

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CANA HIDROLISADA ASSOCIADA A DIFERENTES  
TIPOS DE UREIA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS**

**Rogério Aleson Dias Bezerra**

Zootecnista

**2018**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CANA HIDROLISADA ASSOCIADA A DIFERENTES  
TIPOS DE UREIA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS**

**Rogério Aleson Dias Bezerra**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jane Maria Bertocco Ezequiel**

**Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**2018**

Bezerra, Rogério Aleson Dias

B574c Cana hidrolisada associada a diferentes tipos de ureia na dieta de vacas leiteiras / Rogério Aleson Dias Bezerra.

-- Jaboticabal, 2018

101 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal

Orientadora: Jane Maria Bertocco Ezequiel

Coorientador: Mauro Dal Secco de Oliveira

Banca examinadora: Maria Imaculada Fonseca, Alice Deleo Rodrigues

Bibliografia

1. cal hidratada. 2. hidrólise. 3. Saccharum officinarum. 4. volumoso. I.  
Título. II. Jaboticabal – Centro de Ciências Agrárias e Veterinárias.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CANA HIDROLISADA ASSOCIADA A DIFERENTES TIPOS DE UREIA NA DIETA DE VACAS LEITEIRAS**

**AUTOR: ROGÉRIO ALESON DIAS BEZERRA**

**ORIENTADORA: JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL**

**COORIENTADOR: MAURO DAL SECCO DE OLIVEIRA**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. JANE MARIA BERTOCCO EZEQUIEL  
Departamento de Zootecnia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

  
Profa. Dra. ALICE DELÉO RODRIGUES  
Departamento de Agronomia / ITES Dr. Aristides de Carvalho Schlobach - Taquaritinga/SP

  
Profa. Dra. MARIA IMACULADA FONSECA  
Departamento de Economia, Administração e Educação / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 07 de novembro de 2018

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**Rogério Aleson Dias Bezerra** – filho de Antônio Bezerra de Almeida e Regiane de Luna Dias Bezerra, nascido em 27 de março de 1987, na cidade de Areia, Paraíba. Ingressou no curso de Zootecnia no segundo semestre de 2009 na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia – PB, concluindo o curso em 2014, onde atuou como Bolsista de iniciação científica do CNPq durante quatro anos na área de Bovinocultura de Leite. Em 2015, foi bolsista de treinamento técnico (TT3) pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) na faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, sob orientação do Professor Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira. No segundo semestre de 2016, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia, pelo programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Professora Dr<sup>a</sup>. Jane Maria Bertocco Ezequiel e Co-orientação do Professor Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira.

*A Deus pela força para suportar a caminhada.  
Aos meus pais Antônio Bezerra de Almeida e Regiane de Luna Dias Bezerra,  
minha irmã Amanda Kelly Dias Bezerra que, com muito carinho e apoio, não  
mediram esforços para que eu chegasse nesta etapa da vida.*

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, pois somente com sua mão sobre cada ato e decisão tomada por mim em minha vida pessoal e profissional é que foi possível chegar até aqui, e somente por sua vontade poderei crescer e chegar ainda mais longe.

À Unesp Jaboticabal, pela oportunidade que me foi dada de passar esses anos tão agradáveis onde pude adquirir muita bagagem.

À Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio, Pólo Alta Mogiana-Colina-SP, por cederem os animais e as instalações para execução desse trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À Professora **Dr<sup>a</sup>. Jane Maria Bertocco Ezequiel**, pela orientação e todo apoio oferecido além da chance de fazer parte de sua equipe, sempre com muita confiança e paciência.

Ao Professor **Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira** por cada conhecimento que acrescentou em minha formação, me servindo também como um exemplo a ser seguido, pela confiança, amizade e ensinamentos ao longo de todos esses anos, obrigado pelas oportunidades tão preciosas que me confiou e me fizeram ser cada vez mais comprometido e orgulhoso para com a minha profissão.

Ao pesquisador **Dr. Ricardo Dias Signoretti**, pela grande contribuição, orientação e ajuda no desenvolvimento do experimento e a todos os funcionários do Setor de Bovinocultura leiteira da Apta – colina.

Ao Professor **Dr. José Carlos Barbosa** pelos ensinamentos e ajuda preciosa nas análises estatísticas.

A Professora **Dr<sup>a</sup>. Maria Imaculada** por ter aceito meu convite e feito correções e sugestões que contribuíram para a melhoria da qualidade deste trabalho.

Aos os servidores do Laboratório de Análises de Nutrição Animal (LANA) em especial **Ana Paula** e **Sr. Orlando** pelo indispensável auxílio durante as inúmeras análises realizadas.

Às doutoras, **Vanessa Amaro Vieira**, **Alice Deléo Rodrigues** e **Mariana Paula Rossi Sforcini**, pela maravilhosa convivência e excelentes momentos compartilhados, conselhos e ajuda valiosa, no auxílio do trabalho.

À **Nayara Medeiros**, **Rodrigo Campos** e **Matheus Canelossi**, pelo companheirismo e grande ajuda despendida na execução de parte do experimento.

Aos funcionários da Granja leiteira da Unesp de Jaboticabal-SP: **Waldemir (Marrom)**, **Jair Jorge (Biro)**, **Luiz Gazeta**, **Sr. Wellington Antônio (Debonis)**, **Valdecir (Badeco)** pela amizade, apoio e alegria nos momentos compartilhados.

