

FERNANDO YÚRI BRANDÃO FERNANDES

**FRACIONAMENTO DE COMPOSTOS NITROGENADOS E CARBOIDRATOS DE  
FOLHAS DE PINDOBA DE BABAÇU DESIDRATADAS OU EMURCHECIDAS E  
AMONIZADAS COM UREIA**

TERESINA, 2018

FERNANDO YÚRI BRANDÃO FERNANDES

**FRACIONAMENTO DE CARBOIDRATOS E COMPOSTOS NITROGENADOS DE  
FOLHAS DE PINDOBA DE BABAÇU DESIDRATADAS OU EMURCHECIDAS E  
AMONIZADAS COM UREIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Área de Concentração: Produção Animal.

Orientador: Arnaud Azevêdo Alves

TERESINA, 2018

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processamento Técnico

**F363f** Fernandes, Fernando Yúri Brandão

Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçú desidratadas ou umurchedidas e amonizadas com ureia.  
/ Fernando Yúri Brandão Fernandes - 2018.

32 f. : il.

Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Teresina, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves

1. Animais – Nutrição 2.Composição química 3 .Dose de ureia 4.  
*Orbignya phalerata* 5.Tempo de amonização 6.Umidade de forragem  
I.Título


**CDD 636.085 2**


**FRACIONAMENTO DE COMPOSTOS NITROGENADOS E CARBOIDRATOS  
DE FOLHAS DE PINDOBA DE BABAÇU DESIDRATADAS OU  
EMURCHECIDAS E AMONIZADAS COM UREIA**

**FERNANDO YURI BRANDÃO FERNANDES**

**Dissertação aprovada em: 09/03/2017**

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Arnaud Azevedo Alves (Presidente)**  
**DZO/CCA/UFPI**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Vânia Rodrigues Vasconcelos (Examinadora Interna)**  
**DZO/CCA/UFPI**

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Miguel Arcanjo Moreira Filho (Examinador Externo)**  
**CCAA/UFMA**

A *Deus* por ter em sua criação fonte de sonhos  
a nós pesquisadores;

Aos meus pais *Carlos Alberto Fernandes* e  
*Silvia Maria Brandão Fernandes*, por amor e  
dedicação;

Aos irmãos *Pablo Brandão Fernandes* e *Silvia*  
*Raisa Brandão Fernandes*, por  
companheirismo;

À *Wanda Daiane* por seu apoio e  
compreensão;

A todos os amigos envolvidos nesta jornada  
pela amizade, carinho e confiança.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A *DEUS*, primeiramente, que me iluminou, me capacitou, e me deu forças, perseverança e entusiasmo para chegar até aqui e sempre está comigo, em todos os momentos de minha vida;

À *Universidade Federal do Piauí*, pela oportunidade de me formar em Medicina Veterinária, e ingressar no curso de Mestrado em Ciência Animal, proporcionando-me compartilhar de momentos maravilhosos junto a todos que dela participam, sejam estudantes, professores ou servidores;

À *CAPES*, pela concessão da Bolsa de Mestrado, o que me fez dedicar mais tempo aos estudos e à condução do experimento para elaboração da Dissertação;

Ao *Departamento de Zootecnia*, por meio do professor *Daniel Louçana*, sempre resiliente a soluções dos problemas enfrentados neste trabalho;

Ao professor *Arnaud Azevêdo Alves* pela amizade, compreensão e paciência ao longo desta jornada;

A professora *Vânia Rodrigues Vasconcelos* pela amizade, pelo incentivo e apoio a minha formação como pesquisador;

Ao amigo *Miguel Arcanjo Moreira Filho* pela amizade, pela ajuda e todo aprendizado aos tempos de Pibic até este projeto que se finda;

A *Antonia Lediana* pela orientação no dia-a-dia da vida acadêmica;

Aos amigos *Jandson Vieira* e *Rose Moura* pela disposição de estarem sempre serem solícitos nas horas mais adversas;

Aos Amigos *Manoel Carvalho* e *Lindomar Uchôa* pelas inúmeras horas despendidas em conversas fazendo trabalho ser menos árduo;

A amiga *Andressia Ferreira* presente em toda execução do projeto;

Aos pibics, *Abel Rodrigues* e *Guilherme Wallan* pela ajuda quando requerida;

A todos os amigos conhecedores deste projeto, pelo apoio a resolução das atividades envolvidas.

Muito obrigado!

“O Senhor é meu Pastor; nada me faltará”.

**(Salmo 23, 1)**

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
1 INTRODUÇÃO .....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1 Feno de pindoba de babaçu amonizado na alimentação de ruminantes.....	11
2.2 Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados pelo sistema CNCPS.....	12
CAPÍTULO 1 – A amonização melhora as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu sob condições tropicais .....	14
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2 .....	31



## 1 INTRODUÇÃO

A forma jovem da palmeira babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.), vulgarmente denominada pindoba, está presente em áreas de pastagem no Meio-Norte do Brasil. A pindoba é uma fonte alternativa de volumoso para ruminantes, nos períodos com baixa oferta de forragem, no entanto apresenta baixo valor nutritivo, com 70,55% de fibra em detergente neutro e 48,38% de fibra em detergente ácido, valores considerados elevados (MOREIRA FILHO; OLIVEIRA, 2008).

A pindoba possui 12,85% de PB, podendo suprir as exigências de manutenção de ruminantes, porém parte desta proteína está ligada à fibra, o que a torna lentamente disponível e potencialmente indisponível aos microrganismos do ambiente ruminal (MOREIRA FILHO; OLIVEIRA, 2008).

Algumas forragens são submetidas a tratamentos químicos, entre os quais a amonização, adotada como alternativa para melhorar o valor nutritivo (PIRES et al., 2010; MOREIRA et al., 2016). O tratamento com ureia resulta em alteração na composição química da forragem (MURTA et al., 2011). Em pesquisa sobre valor nutritivo da pindoba de babaçu amonizada, Moreira et al. (2016), afirmam que em dietas com até 70% de volumoso o feno de pindoba de babaçu amonizado com 4% de ureia atende às exigências de animais em manutenção.

A amonização consiste em dois processos na massa da forragem tratada, ureólise, uma reação enzimática que, na presença de urease produzida pelas bactérias ureolíticas em condições ideais de umidade transforma a ureia em amônia e esta gera efeitos na parede celular da forragem; hidrólise alcalina, resultante da reação do hidróxido de amônia, uma base fraca resultante da alta afinidade da ureia em reagir com a água, e as ligações ésteres entre os carboidratos estruturais (ROSA e FADEL, 2001).

A principal modificação na fração fibrosa do volumoso tratado é a solubilização da hemicelulose e alteração do complexo lignocelulósico, com consequente redução do teor de fibra em detergente neutro (RIBEIRO et al., 2010). Também se verifica aumento nos teores dos compostos nitrogenados devido à natureza da ureia, como fonte de nitrogênio. A amônia possui 82% de N e a ureia 46,5% de N (SUNDSTOL, 1984). As formas de N incorporadas à forragem com importância nutricional são o N solúvel em água, N amoniacal, N retido na fração fibra insolúvel em detergente ácido e N retido na fração fibra insolúvel em detergente neutro (SNIFFEN et al., 1992).

