,84 ^{Aa}	87,39 ^{Aa}	97,53 ^{Aa}	85,93 ^A
Tratado com Uréia	99,17 ^{Aa}	107,23 ^{Aa}	95,81 ^{Aa}	93,52 ^{Aa}	98,93 ^A
Médias	89,08 ^a	93,53 ^a	91,60 ^a	95,53 ^a	
Tempo de Mastigação Total (horas/dia) (CV=12,98%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	10,64 ^{Aa}	10,83 ^{Aa}	10,75 ^{Aa}	9,53 ^{Aa}	10,58 ^A
Tratado com Uréia	10,83 ^{Aa}	10,61 ^{Aa}	11,83 ^{Aa}	11,94 ^{Aa}	11,31 ^A
Médias	10,74 ^a	10,68 ^a	10,68 ^a	11,67 ^a	
Número de Bolos Ruminais Diários (número/dia) (CV=26,49%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	554,77 ^{Aa}	579,62 ^{Aa}	590,06 ^{Aa}	393,22 ^{Aa}	529,42 ^A
Tratado com Uréia	560,57 ^{Aa}	580,11 ^{Aa}	614,05 ^{Aa}	210,59 ^{Ab}	491,33 ^A
Médias	557,67 ^a	579,87 ^a	602,05 ^a	301,90 ^b	
Número de Mastigações Meréricas por Dia (número/dia) (CV=26,79%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias

	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	21.884 ^{Aa}	24.093 ^{Ab}	23.465 ^{Ac}	11.364 ^{Ad}	20.201 ^B
Tratado com Uréia	20.298 ^{Ba}	22.975 ^{Bb}	26.561 ^{Bc}	13.956 ^{Bd}	20.947 ^A
Médias	21.091 ^c	23.534 ^b	25.013 ^a	12.660 ^d	
Número de Mastigações Merílicas por Bolo (número/bolo) (CV=17,84%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	57,93 ^{Aa}	62,59 ^{Aa}	58,96 ^{Aa}	57,78 ^{Aa}	59,32 ^A
Tratado com Uréia	61,37 ^{Aa}	64,48 ^{Aa}	61,74 ^{Aa}	66,03 ^{Aa}	63,41 ^A
Médias	59,65 ^a	63,54 ^a	60,35 ^a	61,91 ^a	
Tempo de Mastigações Merílicas por Bolo (segundos/bolo) (CV=14,08%)					
Tratamento Químico	Níveis de inclusão do co-produto de caju				Médias
	6%	11%	16%	21%	
Não Tratado com Uréia	41,78 ^{Aa}	42,63 ^{Aa}	40,37 ^{Aa}	41,15 ^{Aa}	41,48 ^A
Tratado com Uréia	42,48 ^{Aa}	42,44 ^{Aa}	40,04 ^{Aa}	41,44 ^{Aa}	41,60 ^A
Médias	42,13 ^a	42,54 ^a	40,23 ^a	41,30 ^a	

¹Médias com letras iguais na mesma linha não diferem significativamente pelo teste SNK (P>0,05)

² Médias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística SNK (P>0,05)

Alta correlação foi obtida entre a eficiência de ruminação e o consumo de celulose em gramas/dia ($r = 0,7394$; $P < 0,0001$) e entre a eficiência de ruminação e o consumo de celulose em gramas/UTM ($r = 0,7106$; $P < 0,0001$). Observou-se também, alta correlação entre o número de bolos ruminiais diários e o número de mastigações merílicas por dia ($r = 0,8618$; $P < 0,0001$)

A análise de regressão revelou efeito cúbico da inclusão do co-produto de caju não tratado com uréia sobre a eficiência de ingestão (Figura 1)

$$EI = -0,500767X^3 + 18,3091X^2 - 193,177X + 821,242$$

EI = Eficiência de ingestão

X = Nível de inclusão do co-produto de caju não tratado com uréia

Resolvendo $dy/dx = 0$, observou-se que no nível 7,80% houve uma leve ascendência até o nível 14,52%, quando observou-se uma queda brusca na eficiência de alimentação até o nível máximo de inclusão do CCTU. Provavelmente isto ocorreu devido ao aumento do teor de FDN e FDA provocado pelo aumento do nível de inclusão, o que elevou também o teor de lignina presente na dieta.

Figura 1. Eficiência de ingestão em função dos níveis de inclusão do co-produto de caju não tratado com ureia em dietas para ovinos

4. CONCLUSÕES

A inclusão do co-produto de caju amonizado com uréia não aumenta os tempos despendidos com ingestão, ruminação, ócio e outras atividades.

Os níveis de inclusão e amonização ou não do co-produto de caju não aumentam a eficiência de ruminação (%MS e %FDN), tempo de mastigação total, número de bolos ruminais diários, número de mastigações meréricas por bolo e tempo de mastigações meréricas por bolo. A amonização do co-produto de caju aumenta as mastigações meréricas por dia (MMnd).

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, G.G.P; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e resíduos agroindustriais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1805-1812, 2006.

COSTA, J. B. Efeito da inclusão do co-produto de caju (*Anacardium occidentale*, L.), submetido a diferentes graus de moagem, em dietas para cordeiros em terminação sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes. Fortaleza: UFC, 2008. 77p. Dissertação (Mestrado)

DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of challenged with rumen fill from dietary

fiber or inert bulk. *Journal of Dairy Science*, v.78, p.118- 133. 1995.

DOMINGUE, B.M., DELLOW, D.W., BARRY, T.N. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheep. *Brittish Journal of Nutrition*, v.65, n.3, p.355-363, 1991.

FISCHER, V., DESWYSEN, A.G., DÈSPRES, L. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.362-369, 1998.

JOHNSON, T.R., COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polythylene glicol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. Análises estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301p.

SAMPAIO, I. B. M. Estatística aplicada à experimentação animal. 2.ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 1994. 476p.