Obrigado a todos por terem acreditado, por sempre me mostrarem que poderia ir mais longe e nunca me deixarem abalar diante das dificuldades. As palavras ditas até hoje por cada um de vocês levou a construção do meu caráter e de todas as ideias e pensamentos que hoje possuo como profissional

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - **Código de Financiamento 001**

## SUMÁRIO

	Página
<b>CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>v</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras .....	3
2.2. Hidrólise da cana-de-açúcar.....	5
2.3. Cana-de-açúcar corrigida com ureia pecuária + enxofre.....	8
2.4. Ureia protegida ou de liberação lenta.....	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. EXPERIMENTO 1: Avaliação da cana-de-açúcar hidrolisada associada com ureia .....</b>	<b>13</b>
3.1.1. Local.....	13
3.1.2. Alimentos e tratamentos .....	13
3.1.3. Determinação do pH.....	14
3.1.4. Composição bromatológica .....	14
3.1.5. Análise estatística.....	15
<b>3.2. EXPERIMENTO 2: Digestibilidade <i>in vitro</i> dos nutrientes.....</b>	<b>15</b>
3.2.1. Local.....	15
3.2.2. Animal .....	16
3.2.3. Alimentos, alimentação e tratamentos.....	16
3.2.4. Avaliação <i>in vitro</i> .....	17
3.2.5. Análise estatística.....	18

<b>3.3. EXPERIMENTO 3: Efeito da cana hidrolisada associada a ureia sobre o consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais em bovinos da raça Nelore.....</b>	<b>18</b>
3.3.1. Local.....	18
3.3.2. Animais.....	18
3.3.3. Alimentos, alimentação e tratamentos.....	18
3.3.4. Consumo de nutrientes e digestibilidade aparente.....	19
3.3.5. Parâmetros ruminais (pH e N-NH <sub>3</sub> ).....	20
3.3.6. Análise estatística.....	21
<b>3.4. EXPERIMENTO 4: Desempenho de vacas da raça Girolando alimentadas com cana hidrolisada associada a ureia. ....</b>	<b>21</b>
3.4.1. Local.....	21
3.4.2. Animais.....	21
3.4.3. Alimentos e Alimentação .....	22
3.4.4. Consumo dos nutrientes.....	23
3.4.5. Produção e composição química do leite.....	24
3.4.6. Parâmetros sanguíneos .....	25
3.4.7. Análise parcial de custos.....	26
3.4.8. Análise estatística.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1. EXPERIMENTO 1: Avaliação de cana de açúcar hidrolisada associada com ureia .....</b>	<b>27</b>
4.1.1. Determinação do pH.....	27
4.1.2. Composição bromatológica .....	28
<b>4.2. EXPERIMENTO 2: Digestibilidade <i>in vitro</i> dos nutrientes.....</b>	<b>41</b>
4.2.1. Avaliação <i>in vitro</i> .....	41

<b>4.3. EXPERIMENTO 3: Efeito da cana hidrolisada associada a ureia sobre o consumo, digestibilidade aparente e parâmetros rumais em bovinos da raça Nelore.....</b>	<b>45</b>
4.3.1. Consumo e digestibilidade aparente .....	45
4.3.2. Parâmetros ruminais (pH e N-NH <sub>3</sub> ) .....	47
<b>4.4. EXPERIMENTO 4: Desempenho de vacas da raça Girolando alimentadas com cana hidrolisada mais ureia .....</b>	<b>50</b>
4.4.1. Consumo .....	50
4.4.2. Produção e composição química do leite. ....	52
4.4.3. Parâmetros sanguíneos .....	56
4.4.4. Análise parcial de custos.....	62
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>64</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>
<b>7. IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>83</b>



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Câmpus de Jaboticabal



## CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

### CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 017996/14 do trabalho de pesquisa intitulado "**Impacto da cana hidrolisada associada a diferentes tipos de uréia na dieta de vacas sobre a produção leiteira, parâmetros ruminais e sanguíneos**", sob a responsabilidade do Prof. Dr. Mauro Dal Secco de Oliveira, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), em reunião ordinária de 09 de outubro de 2014.

Jaboticabal, 09 de outubro de 2014.

  
**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Paola Castro Moraes**  
Coordenadora – CEUA

## LISTA DE TABELAS

		<b>Página</b>
Tabela 1.	Valores médios da composição bromatológica da silagem de milho (SM), cana-de-açúcar hidrolisada (CH), concentrado (CONC) e tratamentos experimentais na base da matéria seca (%) .....	24
Tabela 2.	Valores de pH da cana-de-açúcar hidrolisada submetida aos diferentes tratamentos experimentais.....	28
Tabela 3.	Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), extrativo não nitrogenado (ENN) e fibra em detergente neutro (FDN) Teores de fibra em detergente neutro (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da cana-de-açúcar hidrolisada sob diferentes tratamentos experimentais.....	31
Tabela 4.	Valores da digestibilidade in vitro, em porcentagem, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos experimentais.....	42
Tabela 5.	Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de P para o consumo de nutrientes e coeficientes de digestibilidade aparente das frações alimentares dos tratamentos experimentais.....	46
Tabela 6.	Médias da pH do líquido ruminal, até 8 horas após a alimentação, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos.....	48
Tabela 7.	Médias de nitrogênio amoniacal (mg/dL) até 8 horas após a alimentação, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos experimentais.....	49
Tabela 8.	Médias (kg/vaca/dia), coeficientes de variação (CV) e valores de F para os consumos de matéria seca (CMS), extrato etéreo (CEE), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), nutrientes digestíveis totais (CMO) de acordo com os tratamentos experimentais.....	50
Tabela 9.	Valores médios de produção de leite corrigida (PLC) ou não (PL) para 3,5% de gordura e teores médios de gordura (G), proteína bruta (PB), extrato seco total (EST) e extrato seco	53

	desengordurado (ESD) do leite, nos tratamentos experimentais.....	
Tabela 10.	Metabólitos plasmáticos em função dos tratamentos experimentais.....	57
Tabela 11.	Médias de consumo de concentrado (CC), de volumoso (VC), produção de leite (PL), preço de venda do leite, custo com concentrado (CCon), volumoso (CVol), custo com alimentação (CA), receita, margem bruta (MB), eficiência financeira (EFinanceira), custo/benefício, coeficientes de variação (CV) e valor de F de acordo com os tratamentos experimentais.....	62