Há maior eficiência do tratamento com ureia quando se utiliza volumosos com 30% de umidade. Em geral, fenos, palhadas e restolhos de culturas de baixa qualidade possuem teor de umidade médio 10%. Assim, é necessária a adição de água suficiente para elevar este teor a 30%, e a ureia será dissolvida nesta quantidade de água (GOBBI et al., 2005).

O período necessário para eficiente uso da ureia varia com a época do ano em que o material for amonizado, mas em geral esse período não é padronizado e distinguindo de acordo com a quantidade de ureia aplicada e necessidade de cada material para eficiente amonização. A quantidade de ureia aplicada pode variar de 2 a 8% com base na MS, para eficiente tratamento de volumosos (GOBBI et al., 2005; GOMES et al., 2009).

Ao tratar feno de pindoba de babaçu submetidos a tratamentos alcalinos, Garcez et al. (2014) obtiveram fração potencialmente degradável (b) e degradação potencial (DP) da MS altas em relação ao feno tratado com 2 e 6% de ureia, e maiores valores de degradação da PB para o feno com tratamentos alcalinos, com maiores valores para os tratamentos com amonização com ureia. Diante do exposto, é interessante mais pesquisas sobre valor nutritivo da pindoba de babaçu nas concentrações 2 a 6% de ureia e em diferentes períodos de dias de amonização.

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou emurchecidas, segundo o tempo de tratamento por amonização com ureia.

Esta dissertação apresenta-se estruturada em Introdução e Referencial Teórico, redigidos segundo as normas do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí e um capítulo: A amonização melhora as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu sob condições tropicais, elaborado como artigo científico, redigido de acordo com as normas editoriais do periódico *Tropical Animal Health and Production*, ao qual será submetido para publicação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Feno de pindoba de babaçu amonizado na alimentação de ruminantes

Em períodos de escassez de forragens, há redução no potencial produtivo dos rebanhos ruminantes, devido à falta de alimentos, onde o suprimento das necessidades pode ser contornado utilizando-se plantas jovens de babaçu (GARCEZ et al., 2014) (*Orbignya phalerata* Mart.), conhecidas vulgarmente como “pindobas”.

Para melhorar o valor nutritivo desse volumoso, se tem adotado a amonização, com elevação da PB e disponibilidade de NNP para os micro-organismos ruminais, além de redução das barreiras físicas e químicas da parede celular à degradação, com melhoria na digestibilidade e consumo de MS, favoráveis ao desempenho dos animais (CARVALHO et al., 2006; ZANINE et al., 2007; PINHEIRO et al., 2009).

A pindoba de babaçu apresenta baixo valor nutritivo, com composição química com 70,55% de fibra em detergente neutro e 48,38% de fibra em detergente ácido, valores considerados elevados, o que leva classificá-la como volumoso de baixa qualidade (MOREIRA FILHO; OLIVEIRA, 2008). A pindoba possui 12,85% de PB, podendo suprir as exigências de manutenção de ruminantes, porém parte desta proteína está ligada à fibra, o que a torna lentamente disponível e potencialmente indisponível aos microrganismos do ambiente ruminal (MOREIRA FILHO; OLIVEIRA, 2008).

A amonização é o tratamento químico com agentes alcalinos à base de amônia, utilizado na melhoria de alimentos volumosos (CARVALHO et al., 2006). O método consiste da utilização de ureia ou amônia anidra e apresenta como vantagens a fácil aplicação; não polui o ambiente; possui efeitos bacteriostático e antifúngico, importante à preservação das forragens, mantendo a qualidade das mesmas; fornece NNP e provoca decréscimo na proporção da parede celular, por solubilização da hemicelulose, com incremento da digestibilidade. A ureia é o agente alcalino mais utilizado na amonização, por ser de fácil aquisição, representar menos risco de intoxicação aos humanos e ser menos onerosa em relação aos demais agentes alcalinizantes (CARVALHO et al., 2006).

A eficiência de tratamentos químicos com agentes alcalinos foi verificada por Garcez et al. (2014), que observaram melhora na composição química do feno de folíolos de pindoba de babaçu com redução nos teores de hemicelulose, lignina e N insolúvel e incremento no teor de

PB. Entretanto, nem sempre há aumento na digestibilidade e consumo de forragens com a amonização, o que pode estar relacionado ao método de amonização adotado, à qualidade do material tratado, à umidade do material, ao tempo de amonização e às condições ambientais. Ao avaliarem feno de pindoba de babaçu com 4% de ureia, Moreira et al. (2016), afirmam que o feno amonizado diminui o consumo de MS e nutrientes, mas supre exigências de caprinos em manutenção.

Há maior eficiência do tratamento com ureia quando se utiliza volumosos com 30% de umidade. Em geral, fenos, palhadas e restolhos de culturas de baixa qualidade possuem teor de umidade médio 10%. Assim, é necessária a adição de água suficiente para elevar este teor a 30%, e a ureia será dissolvida nesta quantidade de água (GOBBI et al., 2005; GOMES et al., 2009).

O período necessário para eficiente hidrólise da ureia varia com a época do ano em que o material for amonizado, mas em geral esse período não é padronizado e varia de acordo com a quantidade de ureia aplicada e necessidade de cada material para eficiente amonização. A quantidade de ureia aplicada pode variar de 4 a 8%. Com base na MS, para eficiente tratamento de volumosos (GOBBI et al., 2005; GOMES et al., 2009). Garcez et al. (2014) aplicaram 2 a 6 % de ureia ao feno de pindoba de babaçu, com melhoria na degradação da MS e fibra, com destaque para a amonização com 4% de ureia.

A qualidade do material também exerce influência na resposta à amonização. Normalmente, forragens de menor valor nutritivo apresentam melhores respostas que forragens de melhor qualidade, o que pode estar relacionado à maior proporção de parede celular com mais ligações lignocelulósicas nas forragens de baixo valor nutricional (RIBEIRO et al., 2009).

## **2.2 Fracionamento de carboidratos e compostos nitrogenados pelo sistema CNCPS**

O sistema CNCPS – Cornell Net Carbohydrate and Protein System foi criado na Universidade de Cornell, nos EUA por uma equipe de pesquisadores da mesma instituição. Por esse sistema é possível avaliar a dieta e por meio de modelos matemáticos simular os efeitos de ingestão de alimentos, fermentação ruminal, estimar as taxas de fermentação ruminal, maximizar a sincronização carboidrato e proteína no rúmen, digestão intestinal, absorção e metabolismo sobre a utilização dos nutrientes (SILVA e SILVA, 2013).