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Página</b>
Figura 1. Porcentagem de Matéria Mineral (MM), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.....	32
Figura 2. Porcentagem de extrato etéreo (EE), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.....	33
Figura 3. Porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), submetidas a diferentes tempos de exposição.....	35
Figura 4. Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), submetidas a diferentes tempos de exposição.....	36
Figura 5. Porcentagem de Lignina (LIG), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.....	37
Figura 6. Porcentagem de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL), submetidas a diferentes e tempos de exposição.....	38
Figura 7. Porcentagem de (A) carboidrato não fibroso (CNF), (B) extrativo não nitrogenado (ENN) submetidos aos diferentes tratamento e tempos de exposições.....	39
Figura 8. Porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), submetidas a diferentes tempos de exposição.....	40
Figura 9. Digestibilidade in vitro da Matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente ácido (DIVFDA) dos tratamentos com cana-de-açúcar hidrolisada com cal mais ureia (pecuária ou protegida) .....	43

## **CANA HIDROLISADA ASSOCIADA A DIFERENTES TIPOS DE UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

**RESUMO** - A necessidade em proporcionar alternativas de dietas para vacas leiteiras por meio do uso da cana-de-açúcar hidrolisada é cada vez maior. Várias pesquisas foram realizadas com a cana hidrolisada com cal virgem ou hidratada, porém são poucas visando a associação da cana hidrolisada com a silagem de milho, assim como com a ureia pecuária e a ureia protegida. A partir disto, objetivou-se avaliar a inclusão da ureia na hidrólise ou diretamente no cocho sobre: a composição bromatológica e pH; digestibilidade *in vitro* e aparente; consumo de alimentos; produção e composição do leite; parâmetros sanguíneos e análise parcial de custos. O experimento foi realizado na FCAV/UNESP e APTA-Colina. Foi utilizada a cana-de-açúcar, cultivar IAC 86-2480 (12 meses - 5º corte). Para a hidrólise foi utilizada a cal hidratada ( $MgO = 1,5\%$ ,  $CaO$  total =  $72,5\%$ ,  $Ca(OH)_2 = 95,5\%$ ) e a calda foi preparada na proporção de 0,5 kg de cal em 2 litros de água para 100 kg de cana-de-açúcar picada. Após este processo foi realizado o amontoamento do volumoso e fornecido aos animais 6 horas após a hidrólise. O trabalho foi dividido em quatro experimentos. O primeiro experimento foi realizado em DIC, disposto em esquema fatorial  $2 \times 2$  (2 formas de utilização e 2 tipos de ureia) e avaliado a composição bromatológica e determinação do pH. No experimento 2 avaliou-se a digestibilidade *in vitro*, utilizando um bovino macho da raça Nelore, castrado e canulado no rúmen, com peso médio de 600 kg, como doador do conteúdo ruminal, sendo o delineamento, semelhante ao descrito no primeiro experimento. Já no terceiro experimento, utilizou-se um quadrado latino  $4 \times 4$  (4 animais, 4 períodos e 4 tratamentos) a fim de avaliar o consumo de nutriente, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. E no experimento 4, foram utilizadas 8 vacas lactantes da raça Girolando (pós-pico de lactação), distribuídas em dois quadrados latinos contemporâneos, em arranjo fatorial  $2 \times 2$ , ou seja, dietas constituídas de 50% de cana-de-açúcar hidrolisada: 50% de silagem de milho, com inclusão de ureia pecuária+sulfato de amônio ou ureia protegida (Producote Feed ®) na hidrólise da cana ou fornecida no cocho. De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que, independente da forma de aplicação ou tipo de ureia, a hidrólise da cana-de-açúcar com cal hidratada pode ser obtida com o uso destes no mesmo momento, a depender do preço e disponibilidade. O uso de ureia não influenciou a digestibilidade *in vitro*, consumo e digestibilidade aparente, parâmetros ruminais, desempenho animal, parâmetros sanguíneos e consumo dos nutrientes. Com relação a análise parcial de custo, a utilização da cana-de-açúcar hidrolisada pode reduzir o custo da alimentação, possibilitando um manejo dos volumosos ao longo do tempo conforme a disponibilidade para alimentação das vacas leiteiras.

**Palavras-chave:** Cal hidratada, Hidrólise, *Saccharum officinarum*, Volumoso

## HYDROLYSED SUGARCANE ASSOCIATED TO DIFFERENT TYPES OF UREA IN THE MILK CATTLE DIET

**ABSTRACT** - Necessity to provide alternative diets for dairy cows through the use of hydrolyzed sugarcane is importantly increasing. The use of hydrolyzed sugarcane is increasingly necessary. Several researches were carried out with the hydrolyzed sugarcane with virgin lime or hydrated, but few are aimed at the association of the hydrolysis sugarcane with the corn silage, as well as with the urea cattle and the urea. From this, the objective was to evaluate the inclusion of urea in the hydrolysis or directly in the trough on: the bromatological composition and pH; in vitro and apparent digestibility; food consumption; milk production and composition; blood parameters and partial cost analysis. The experiment was carried out at FCAV / UNESP and APTA-Colina. Sugarcane was used, cultivar IAC 86-2480 (12 months -5 ° cut). Hydrated lime (MgO = 1.5%, total CaO = 72.5%, Ca (OH) 2 = 95.5%) was used for the hydrolysis and the slurry was prepared in the proportion of 0.5 kg decal in 2 liters of water to 100 kg of chopped sugarcane. After this process, the pile was harvested and fed to the animals 6 hours after the hydrolysis. The work was divided into four experiments. The first experiment was performed in DIC, arranged in a 2 x 2 factorial scheme (2 forms of use and 2 types of urea) and evaluated the bromatological composition and pH determination. In experiment 2 in vitro digestibility was evaluated using a Nelore male bovine, castrated e cannulate in the rumen, with an average weight of 600 kg, as a donor of the cumin content, and the design was similar to the one described in the first experiment. In the third experiment, a 4 x 4 Latin square (4 animals, 4 periods and 4 treatments) was used to evaluate nutrient intake, apparent digestibility and ruminal parameters. In Experiment 4, eight Girolando lactating cows (post-lactating) were distributed in two contemporary Latin squares, in a 2 x 2 factorial arrangement, diets consisting of 50% hydrolyzed sugarcane: 50 % corn withdrawal, with the inclusion of animal urea + ammonium sulfate or urea protected (Produce Feed ®) in the hydrolysis of sugarcane or provided in the trough. According to the results, it can be concluded that, irrespective of the application form or type of urea, the hydrolysis of sugarcane with calcium hydroxide can be obtained with the use of these at the same time, depending on the price and availability. The use of urea did not influence in vitro digestibility, consumption and apparent digestibility, ruminal parameters, animal performance, blood parameters and nutrient consumption. Regardless to the partial cost analysis, the use of hydrolysed sugarcane can reduce the cost of feeding, making it possible to handle the voluminous ones at the same time as the availability to feed cows.

**Keywords:** Hydrated lime, Hydrolysis, *Saccharum officinarum*, Bulky

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade leiteira ocupa papel de destaque dentro da cadeia produtiva do agronegócio. São mais de 35 bilhões de litros de leite produzidos no país, tornando o Brasil o quarto maior produtor mundial, exercendo uma grande influência no desenvolvimento socioeconômico do país, uma vez que 1,3 milhões de propriedades distribuídas por todo país estão ligadas ao setor. Há registro da atividade leiteira em cerca de 99% dos municípios brasileiros a mesma movimenta a economia de pequenas cidades, ajuda na distribuição de renda e gera empregos permanentes, principalmente no meio rural (ZOCCAL, 2016). Em toda a cadeia do leite estão envolvidos cerca de quatro milhões de trabalhadores, sendo 11 mil só no transporte do leite da fazenda para a indústria e dos lácteos processados nas indústrias para o mercado (ZOCCAL, 2016).

Entretanto, para obter receitas positivas é necessário o uso de alimentos e ingredientes para a formulação das dietas apresente baixo custo de produção e atendam grande parte das exigências nutricionais dos animais. Dentre as principais opções de alimentação para animais que recebem suplementos no cocho durante o período de declínio da produção forrageira (período seco), estão as silagens de milho, sorgo e capim-elefante, além dos fenos e a cana-de-açúcar picada.

Tradicionalmente, o milho (*Zea mays*) é o material mais utilizado, devido sua composição química atender às exigências para confecção de uma boa silagem, teor de matéria seca entre 30 e 35%, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixa capacidade tampão e por proporcionar uma boa fermentação microbiana (NUSSIO, CAMPOS e DIAS, 2001).

A cana-de-açúcar tornou-se uma alternativa interessante para alimentação do gado leiteiro, contudo, limitações no consumo principalmente pela baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) apresenta-se como fator limitante ao seu uso (OLIVEIRA et al., 2001; MAGALHÃES, 2001). Porém, a digestibilidade da FDN da cana-de-açúcar pode ser aumentada através da hidrólise com hidróxido de cálcio ( $\text{Ca (OH)}_2$ ), a qual rompe as ligações entre a lignina e os polissacarídeos da parede celular, tornando-a mais propícia ao ataque microbiano (OLIVEIRA et al., 2006).

A hidrólise da cana-de-açúcar tem sido uma técnica bastante difundida na pecuária, uma vez que prolonga o tempo de armazenamento após a picagem, além de alterar a composição da fibra da cana, acarretando em maior digestibilidade (OLIVEIRA, 2010). Contudo, os teores de lignina normalmente não são alterados pelo tratamento químico, mas a ação deste tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra presente na cana-de-açúcar, provavelmente devido as quebras das ligações entre as frações de celulose e hemicelulose, tornando-as mais disponíveis para os microrganismos ruminais (VAN SOEST, 1994).

De acordo com Russell (2002), os fatores que mais afetam a síntese microbiana no compartimento ruminal são a disponibilidade e a sincronização entre energia e compostos nitrogenados. Sendo assim, o elevado teor de carboidratos não fibrosos (CNF) presente na cana-de-açúcar fornece energia prontamente utilizável aos microrganismos do rúmen a qual permite a correção do baixo teor de proteína bruta (PB) da cana por meio da adição de fontes de nitrogênio não-protéico (NNP), como a ureia, em dietas para ruminantes.

Assim, a ureia vem sendo utilizada na adição da cana hidrolisada a fim de incrementar a suplementação proteica, já que, Vilela e Silvestre (1984), descreveram a ureia como sendo um composto orgânico nitrogenado não protéico (NNP), solúvel em água e álcool, pertencendo ao grupamento das amidas.

Dessa forma, as bactérias ruminais que necessitam de uma fonte de enxofre para produção de aminoácidos sulfurados (metionina, cistina e cisteína), utilizam a ureia como essa fonte sendo que uma parte será utilizada na formação de proteína microbiana e outra passará para compartimentos inferiores onde serão absorvidos (KOZLOSKI, 2002).

Sendo assim, a adição de nitrogênio e enxofre à alimentação dos bovinos auxilia de duas formas: em primeiro lugar, permite a correção da deficiência desses nutrientes, os quais são necessários para a síntese de proteína microbiana, e, em segundo, permite que o animal consuma mais energia mediante o aumento da taxa de digestão. A suplementação com enxofre tem aumentado a digestibilidade *in vitro* da celulose, bem como a

digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro (HUNTER e SIEBERT, 1980).

A relação de NNP adicionado a cana-de-açúcar veio fundamentada em várias pesquisas realizadas na década de 70 (ALVAREZ e PRESTON, 1976; FERREIRO et al. 1977; PRESTON, 1977) com intuito de apresentarem melhor aproveitamento da cana-de-açúcar na dieta de ruminantes.