O fracionamento pelo sistema CNCPS tem o objetivo de melhorar os modelos de predição de resposta do animal e reduzir as perdas energéticas e nitrogenadas decorrentes da

fermentação ruminal pela melhor formulação de dietas visando maximizar a sincronização da degradação entre nitrogênio e proteína no rúmen, e assim tem-se a redução das perdas no meio ambiente (SNIFFEN et al., 1992).

O fracionamento dos alimentos é importante para melhor caracteriza-los, a fração proteica dos alimentos pode ser fracionada em fração A, que é a porção solúvel – nitrogênio não proteico – NNP; B1 – fração solúvel rapidamente degradável no rúmen; B2 – fração insolúvel com degradação intermediária no rúmen; B3 – fração insolúvel lentamente degradada no rúmen e C – fração indigestível. Já os carboidratos possuem as frações A – açúcares solúveis com rápida degradação ruminal; B1 – fração de degradação intermediária (amido e pectina); B2 – fração potencialmente degradável e fração C indigestível que está ligada a FDA (SNIFFEN et al., 1992).

Pelos valores das frações de carboidratos e proteínas e suas taxas de degradação pode-se computar a quantidade de nutrientes disponíveis para o animal e assim, pode-se dar suporte à fermentação ruminal para cada grupo de micro-organismos (ANDRADE et al., 2010).

Os micro-organismos são classificados em dois grupos, os que fermentam carboidratos não fibrosos e os que fermentam carboidratos fibrosos. Os micro-organismos que utilizam CNF utilizam amônia, peptídeos e aminoácidos como fonte de nitrogênio e produzem amônia, isso faz com que tenha rápido crescimento microbiano, já os que fermentam CF utilizam somente amônia como fonte de nitrogênio (RUSSEL et al., 1992).

Ao analisarem as frações de carboidratos e proteínas de diferentes forrageiras nativas, como a algaroba (*Prosopis juliflora*), canafístula (*Pithecellobium multiflorum*), flor de seda (*Calotropis procera*), sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), dentre outras, Pereira et al (2010), concluíram que o percentual da fração C na canafístula e no juazeiro, em virtude da fração B2 dos carboidratos acarretaram maior repleção ruminal e diminuição da disponibilidade energética, por sua característica de indigestibilidade ao longo do trato gastrointestinal, quando da inclusão de elevadas proporções destas espécies forrageira em rações para ruminantes. Quanto às frações de nitrogênio, as maiores proporções do nitrogênio nas frações A e B2 e assim, disponibilizando nitrogênio para as bactérias fermentadoras de carboidratos fibrosos.

## CAPÍTULO 1

### A AMONIZAÇÃO MELHORA AS FRAÇÕES DE CARBOIDRATOS E COMPOSTOS NITROGENADOS DE FOLHAS DE PINDOBA DE BABAÇU SOB CONDIÇÕES TROPICAIS

FERNANDES, Fernando Yuri Brandão<sup>1\*</sup>, ALVES, Arnaud Azêvedo<sup>1</sup>, Colaboradores...

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Teresina, PI. Telefone (+55) 3215-5750. \*E-mail: fernandyuri@gmail.com

**Resumo** – Avaliou-se as frações de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou emurchecidas, segundo o tempo de tratamento por amonização com ureia sob condições tropicais. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial (2 x 4 x 3), sendo as folhas da pindoba de babaçu desidratadas (80,2% MS) e emurchecidas (37,1% MS) submetidas a 3 (três) doses de ureia na amonização (2, 4 e 6 % de ureia, com base na MS), durante 3 (três) tempos de tratamento por amonização (15, 25 e 35 dias) e a testemunha, com 4 (quatro) repetições por tratamento. Os maiores teores de MS, PB, FDAcp, celulose, NIDN e NIDA foram observados para as folhas de pindoba de babaçu desidratadas em relação às folhas emurchecidas, independente das doses de ureia e tempo de amonização. As folhas desidratadas apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) proporção das frações nitrogenadas A, B1, B2 e C e das frações de carboidratos A + B1 e menor da fração B2 em relação às folhas emurchecidas, independente das doses de ureia e do tempo de tratamento. Houve efeito linear ( $P < 0,05$ ) negativo das doses de ureia na amonização para FDNcp, FDAcp e celulose e positivo para PB, NIDN e NIDA, independente do teor de MS das folhas e do tempo de tratamento. Houve aumento dos teores de lignina e NIDN e da proporção da fração C dos carboidratos com o aumento no período de tratamento por amonização, independente do teor de MS das folhas. A amonização de folhas de pindoba de babaçu desidratadas até 20% de matéria seca, visando maior disponibilidade de compostos nitrogenados associados a carboidratos solúveis, com menor proporção de nitrogênio associado à fibra (NIDN), é recomendável com o uso de ureia na dose até 6%, com base na matéria seca, por um período de tratamento de até 15 dias.

**Palavras-chave:** composição química, dose de ureia, *Orbignya phalerata*, tempo de amonização, umidade da forragem.

### 33 **Introdução**

34 As folhas de palmeiras, como a pindoba de babaçu, são uma alternativa promissora para  
35 utilização como fonte de fibra e energia em dietas para ruminantes, devido à estabilidade de  
36 oferta como forragem verde ao longo do ano (Moreira et al., 2016). No entanto, a pindoba de  
37 babaçu é um volumoso de baixa qualidade, segundo Moreira Filho e Oliveira (2008), devido  
38 ao elevado teor de fibra em sua composição química (70,55% de FDN e 48,38% de FDA). A  
39 amonização com ureia é uma tecnologia de fácil adoção e baixo custo para melhoria do valor  
40 nutritivo de forragens (Garcez et al., 2014).

41 A celulose e a hemicelulose estão associadas à lignina na parede celular dos vegetais, o  
42 que reduz a eficiência de hidrólise dessas frações da fibra, por dificultar o acesso dos  
43 microrganismos do ambiente do rúmen aos mesmos. O tratamento químico por amonização  
44 provoca decréscimo na proporção da parede celular, por solubilização da hemicelulose e  
45 quebra de ligações lignocelulósicas, além de fornecer nitrogênio não protéico para a síntese de  
46 proteína microbiana (Moreira Filho et al., 2013).

47 A amonização de volumosos com ureia depende do teor de umidade da forragem para  
48 ação hidrolítica da amônia, o que tem levado à solubilização da ureia em água suficiente para  
49 manter o teor de umidade da forragem próximo a 30%. Em regiões com limitação de água é  
50 necessário se buscar tecnologias que aproveitem a própria umidade natural do material para  
51 viabilização da amonização com ureia.