Apesar dos benefícios citados, não há relatos na literatura que avaliam a ação da ureia e da cal hidratada no processo de hidrólise da cana-de-açúcar, a fim de acompanhar as modificações ocorridas no volumoso. Assim torna-se interessante a realização de experimentos científicos para entender a ação da ureia e da cal hidratada quanto às suas formas de aplicação sobre a cana-de-açúcar e ação desta, bem como a evolução da ação química do alcalinizante na parede celular.

Objetivou-se avaliar a inclusão da ureia na hidrólise ou diretamente no cocho sobre: composição bromatológica e pH; digestibilidade *in vitro* e aparente; consumo de alimentos; produção e composição do leite; parâmetros sanguíneos e análise parcial de custos.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras**

O Brasil é hoje o maior produtor de cana-de-açúcar, gramínea tropical que se destaca como a planta de maior potencial para produção de matéria seca e energia por unidade de área, em um único corte por ano, devido, à excelente eficiência conversão fotossintética permitindo produtividade excepcional, em torno de 60 a 120 t/ha (THIAGO e VIEIRA, 2002).

A produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2017/18 é de 647,6 milhões de toneladas, com uma área a ser colhida estimada em 8.838,5 mil hectares. O Estado de São Paulo continua sendo o maior produtor com 51,6% (4.458,4 mil hectares), seguido por Goiás com 10,6% (939,7 mil hectares), Minas Gerais com 7,3% (841,7 mil hectares), Mato Grosso do Sul com 7,3% (643,6 mil hectares), Paraná com 7% (624,6 mil hectares), Alagoas

com 3,4% (301,7 mil hectares) e Pernambuco com 2,9% (259,5 mil hectares), segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2017).

Desta forma, a agricultura canavieira apresenta grande importância no desenvolvimento do agronegócio brasileiro, entretanto, apesar da importância econômica da cana-de-açúcar, sua cultura representa muito pouco em termos de ocupação de área, quando comparada àquelas dedicadas à produção de grãos (CONAB, 2017).

Estima-se que cerca de 10% da cana destina-se à alimentação animal (LANDELL, 2002) em decorrência da alta produção por área, o que menor custo por tonelada produzida, com possibilidade de ser consumida pelos animais nos períodos críticos do ano quando há escassez de forragens para pastejo e seu valor nutritivo que se mantém constante por um período de tempo relativamente prolongado, uma vez que os melhores valores são obtidos com intervalos de cortes de 12 a 18 meses, contrastando com outras gramíneas tropicais (PRESTON, 1982; FRANZOLIN NETO et al., 2000). Além dessas características, pode-se levar em consideração seus menores custos de produção quando comparada à silagem de milho (GALAN e NUSSIO, 2000).

As vantagens que justificam a utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro encontra-se na facilidade de cultivo, baixo custo por unidade de matéria seca produzida e a maturidade coincidindo com o período seco do ano. Entretanto, a maioria das propriedades que usam a cana-de-açúcar como volumoso, utilizam um sistema de corte diário e fornecimento imediato o que diminui sua viabilidade quando comparada a outras forrageiras fornecidas no cocho como a silagem de milho e sorgo (THIAGO e VIEIRA, 2002). Este sistema de corte diário apresenta-se como um dos principais entraves por parte dos produtores, que alegam a falta de tempo para a manutenção das máquinas e o aumento da mão-de-obra utilizada na propriedade.

A cana-de-açúcar *in natura* apresenta seu conteúdo nutricional diretamente ligado ao seu teor de açúcar, podendo chegar a 50% na matéria seca (MS), com valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) chegando na ordem de 55% a 60%. No entanto, de acordo com Magalhães (2001) e Costa (2005), a mesma, apresenta limitações de ordem nutricional, devido aos baixos teores proteicos (não ultrapassando 4%) e da maioria dos minerais

(principalmente fósforo) (OLIVEIRA et al., 2007), a baixa digestibilidade da fibra e ausência de amido, as quais comprometem o consumo voluntário e conseqüentemente o desempenho animal.

Outro grande obstáculo na utilização da cana-de-açúcar é a disposição e quantidade dos componentes da fibra, pois, ao comparar o seu teor de FDN com a da silagem de milho, encontra-se teores de aproximadamente 47% contra 60%, respectivamente (RODRIGUEZ, 1995; DUTRA, 1997). Desta forma, a composição da fibra presente na cana-de-açúcar apresenta-se como um dos principais fatores que limitam seu consumo e digestibilidade de nutrientes aos animais.

Em nutrição de ruminantes o termo fibra é usado para abreviar os constituintes da planta que são de lenta digestão e até mesmo indigestíveis, mas que ocupam espaço no trato gastrintestinal dos animais (VAN SOEST 1994; MERTENS, 1996). A fibra insolúvel em detergente neutro ou simplesmente FDN é constituída por três macrocomponentes; celulose, hemicelulose e lignina. Estes componentes podem apresentar-se em maior ou menor escala conforme a composição da planta. Mas a digestão de todas as frações fibrosas insolúveis é limitada pela lignificação, o que não ocorre com o conteúdo celular (VAN SOEST, 1967; HUHTANEN et al., 2006).

As propriedades físico-químicas da fibra da cana-de-açúcar são de proporções distintas, com alto teor de lignina, o que compromete a capacidade de enchimento ruminal dos animais (REIS e RODRIGUES, 1993; OLIVEIRA, 2001; MAGALHÃES, 2001; THIAGO e VIEIRA, 2002). Desta forma, a dieta a base de cana-de-açúcar possui, em termos de FDN, maior capacidade de ocupar o espaço no rúmen (maior repleção ruminal), ou seja, maior efeito inibitório sobre o consumo, quando comparada à dieta a base de silagem de milho.

## **2.2. Hidrólise da cana-de-açúcar**

Alguns métodos de tratamento para utilização em resíduos de palhadas e forragens foram desenvolvidos com a finalidade de melhorar a composição química, promovendo o rompimento da estrutura da fração fibrosa para torná-la mais digestível e, conseqüentemente aumentando o consumo pelos animais.

Portanto, a hidrólise da cana-de-açúcar tem sido uma técnica bastante difundida na pecuária, sendo capaz de prolongar o tempo de armazenamento após a picagem além de alterar a composição da fibra da cana, tornando-a mais digestível (OLIVEIRA, 2010).

Dentre estes tratamentos (biológicos, físicos e químicos), aqueles que usam compostos químicos, hidróxido de sódio (soda cáustica - NaOH), hidróxido de cálcio [Ca (OH)<sub>2</sub>], amônia anidra (NH<sub>3</sub>) e, mais recentemente, óxido de cálcio (cal virgem - CaO) para promover a hidrólise apresentam-se como boas opções (OLIVEIRA, 2010).

Esses agentes atuam solubilizando parcialmente a hemicelulose, promovendo o fenômeno conhecido como “entumescimento alcalino da celulose” que consiste na expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, as quais, segundo Jackson (1977), conferem a cristalinidade da celulose, além de promoverem o aumento na digestão da celulose e hemicelulose. De acordo com Klopfenstein (1980) o teor de lignina normalmente não é alterado pelo tratamento químico, mas a ação desse tratamento leva ao aumento da taxa de digestão da fibra, provavelmente devido às quebras das ligações entre as frações celulose e hemicelulose.

Segundo Ezequiel et al. (2002) o tratamento alcalino na cana-de-açúcar influencia positivamente a digestibilidade das frações fibrosas, proporcionando melhor aproveitamento da fibra da dieta, disponibilizando mais energia para estímulo do crescimento microbiano, elevando o aporte de proteína para os intestinos e digestibilidade mais elevada em relação à cana-de-açúcar *in natura*.

Santos et al. (2006) avaliaram o efeito do óxido de cálcio sobre a composição da fração fibrosa (FDN, FDA e hemicelulose) da cana-de-açúcar *in natura*, em quatro níveis (0; 0,5; 1,0 e 1,5 %), aplicados a seco ou diluídos em solução aquosa e observaram que a cana-de-açúcar sem aditivo apresentou maiores valores de FDN, FDA e hemicelulose, afirmando que a hidrólise é capaz de promover alteração nos componentes da parede celular da cana-de-açúcar.

Nesse mesmo contexto, Silva et al. (2006a) avaliaram o efeito da adição de 1% de cal hidratada  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  na cana-de-açúcar picada nos tempos 0 hora (logo após o 6 tratamento) 1, 3, 6, 12 e 24 horas após o tratamento, simulando o que aconteceria se a cana-de-açúcar estivesse exposta no cocho, e verificaram que a adição da cal hidratada apresentou efeito significativo sobre o pH do suco da cana-de-açúcar. O pH médio do suco da cana tratada com cal hidratada e *in natura*, como resultado da média dos horários de exposição, foram de 7,94 e 4,71, respectivamente. No desdobramento da interação entre os tratamentos e horários, verificou-se que a adição do  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  causou uma redução do pH após 1 hora de exposição, chegando ao valor mínimo com 24 horas, porém muito superior àquele observado na cana *in natura*.

Na última década, a utilização de aditivos químicos tem se destacado no processo de conservação da cana-de-açúcar, principalmente os alcalinizantes de meio. A finalidade desses é interferir na dinâmica fermentativa, alterando o pH e a pressão osmótica da massa de forragem, na manutenção das qualidades nutricionais, digestibilidade e estabilidade aeróbica do material *in natura* (SILVA et al., 2006b) e, por conseguinte, inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis durante a fermentação do material ensilado (SANTOS, 2007).

No caso de cales provenientes de rochas dolomíticas, ou seja, com menor quantidade de óxido de cálcio (por ex. 38 a 53%), a relação cálcio:fósforo é totalmente inadequada, uma vez que a quantidade de cal utilizada tem que ser muito elevada afim de se conseguir a hidrólise da cana-de-açúcar. Portanto, são cales não recomendadas para uso na alimentação de bovinos (MACEDO, 2007).

Os agentes alcalinizantes mais utilizados atualmente são o  $\text{CaO}$  e o  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  porém, a ação hidrolisante desses químicos depende de vários fatores, dentre eles a composição da rocha que originou a cal, principalmente os teores de óxido de cálcio e de óxido de magnésio. Estes teores poderão apresentar variações acentuadas e significativas, o que irá influir diretamente sobre o poder hidrolisante da cal (OLIVEIRA et al., 2007).

Oliveira et al. (2007) propuseram vários fatores que podem afetar à hidrólise da cana-de-açúcar, dentre estes, a composição da cal (concentração

de óxido de cálcio e de óxido de magnésio) e quantidade utilizada, outro fato relevante é em torno das características da cana-de-açúcar tais como, variedade, época de corte e tamanho da partícula após trituração, objetivando à necessidade de estabelecer formas de utilização mais adequadas para cal em cana-de-açúcar quando relacionada à alimentação animal.

A maioria dos autores estudados relatam que a cana-de-açúcar tratada com cal hidratada diminuiu os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (Hem) e a digestibilidade da matéria seca, melhorando sua estabilidade e composição química.

Silva et al. (2006a) observaram que o tratamento com cal hidratada aumenta os teores de material mineral (MM) havendo a necessidade de mais estudos para verificar esses efeitos sobre o metabolismo e saúde animal.

Em trabalhos realizados para analisar a cal virgem ou hidratada na estabilidade, na composição química da cana-de-açúcar e na digestibilidade dos nutrientes resultaram em uma melhora tanto na estabilidade, como na constituição química (diminuição nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e de hemicelulose) e digestibilidade (aumento da digestibilidade in vitro da matéria seca) em seguida a aplicação de cal (OLIVEIRA, 2010).