52 O valor energético e proteico dos alimentos depende dos constituintes químicos e,  
53 principalmente, das frações de carboidratos e compostos nitrogenados (Sniffen et al., 1992), o  
54 que determina o potencial de disponibilização de substratos para a síntese proteica microbiana  
55 no rúmen associada à disponibilidade de energia aos ruminantes. Assim, esta pesquisa foi  
56 realizada com o objetivo de se caracterizar as frações de carboidratos e compostos  
57 nitrogenados da pindoba de babaçu desidratada ou emurhecida e amonizada com ureia,

58 considerando-se ainda o tempo necessário para reatividade da amônia na hidrólise da parede  
59 celular da forragem sob condição tropical.

## 60 **Material e Métodos**

61 As folhas das pindobas de babaçu, plantas jovens de babaçu com até 2 metros de altura  
62 foram colhidas com auxílio de facão, em área de sucessão secundária do Setor de  
63 Caprinocultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal do Piauí  
64 (UFPI), em Teresina-PI, localizado na latitude 05°05'21" Sul, longitude 42°48'07" Oeste e  
65 altitude 74,4 m. Foi adotado o protocolo ético da pesquisa aprovado pela Comissão de Ética  
66 no Uso de Animais (CEUA) da UFPI, Resolução N° 879/08 do Conselho Nacional de  
67 Controle de Experimentação Animal (CONCEA). O descarte de resíduos de análises no  
68 Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFPI seguiu os preceitos do Conselho Nacional do  
69 Meio Ambiente (CONAMA).

70 As folhas foram trituradas em máquina forrageira a partículas com 2 a 3 cm e  
71 submetidas a dois processos para redução da umidade antes da amonização com ureia, à  
72 desidratação, com 80,2% de matéria seca, e ao emurhecimento, com 37,1% de matéria seca.  
73 A ureia foi diluída em água e a solução aspergida sobre a forragem desidratada, em  
74 quantidade suficiente para aumentar o teor de matéria seca do material amonizado a 30%. A  
75 forragem emurhecida foi amonizada com a ureia em estado sólido distribuída uniformemente  
76 sobre a forragem, a qual se encontrava com 30% de umidade. Nos dois processos foram  
77 utilizadas três concentrações de ureia, 2; 4 e 6%, com base na matéria seca. Em seguida, cada  
78 parcela foi acondicionada em sacos de polietileno preto, resultando em quatro repetições por  
79 tratamento. A amonização foi realizada em três tempos de tratamento, 15; 25 e 35 dias.

80 Decorridos os tempos de tratamento por amonização, os sacos foram mantidos abertos  
81 por 48 horas para aeração da forragem, visando eliminação do excesso da amônia que não  
82 reagiu com a forragem. Após a aeração, foram coletadas amostras da forragem amonizada,



83 acondicionadas em bandejas de alumínio, pesadas e pré-secas em estufa com ventilação  
84 forçada de ar a  $55\pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 72 horas. Em seguida, foram moídas em moinho tipo *Willey*, a  
85 partículas de 2 mm, e armazenadas em sacos plásticos para posteriores análises (Detmann et  
86 al., 2012).

87         Analisou-se a composição química das amostras quanto aos de teores de MS e, com  
88 base na MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinza, segundo metodologias da AOAC  
89 (2012). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN<sub>cp</sub>) e fibra em detergente ácido (FDA<sub>cp</sub>)  
90 corrigidos para cinza e proteína e o teor de lignina (LIG) foram obtidos pelo método de Van  
91 Soest; Robertson; Lewis (1991). Com base no N total, foram obtidos os teores de nitrogênio  
92 insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA),  
93 conforme descrito por Licitra; Hernandez; Van Soest (1996).

94         Para o fracionamento dos carboidratos, foram determinados os teores de proteína bruta  
95 (PB), fibra em detergente neutro corrigida para cinza (FDN<sub>cp</sub>), extrato etéreo (EE) e cinza. De  
96 acordo com as taxas de degradação no rúmen, foram determinadas a fração A, composta por  
97 açúcares solúveis prontamente degradados e que apresentam taxa de degradação 250 a  
98 500%/h; a fração B<sub>1</sub>, que compreende os carboidratos não fibrosos (amido e pectina), com  
99 fermentação intermediária, de 30 a 70%/h; a fração B<sub>2</sub>, correspondente aos carboidratos  
100 fibrosos, celulose e hemicelulose, com lenta taxa de degradação (3 a 20%/h), e a fração C,  
101 formada pela porção indegradável dos constituintes fibrosos da parede celular vegetal,  
102 principalmente lignina. As frações B<sub>2</sub> e C, representam, respectivamente, a fibra  
103 potencialmente degradável e a indisponível.

104         Segundo o sistema CNCPS, os carboidratos não fibrosos, ou fração A+B<sub>1</sub>, foram  
105 estimados pela fórmula  $\text{CNF} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinza})$  (Sniffen et al., 1992). A fração  
106 C foi estimada por multiplicação do teor de lignina pelo fator 2,4. O teor de lignina foi obtido  
107 pela hidrólise do resíduo da fibra em detergente ácido, em ácido sulfúrico 72% (VAN

108 SOEST; ROBERTSON; LEWIS, 1991). A fibra disponível (fração B<sub>2</sub>) foi obtida como FDNp  
109 – Fração C (Cabral et al., 2004).

110 Quando do fracionamento dos compostos nitrogenados, a fração A, que representa os  
111 compostos nitrogenados de natureza não proteica (NNP) instantaneamente solubilizados, cuja  
112 taxa de degradação tende ao infinito, foi determinada como a proporção da proteína solúvel  
113 em solução de tampão borato-fosfato que não precipita em ácido tricloroacético (TCA), obtida  
114 pela diferença entre o Nitrogênio total e o Nitrogênio insolúvel em ácido tricloroacético  
115 (TCA). Foram diluídos 0,5 gramas da amostra com 50 ml de água destilada, deixando-se em  
116 repouso por 30 minutos, adicionando-se em seguida 10 ml de ácido tricloroacético (TCA) a  
117 10%, permanecendo em repouso por 30 minutos. O resíduo foi filtrado em papel filtro  
118 (Whatman, nº 54), lavado com água e determinado o Nitrogênio residual pelo método de  
119 Kjeldahl (Licitra, Hernandez, Van Soest, 1996).

120 O Nitrogênio insolúvel total foi determinado a partir do tratamento de 0,5 gramas da  
121 amostra com tampão borato-fosfato ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  a 12,2 g/L +  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  a 8,91g/L +  
122 100 mL/L de álcool butílico terciário) durante 3 horas. O N residual foi obtido após filtragem  
123 em papel filtro (Whatman, nº 54) pelo método de Kjeldahl. A fração B<sub>1</sub>, representa a fração  
124 da proteína solúvel em tampão borato-fosfato e precipitável em TCA, é rapidamente  
125 degradada no rúmen. Por diferença entre o Nitrogênio total e o Nitrogênio insolúvel total, foi  
126 obtido o Nitrogênio solúvel total (NNP + proteína solúvel), e desta foi subtraída a fração A  
127 para obtenção da fração B<sub>1</sub> (proteína solúvel). A fração B<sub>3</sub> foi calculada como a diferença  
128 entre a fração da proteína recuperada no resíduo insolúvel em detergente neutro (FDN) e a  
129 recuperada no resíduo insolúvel em detergente ácido (FDA). Essa fração representa a proteína  
130 potencialmente degradável associada à parede celular vegetal e lentamente degradada no  
131 rúmen. A fração C foi obtida como o Nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), e a

132 fração B<sub>2</sub>, pela diferença entre o Nitrogênio total e a soma das frações A, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub> e C (Licitra;  
133 Hernandez; Van Soest, 1996).

134 Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 x 3,  
135 sendo dois processos de secagem da forragem (desidratação e emurhecimento), três doses de  
136 ureia na amonização (2; 4 e 6% de ureia, em % da MS) e três tempos de amonização (15; 25 e  
137 35 dias), além da testemunha (material não amonizado), com 4 repetições por tratamento  
138 (sacos com forragem amonizada).

139 Adotou-se estatística descritiva para média e desvio padrão, pelo PROC MEANS do  
140 *Software SAS* (2002). Quando significativas para tipos de conservação (desidratada ou  
141 emurhecida), adotou-se teste de médias SNK, a 5% de significância. Quando houve efeito  
142 significativo para interação do tipo de material quanto ao processo de secagem (desidratado  
143 ou emurhecido), dose de ureia na amonização e tempo de amonização com ureia, foram  
144 obtidas equações de regressão pelo PROC REG do *Software SAS* (2002), a 5% de  
145 significância.

## 146 **Resultados**

147 As folhas de pindoba de babaçu desidratadas e amonizadas apresentaram maiores  
148 (P<0,05) teores de MS, PB, FDAcp, celulose, NIDN e NIDA (Tabela 1). Estes valores  
149 assemelham-se aos obtidos por Moreira et al. (2016) para folíolos de pindoba de babaçu, com  
150 teores de MS e PB de 85,39% e 17,35%, respectivamente.

151 Tabela 1. Composição química de folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou emurhecidas  
152 e amonizadas com ureia

Constituintes	Desidratada	Emurhecida	P	epm
Matéria seca	80,16 <sup>a*</sup>	37,09 <sup>b</sup>	< 0,0001	2,23

% na MS

Proteína bruta	13,69 <sup>a</sup>	13,32 <sup>b</sup>	< 0,0001	0,29
FDNcp	74,82 <sup>b</sup>	78,75 <sup>a</sup>	< 0,0001	0,33
FDAcP	52,99 <sup>a</sup>	51,42 <sup>b</sup>	0,0031	0,28
Hemicelulose	21,82 <sup>b</sup>	27,33 <sup>a</sup>	< 0,0001	0,45
Celulose	33,30 <sup>a</sup>	31,34 <sup>b</sup>	0,0015	0,34
Lignina	19,70	20,07	0,1555	0,22
<i>% do N total</i>				
NIDN	9,59 <sup>a</sup>	8,55 <sup>b</sup>	< 0,0001	0,16
NIDA	9,94 <sup>a</sup>	7,60 <sup>b</sup>	< 0,0001	0,32

153 \*Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a 5% de significância.

154 FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; FDAcp = Fibra em  
 155 detergente ácido corrigida para cinza e proteína; NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente  
 156 neutro; NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

157 A forragem desidratada apresentou maior ( $P < 0,05$ ) proporção das frações nitrogenadas  
 158 A, B1, B2 e C (Tabela 2), devido ao maior ( $P < 0,05$ ) valor proteico desta forragem (Tabela 1).

159 Tabela 2. Frações de carboidratos e compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu  
 160 desidratadas ou emurchecidas e amonizadas com ureia

Frações	Desidratada	Emurchecida	P	epm
<i>Frações de carboidratos</i>				
A + B1	3,69 <sup>a</sup>	2,85 <sup>b</sup>	0,0152	0,23
B2	27,55 <sup>b</sup>	30,57 <sup>a</sup>	0,0001	0,62
C	47,27	48,18	0,1565	0,52
<i>Frações de compostos nitrogenados</i>				

A	0,45 <sup>a*</sup>	0,16 <sup>b</sup>	< 0,0001	0,03
B1	1,57 <sup>a</sup>	1,37 <sup>b</sup>	< 0,0001	0,03
B2	0,29 <sup>a</sup>	0,22 <sup>b</sup>	0,0322	0,02
B3	0,20	0,32	0,0902	0,04
C	1,41 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	0,0003	0,05

161 \*Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste SNK a 5% de significância.

162 O aumento da dose de ureia na amonização das folhas de pindoba de babaçu  
 163 desidratadas ou emurhecidas resultou em redução linear ( $P < 0,05$ ) nos constituintes da parede  
 164 celular, representados por FDNcp, FDAcp e celulose, e incremento linear ( $P < 0,05$ ) nos  
 165 compostos nitrogenados, representados por PB, NIDN e NIDA (Tabela 3).

166 O aumento nas doses ureia para amonização das folhas de pindoba de babaçu  
 167 desidratadas ou emurhecidas resultou em efeito quadrático para as frações A e B1 (Tabela 3).

168 Tabela 3. Equações de regressão para composição química e frações de carboidratos e  
 169 compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou  
 170 emurhecidas, em função da dose de ureia na amonização

Parâmetro	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	P
<i>Composição química</i>			
Proteína bruta	$\hat{y} = 9,4237 + 0,8529x$	0,9941	< 0,0001
FDNcp <sup>1</sup>	$\hat{y} = 77,868 - 0,362x$	0,7945	0,0143
FDAcp <sup>2</sup>	$\hat{y} = 53,34 - 0,3836x$	0,8329	0,0016
Celulose	$\hat{y} = 34,052 - 0,5685x$	0,9527	0,0002
NIDN <sup>3</sup>	$\hat{y} = 7,6302 + 0,4747x$	0,9888	< 0,0001
NIDA <sup>4</sup>	$\hat{y} = 6,8474 + 0,6196x$	0,8813	< 0,0001
<i>Frações de carboidratos</i>			
A + B1	$\hat{y} = 5,2549 - 1,2869x + 0,1359x^2$	0,9664	0,0039
C	$\hat{y} = 31,578 - 0,8058x$	0,9727	0,0044
<i>Frações de compostos nitrogenados</i>			
A	$\hat{y} = 0,0978 + 0,0065x - 0,0133x^2$	0,9924	0,0099

B1	$\hat{y} = 1,2079 + 0,1745x - 0,0188x^2$	0,8963	0,0010
C	$\hat{y} = 0,9958 + 0,0907x$	0,8639	< 0,0001

171 <sup>1</sup>FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; <sup>2</sup>FDACP = Fibra em  
 172 detergente ácido corrigida para cinza e proteína; <sup>3</sup>NIDN = Nitrogênio insolúvel em detergente  
 173 neutro; <sup>4</sup>NIDA = Nitrogênio insolúvel em detergente ácido.