### **2.3. Cana-de-açúcar corrigida com ureia pecuária + enxofre**

A ureia pecuária é um composto nitrogenado não proteico que possui características específicas, como ser desprovida de valor energético, solúvel e ser rapidamente convertida a nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) e  $CO_2$ , pela ação da urease sintetizada pelas bactérias do rúmen (WALLACE, 1996). A amônia é o composto central para que ocorra a síntese das proteínas dos microrganismos do rúmen, principalmente das bactérias e de modo reduzido dos protozoários e fungos.

Desta forma, a ureia por ser fonte de NNP pode ser utilizado para reduzir custos com a suplementação proteica em dietas de bovinos, entretanto, sua eficiência de utilização pelos animais depende do balanceamento adequado da dieta, de modo a permitir uma sincronização entre a disponibilidade de carboidratos fermentáveis e nitrogênio no rúmen. Além disso, atenção deve ser

dada à concentração de minerais, bem como ao período de adaptação à dieta pelos animais; para vacas no terço médio e final de lactação, a ingestão de ureia pode chegar a valores próximos a 200g por animal por dia ou 40g para cada 100kg de peso vivo (ABREU, 2012).

Os ruminantes têm a capacidade de transformar o NNP em proteína, pela ação das bactérias, e estas utilizam 100 gramas de ureia e a transformam em aproximadamente 250 gramas de proteína equivalente microbiana. Desta forma, o conteúdo nitrogenado da dieta influi diretamente no consumo, portanto forragens com teores de proteína bruta (PB) inferiores a 5% na MS são limitantes para o crescimento de microrganismos do rúmen, conseqüentemente diminui o processo de fermentação ruminal e aumenta o tempo de retenção do alimento no compartimento ruminal (RAYMOND, 1969).

A velocidade de liberação do nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal é fator determinante de transformação da ureia em proteína. Conforme Santos et al. (2001), a taxa de formação de N-NH<sub>3</sub> ruminal influencia a síntese de proteína microbiana, que deve ser mantida em nível adequado para que ocorra melhora na digestibilidade da forragem ingerida pelos ruminantes, acarretando aumento na produção de ácidos graxos voláteis e melhora na conversão do alimento em energia

A concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal deve ser de 5 mg por 100 mL (SATTEER e ROFFLER, 1979). A síntese microbiana adequada é fator determinante na degradabilidade da forragem consumida pelos ruminantes, que resulta em última análise, em produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e proteína microbiana. Assim, o desempenho animal seria a expressão da transformação de AGCC em energia metabolizável e da proteína microbiana em aminoácidos.

No entanto, as bactérias ruminais necessitam de uma fonte de enxofre para produção de aminoácidos sulfurados (metionina, cistina e cisteína), onde parte será utilizada na formação de proteína microbiana e outra parte passará para compartimentos inferiores onde serão absorvidos. A demanda de enxofre pelas bactérias é proporcional a demanda dos aminoácidos metionina, cistina e cisteína (tanto por bactérias como pelo animal ruminante). Normalmente, relações nitrogênio: enxofre (N:S) de aproximadamente 13-14:1 no suplemento

são suficientes para propiciar desempenho adequado aos bovinos, ou seja, para cada 13 a 14 g de N deve haver um g de enxofre (FERREIRO et al., 1977).

Este enxofre pode ser proveniente tanto do sulfato de amônio como do sulfato de cálcio, onde para atingir a relação de N:S necessária são utilizados 9 partes de ureia + 1 parte de sulfato de amônio ou 8 partes de ureia + 2 partes de sulfato de cálcio, com a utilização desta relação na dieta de bovinos haverá melhor eficiência microbiana com aumento da síntese microbiana e aumento do fluxo de proteína ruminal, proporcionando melhor aproveitamento da proteína pelo animal (ABREU, 2012).

Desta forma, o uso de nitrogênio e enxofre na alimentação dos bovinos auxilia de duas formas: inicialmente, permite a correção da deficiência desses nutrientes, sendo estes necessários para a síntese de proteína microbiana, e, subsequentemente permite o consumo de mais energia pelo animal mediante o aumento da taxa de digestão. A suplementação com enxofre tem aumentado a digestibilidade *in vitro* da celulose, bem como a digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro (FDN) (HUNTER E SIEBERT, 1980).

A suplementação nitrogenada com a utilização ureia: sulfato de amônio sobre a cana-de-açúcar in natura, viabiliza a utilização da cana na alimentação animal, pois acarretam em incrementos de PB na forragem de 2 a 3% eleva-se para 10 a 12% na MS (PEREIRA, 2000). A relação de NNP adicionado a cana-de-açúcar veio fundamentada em várias pesquisas realizadas na década de 70 (ALVAREZ e PRESTON, 1976; FERREIRO et al., 1977; PRESTON, 1977) com intuito de apresentarem melhor aproveitamento da cana-de-açúcar na dieta de ruminantes.

Contudo, precauções devem ser tomadas em relação a porcentagem de inclusão de ureia na dieta e levando em conta as exigências de proteína bruta do animal, bem como a concentração de proteína não degradada no rúmen na dieta. Para animais no início de lactação, aconselha-se o fornecimento de quantidades inferiores a essa. A adaptação à ingestão da ureia por meio do fornecimento de quantidades gradativamente crescentes é condição fundamental para se evitar intoxicação (ABREU, 2012).

Segundo Bordini (2002), durante os primeiros sete dias de fornecimento da cana, a dose recomendável é 0,5 kg de ureia com sulfato para 100 kg de cana, depois desse período, a proporção a ser utilizada 1 kg da mistura para 100 kg de cana. Magalhães (1997) afirma que as seguintes vantagens do uso da ureia na alimentação dos ruminantes: aumento na produção de leite; redução do custo da ração por apresentar baixo custo por unidade de proteína e facilidade no fornecimento ao gado.