174 O aumento no tempo de amonização resultou em aumento linear (P<0,05) no teor de  
 175 lignina e NIDN e na fração C dos carboidratos das folhas de pindoba de babaçu desidratadas  
 176 ou emurchecidas e amonizadas com ureia (Tabela 4).

177 Tabela 4. Equações de regressão para constituintes químicos e fração de carboidratos de  
 178 folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou emurchecidas, em função do tempo de  
 179 amonização com ureia

	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	P
<i>Composição química</i>			
Lignina	$\hat{y} = 17,896 + 0,0796x$	0,9247	0,0025
NIDN	$\hat{y} = 8,2498 + 0,0327x$	0,8675	0,0124
<i>Fração de carboidratos</i>			
C	$\hat{y} = 42,951 + 0,191x$	0,9247	0,0025

180

181 Houve interação (P<0,05) dose de ureia x tempo de amonização para teor de MS das  
 182 folhas de pindoba de babaçu desidratadas ou emurchecidas (Tabela 5), com efeito quadrático  
 183 (P<0,05) das doses de ureia no teor de MS para a forragem desidratada e amonizada,  
 184 constatando-se, com menor (P<0,05) teor de MS quando da amonização com 3% de ureia.

185 O teor de MS das folhas de pindoba de babaçu emurchecidas e amonizadas por 15 dias  
 186 reduziu (P<0,05) até a dose 6% de ureia. Quando da amonização por 25 ou 35 dias, as doses  
 187 de ureia influenciaram de forma quadrática o teor de MS das folhas emurchecidas, com o  
 188 mínimo de MS quando da amonização com 4% de ureia (Tabela 5).

189

190 Tabela 5. Equações de regressão para teor de matéria seca de folhas de pindoba de babaçu  
 191 desidratadas ou emurchecidas, em função em função do tempo e dose de ureia na  
 192 amonização

Processamento	Tempo (dias)	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	P
Desidratada	15	$\hat{y} = 83,215 - 3,5588x + 0,5523x^2$	0,5789	
	25	$\hat{y} = 83,575 - 3,5228x + 0,6101x^2$	0,6448	0,0023
	35	$\hat{y} = 82,582 - 5,4097x + 0,879x^2$	0,7828	
Emurchecida	15	$\hat{y} = 38,011 - 0,2703x$	0,9901	
	25	$\hat{y} = 35,365 + 1,8665x - 0,2175x^2$	0,9900	0,0023
	35	$\hat{y} = 32,579 + 2,644x - 0,3063x^2$	0,9860	

193

#### 194 **Discussão**

195 Os teores de FDN<sub>cp</sub>, celulose e lignina foram superiores aos obtidos por Moreira et al.  
 196 (2016), devido à menor proporção de parede celular e maior teor de proteína dos folíolos em  
 197 relação às folhas utilizadas nesta pesquisa. Visando melhor atividade microbiana no ambiente  
 198 do rúmen, a forragem amonizada desidratada ou emurchecida apresenta teor de PB superior  
 199 ao mínimo de 7% recomendado por Van Soest (1994), para eficiente fermentação no rúmen.

200 A fração A ou NNP é rapidamente disponível aos microrganismos, principalmente aos  
 201 que fermentam carboidratos estruturais (Klamble et al., 2011), indicando ser a forragem  
 202 desidratada de folhas de pindoba de babaçu amonizada boa opção como forragem. Valores  
 203 elevados para fração A de alimentos que apresentam elevado teor de PB podem levar a perdas  
 204 de nitrogênio no rúmen, principalmente se não houver adequado suprimento de CNF na dieta  
 205 (RUSSELL et al., 1992).

206 A forragem de pindoba de babaçu desidratada e amonizada com ureia possui maior  
 207 proporção de proteínas solúveis (peptídeos e oligopeptídeos), representada pela fração B<sub>1</sub>, que  
 208 quando submetida ao emurchecimento antes da amonização. Essa fração tende a ser  
 209 extensivamente degradada no rúmen e supre nitrogênio para fermentação neste

210 compartimento (Sniffen, 1992). As folhas de pindoba de babaçu desidratadas e amonizadas  
211 apresentaram maior proporção da fração B<sub>1</sub> de compostos nitrogenados, o que indica elevado  
212 potencial de degradação da proteína desta forragem no ambiente do rúmen.

213 A fração B<sub>2</sub> de compostos nitrogenados das folhas de pindoba de babaçu amonizadas  
214 encontra-se em menor proporção que as demais frações. Pereira et al. (2010), obtiveram maior  
215 proporção da fração B<sub>2</sub> para forragem de espécies tropicais que o obtido nesta pesquisa. É  
216 importante destacar que a fração B<sub>2</sub> degradada a uma taxa intermediária no rúmen e atua  
217 como fonte de aminoácidos e peptídeos ao ambiente ruminal (Gaviria; Rivera; Barahona,  
218 2015).

219 A fração C de compostos nitrogenados de folhas de pindoba de babaçu amonizadas,  
220 que consiste do NIDA, encontra-se em elevada proporção, potencializada pelo processo de  
221 desidratação, sujeito às reações que ocorrem sob condições de elevadas temperaturas e devido  
222 ao elevado teor de lignina presente na pindoba de babaçu, em média 19,85% (Tabela 1). Esta  
223 fração é composta por proteínas associadas à lignina, complexos tânico-proteicos, resistentes  
224 à degradação microbiana enzimática (Kamble et al., 2011), o que acarreta repleção ruminal  
225 com menor disponibilidade energética, devido à indigestibilidade e menor consumo de  
226 matéria seca.

227 As folhas de pindoba de babaçu desidratadas e amonizadas com ureia apresentaram  
228 maior (P<0,05) proporção das frações de carboidratos A + B<sub>1</sub> (Tabela 2) em relação às folhas  
229 emurchecidas e amonizadas com ureia, o que se deve ao material desidratado proporcionar  
230 maior superfície de contato para ação da amônia, com viabilização da quebra de ligações  
231 lignocelulósicas e disponibilização de CNF (Moreira Filho et al., 2013). Alimentos com maior  
232 proporção da fração A + B<sub>1</sub> são considerados boas fontes energéticas para crescimento da  
233 população microbiana no rúmen (Campos et al., 2010) e sincronismo das taxas de degradação  
234 de carboidratos e compostos nitrogenados, com efeito positivo nos produtos finais da



235 degradação (Viana et al., 2012), no entanto, a proporção das frações A + B<sub>1</sub> das folhas de  
236 pindoba de babaçu desidratadas ou emurhecidas e amonizadas com ureia pode ser  
237 considerada baixa e passível de ajuste das dietas com fornecimento de fontes de CNF.

238 O tratamento químico por amonização resulta em menor proporção de parede celular,  
239 por solubilização da hemicelulose e quebra de ligações lignocelulósicas, além de fornecer  
240 nitrogênio não protéico (NNP) para a síntese de proteína microbiana (Zanine et al., 2007).  
241 Garcez et al. (2014) não constataram variação nos constituintes da parede celular (FDN<sub>cp</sub> e  
242 FDA<sub>cp</sub>) do feno pindoba de babaçu submetido a tratamentos químicos alcalinos, embora  
243 tenha ocorrido redução no teor de hemicelulose quando da amonização com ureia, com a  
244 vantagem da adição de NNP à forragem hidrolisada por amonização com ureia.

245 A cada 1% de amônia no material desidratado ou emurhecido houve acréscimo de  
246 0,0907% na fração C dos compostos nitrogenados (Tabela 3), o que pode se atribuir ao  
247 elevado teor de lignina nas folhas de pindoba de babaçu (19,85%), com potencial para ligação  
248 do nitrogênio à proteína (Pereira et al., 2010).

249 O teor de lignina e NIDN na fração C dos carboidratos das folhas de pindoba de  
250 babaçu desidratadas ou emurhecidas e amonizadas com ureia (Tabela 4), apresentaram  
251 aumento em relação ao tempo de amonização, este resultado indica associação de compostos  
252 nitrogenados aos compostos fenólicos (NIDN) e consequente aumento na proporção de  
253 carboidratos indegradáveis no rúmen (fração C) à medida em que se amplia o tempo de  
254 amonização sob condições tropicais. Rosa e Fadel (2001) recomendam 15 dias no verão e 30  
255 dias no inverno, e consideram esse período suficiente para hidrólise quase total da ureia, com  
256 minimização de reações adversas devido a longos períodos de estocagem e altas temperaturas.  
257 Silva et al. (2016) recomendam a amonização por sete dias sob condições de temperatura  
258 ambiente elevada.

259 Dentre os principais fatores que influenciam a eficiência da amonização, o período de  
260 tratamento associa-se à temperatura e pode causar efeitos deletérios na qualidade nutricional  
261 da proteína, por reações de complexação, como a reação de Maillard, o que torna  
262 indisponíveis aos animais as frações do nitrogênio presentes em materiais lignocelulósicos.  
263 Quando a temperatura ambiente se aproxima dos 30°C há maior eficiência do processo de  
264 hidrólise por amonização (Silva et al., 2016).

265 Para que haja efeito positivo durante o tratamento químico é preciso considerar alguns  
266 fatores, como dose e fonte de nitrogênio utilizada, material tratado, período de tratamento e  
267 teor de umidade do material. Quanto à dose de Nitrogênio, com base na MS, deve ser próxima  
268 de 1,0 a 1,5% de amônia e de 3,0 a 5,0% de ureia, pois a melhor eficiência do tratamento é  
269 alcançada quando o volumoso possui teor de umidade próximo a 30%. Sob condições  
270 tropicais, o material amonizado deve permanecer vedado por quatro semanas, enquanto sob  
271 condições de clima temperado essa vedação se prolonga por maior período (Gobbi et al.,  
272 2005).

273 A amonização de folhas de pindoba de babaçu desidratadas até 20% de matéria seca,  
274 visando maior disponibilidade de carboidratos solúveis associados a compostos nitrogenados,  
275 com menor proporção de nitrogênio associado à fibra (NIDN), é recomendável com o uso de  
276 ureia na dose até 6%, com base na matéria seca, por um período de tratamento de até 15 dias.

277 A solubilização da ureia em água para amonização de folhas de pindoba de babaçu  
278 indica tratamento alcalino hidrolítico mais efetivo que sua adição *in natura* à forragem com  
279 teor de umidade preconizado em 30%, e que as condições ambientais dos trópicos favorecem  
280 a reatividade da amônia com os complexos lignocelulósicos, do que resulta menor tempo para  
281 estabilização do tratamento que sob condições ambientais com temperatura mais baixa.

282

283 **Conformidade com padrões éticos**

284

285 **Declaração de direitos dos animais:** Foram seguidas diretrizes internacionais, nacionais e  
286 institucionais para cuidado e uso de animais em atividades de pesquisa, com o Protocolo  
287 Experimental N. **009/2016** aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da  
288 Universidade Federal do Piauí, cidade Teresina, estado do Piauí, Brasil.

289 **Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## 290 **Referências**

291 AOAC International, 2012. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19<sup>th</sup> ed.,  
292 (Association of Analytical Communities, Gaithersburg, MD, USA)

293 Cabral, L.S., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Zervoudakis, J.T., Veloso, R.G and Nunes,  
294 P.M.M., 2004. Taxas de digestão das frações proteicas e de carboidratos para silagens de  
295 milho e de capim-elefante, o feno de capim-Tifton 85 e o farelo de soja. Revista Brasileira  
296 de Zootecnia, 33(6): 1573-1580

297 Campos, P.R.S.S., Silva, J.F.C., Vásquez, H.M., Vittori, A and Silva, M.A., 2010. Fractions  
298 of carbohydrates and of nitrogenous compounds of tropical grasses at different cutting  
299 ages. Revista Brasileira de Zootecnia, 39, 1538-1547

300 Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Berchielli, T. T., Cabral, L. S., Ladeira, M. M., Souza,  
301 M. A., Queiroz, A. C., Saliba, E. O. S., Pina, D. S. and Azevedo, J. A. G., 2012. Métodos  
302 para Análise de Alimentos, (INCT, Suprema, Visconde do Rio Branco, Minas Gerais,  
303 Brazil)

304 Garcez, B.S., Alves, A.A., Oliveira, M.E., Parente, H.N., Santana, Y.G.S. Moreira Filho, M.A  
305 and Câmara, C.S., 2014. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu  
306 submetido à tratamentos alcalinos. Ciência Rural, 44, 524-530

- 307 Gaviria, B., Riviera, J and Barahona, R., 2015. Nutritional quality and fractionation of  
308 carbohydrates and protein in the forage components of an intensive silvopastoral system.  
309 Revista Pastos y forrajes, 38, 246-251
- 310 Gobbi, K. F., Garcia, R., Garcez Neto, A. F., Pereira, O. G., Bernardino, P. S. and Rocha, F.  
311 C., 2005. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *Brachiaria decumbens*  
312 Stapf. tratado com ureia, Revista Brasileira de Zootecnia, 34, 720-725
- 313 Kamble, A.B., Puniya, M., Kundu, S.S., Shelke, S.K. and Mohini, M., 2011. Evaluation of  
314 forages in terms of carbohydrate, nitrogen fractions and methane production. Indian  
315 Journal Animal Nutrition, 28, 231-238
- 316 Licitra, G., Hernandez, T.M and Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for  
317 nitrog fractionation of ruminant feeds. Journal of Animal Science and Technology, 57,  
318 347-358
- 319 Moreira Filho, M.A., Alves, A.A., Vale, G.E.S., Moreira, A.L and Rogério, M.C.P., 2013.  
320 Nutritional value of hay from maize-crop stubble ammoniated with urea. Revista Ciência  
321 Agronômica, 44, 893-901
- 322 Moreira Filho, M.A and Oliveira, M.E., 2008. Composição bromatológica de seis espécies  
323 nativas do estado do Piauí consumidas por caprinos. Pubvet, 2,1-31
- 324 Moreira, A.L., Alves, A.A., Moreira Filho, M.A. Silva, D.C., Garcez, B.S and Vasconcelos,  
325 V.R., 2016. Ammoniated babassu palm hay in anglo-nubian goat diets. Ciência e  
326 Agrotecnologia, 40, 699-697.
- 327 Pereira, E.S., Pimentel, P.G., Duarte, I.s., Mizubuti, I.Y. Araújo, G.G.L., Carneiro, M.S.S.,  
328 Regadas Filho, J.G.L and Maia, I.S.G., 2010. Determinação das frações proteicas e de  
329 carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria  
330 produzidos no nordeste brasileiro. Semina: Ciências Agrárias, 31, 1079-1094

- 331 Rosa, B.; Fadel, R. Uso de amônia anidra e de uréia para melhorar o valor alimentício de  
332 forragens conservadas. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas,  
333 Maringá, 2001. Anais... Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.41-63.
- 334 Russell, B.J., Oconnor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J and Sniffen, C.J., 1992. A net  
335 carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. Journal of  
336 Animal Science, 70, 3551-3581
- 337 Silva, V.L., Borges, I., Araújo, A.R., Alves Filho, F.M., Frutuoso, F.I.A., Silva, R.H.P and  
338 Alcântara, P.B.X., 2016. Efeito do tratamento químico sobre a digestibilidade de volumosos  
339 e subprodutos agroindustriais. Acta Kariri Pesquisa e Desenvolvimento, 1, 29-37
- 340 Sniffen, C.J., Oconnor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J and Russell, B.J., 1992. A net  
341 carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein  
342 availability. Journal of Animal Science, 70, 3562-3577
- 343 Statistical Analysis Systems (SAS), 2002. Statistical Analysis Systems User's Guide:  
344 statistics, Version 8, (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)
- 345 Van Soest, P.J. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2<sup>nd</sup> ed. Cornell: Cornell University,  
346 1994. 476p.
- 347 Van Soest, P.J., Robertson, J.B and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral  
348 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of  
349 Dairy Science, 74, 3583-3597
- 350 Viana, P.T., Pires, A.J.V., Oliveira, L.B., Carvalho, G.G.P., Ribeiro, L.S.O., Chagas,  
351 D.M.T., Nascimento Filho, C.S and Carvalho, A.O., 2012. Fracionamento de carboidrato e  
352 de proteína das silagens de diferentes forrageiras. Revista Brasileira de Zootecnia, 41, 292-  
353 297

- 354 Zanine, A.M., Santos, E.M., Ferreira, D.J and Pereira, O.G., 2007. Efeito de níveis de ureia  
355 sobre o valor nutricional do feno de capim-Tânzania. *Semina: Ciências Agrárias*, 28, 333-  
356 340

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS ITENS 1 E 2

- ANDRADE, I.V.O. et al. Fracionamento de proteína e carboidratos em silagens de capim-elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2342-2348, 2010.
- CARVALHO, G.G.P. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de ureia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- CARVALHO, S. et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de cabras da raça Alpina alimentadas com dietas contendo diferentes teores de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1154-1161, 2006.
- FORTALEZA, A.P.S. et al. Degradabilidade ruminal in situ dos componentes nutritivos de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.30, n.2, p.481-496, 2009.
- GARCEZ, B.S. et al. Pindoba de babaçu (*Orbignya* sp. Mart) na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.11, n.01, p.3218-3224, 2014.
- GARCEZ, B.S. et al. Valor nutritivo do feno de folíolos de pindoba de babaçu submetido à tratamentos alcalinos. **Ciência Rural**, v.44, v.3, p.524-530, 2014.
- GOBBI, K.F. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* do feno de *brachiaria decumbens* Stapf. Tratado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.720-725, 2005.
- GOES, R.H.T.B. et al. Degradabilidade ruminal da material seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.4, p.373-378, 2011.
- GOMES, J.A.F. et al. Resíduo agroindustrial da carnaúba como fonte de volumoso para a terminação de ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.58-67, 2009.
- LIMA, A.M et al. Utilização de fibras (Epicarpo) de babaçu como matéria-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. **Revista Árvore**, v.30, n.4, p.645-650, 2006.
- LOPES, J.M. et al. Farelo de babaçu em dietas para tambaqui. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p.519-526, 2010.
- MONTEIRO, F.F.; VIEIRA, V.C.B., Mapeamento georreferenciado da distribuição do babaçu no município de Miguel Alves – Piauí. **Revista Sapiência**, v.8, n.1, p.56-59, 2005.
- MOREIRA FILHO, M.A.; OLIVEIRA, M.E. de. Composição bromatológica de seis espécies nativas do estado do Piauí consumidas por caprinos. **Pubvet**, v.2, n.34, p.1-31, 2008.
- MOREIRA, A.L. et al. Ammoniated babassu palm hay in anglo-nubian goat diets. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.6, p.688-697, 2016.
- MURTA, D.A. et al. Desempenho e digestibilidade aparente dos nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo bagaço de cana-de-açúcar tratado com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1325-1332, 2011.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, J. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

- ØSKOV, E.R. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**. n.5, p.195-203, 1980.
- PEREIRA, E.S. et al. Determinação da digestibilidade intestinal de alimentos pela técnica de três estágios. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.2, p.431-440, 2008.
- PEREIRA, E.S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no nordeste brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.1079-1094, 2010.
- PINHEIRO, R.S.B. et al. Amonização do resíduo da produção de sementes de forragens no desempenho e biometria de cordeiros. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.711-720, 2009.
- PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O. Chemical treatment of roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, suplemento especial, p.192-203, 2010.
- RIBEIRO, T.P. et al. Constituintes dos constituintes fibrosos de dietas contendo o co-produto de caju amonizado ou não com ureia. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.16, n.2, p.160-172, 2009.
- ROSA, B.; FADEL, R. Uso de amônia anidra e ureia para melhorar o valor alimentício de forragens conservadas. In: **Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**, 2001, Maringá. Anais...p.40-63, 2001.
- RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, I.B.M. Métodos estatísticos aplicados à determinação de digestibilidade in situ. In: TEXEIRA, J.C. **Digestibilidade em ruminantes**. Lavras: UFLA, 1997. P.165-178.
- SILVA, S.P.; SILVA, M.M.C. Fracionamento de carboidratos e proteína segundo o sistema CNCPS. **Veterinária Notícias**, v.19, n.2, p.95-108, 2013.
- SUNDSTOL, F. Ammonia treatment of straw: methods for treatment and feeding experience in Norway. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, p.173-187, 1984.
- ZANINE, A. M. et al. Efeito de níveis de ureia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tânzania. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.2, p.333-340, 2007.