Silva et al. (2001) utilizaram 15 vacas lactantes (Holandês x Gir) alimentadas à vontade com rações iso proteicas, constituídas a base da matéria seca (MS) de 60% de silagem e 40% de concentrado, contendo 0; 0,7; 1,4; e 2,1% de ureia, correspondentes aos teores de 2,08; 4,01; 5,76; e 8,07% de proteína bruta na forma de NNP, com o objetivo de avaliar o desempenho de vacas leiteiras. A adição de níveis crescentes de NNP, em substituição à proteína verdadeira, reduziu o consumo de nutrientes, para as vacas no terço inicial de lactação. A produção máxima de leite, de 20,10 kg/dia, foi estimada com o teor de 4,79% de NNP, ou 0,7% de ureia na MS total das rações. O máximo teor de proteína do leite, 3,4%, foi estimado para 3,88% de NNP na MS das rações.

#### **2.4. Ureia protegida ou de liberação lenta**

Nas últimas décadas, inúmeras tecnologias foram desenvolvidas a fim de, sincronizar a liberação de NNP com a degradação de carboidratos no rúmen, em virtude da maximizar a eficiência microbiana. Muitas destas tecnologias buscavam o controle da liberação de NNP a partir da ureia, que incluem: amiréia (BARTLEY e DEYOE, 1975), ureias tratadas com formaldeído (PROKOP e KLOPFENSTEIN, 1977), proteção com gordura (FORERO; OWENS e LUSBY, 2001), proteção com biureto (LÖEST; TITGEMEYER e LAMBERT, 2001), ureia líquida e cloreto de cá (CASS e RICHARDSON, 1994) e ureia encapsulada por polímero (GALLO et al., 2003).

Segundo Akay et al. (2004), a ureia protegida com polímero confere tempo de degradação da ureia de até 16 h, sendo a sua solubilização lenta e constante.

Desta forma, Ferreira et al. (2005) afirmam que a ureia protegida pode trazer eficiência ao metabolismo animal, com economicidade e aumento da produtividade. Assim, têm-se buscado o controle de liberação de N oriundo da ureia, para permitir maior sincronização com a degradabilidade dos carboidratos, ocorrendo maior utilização pelas bactérias ruminais, aumentando a eficiência e conseqüentemente o fluxo de proteína microbiana, maximizando o desempenho animal (EUSTÁQUIO FILHO et al., 2008).

Paula et al. (2009) suplementando animais com ureia de protegida, encontraram níveis de 25,27mg/dL de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal, nas primeiras 12 horas, após seu fornecimento. O valor encontrado também ficou acima do nível de máxima atividade microbiana. Os autores também verificaram que a liberação da ureia foi significativamente mais lenta em relação ao tratamento com ureia convencional. Desta forma a ureia de protegida pode trazer eficiência ao metabolismo animal, com economicidade e melhoria da produtividade.

Pinos-Rodríguez et al. (2010) descreve que a proteção da ureia surgiu como alternativa para minimizar a alta conversão de ureia em amônia no rúmen e com o objetivo de disponibilizar a ureia de forma mais lenta fazendo que a conversão em amônia fosse modulada, assim, agindo de modo mais estreito com a conversão de carboidratos.

A utilização desta fonte de nitrogênio de liberação lenta em decorrência do encapsulamento visa, redução de fontes de proteína verdadeira na dieta, apresentando ainda, como vantagens a capacidade de diminuir os riscos de intoxicação por ureia, aumentar o espaço para inclusão de ingredientes na dieta e melhorar o sincronismo de nutrientes no rúmen sem comprometer o desempenho produtivo (SOUZA et al., 2010).

Segundo Goulart et al. (2013) a rápida hidrólise da ureia com velocidade maior que a disponibilidade de energia para capacitar a conversão do nitrogênio amoniacal em microbiota ruminal, ocorrerá acúmulo e escape de amônia no rúmen. Desta forma, a ureia será melhor utilizada como fonte de nitrogênio para síntese proteica, quando houver sincronismo entre liberação de energia e nitrogênio, objetivo fundamental da utilização da ureia encapsulado por polímero (degradação lenta).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. EXPERIMENTO 1: Avaliação da cana-de-açúcar hidrolisada associada com ureia**

##### **3.1.1. Local**

O experimento foi conduzido na Granja Leiteira da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, localizado a 21°14'05" latitude Sul e 48°17'09" longitude Oeste, com altitude de 613,98 m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é o tipo Cwa, mesotérmico de inverno seco. O solo no qual foi cultivado o canavial é classificado como latossolo vermelho, de textura argilosa e média fertilidade (ANDRIOLI e CENTURION, 1999).

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC), foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2 (duas formas de utilização e dois tipos de ureia) com cinco repetições.

##### **3.1.2. Alimentos e tratamentos**

Foi utilizada a cana-de-açúcar, cultivar IAC 86-2480 cortada manualmente em soqueira com 12 meses (5º corte) e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint modelo Premium Doblo®.

Para a hidrólise foi utilizada a cal hidratada (MgO=1,5%, CaO total=72,5%, Ca (OH)<sub>2</sub>=95,5%). A calda para hidrólise foi preparada na proporção de 0,5 kg de cal em dois litros de água para 100 kg de cana-de-açúcar picada, aplicada manualmente por meio de um regador sobre uma camada de 25 cm cana-de-açúcar picada e revolvida com enxada para homogeneização. Após este processo foi realizado o amontoamento do volumoso e fornecido aos animais seis horas após a hidrólise de acordo com Oliveira (2010).

Foram retiradas amostras da cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisadas com cal hidratada, sob os diferentes tratamentos, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em congelador a -20 °C. As amostras foram analisadas no laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV/UNESP.

Foram estabelecidos os seguintes tratamentos para avaliação bromatológica e avaliação do pH:

- T1 =** Cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; para cada 100kg de cana picada
- T2 =** Cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; para cada 100kg de cana picada
- T3 =** Cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio (pó); para cada 100kg de cana picada
- T4 =** Cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 300 gramas de ureia protegida (pó); para cada 100kg de cana picada.

### **3.1.3. Determinação do pH**

Após aplicação dos tratamentos e final de cada tempo de armazenamento (0; 2; 4 e 6h), foram coletadas amostras e realizadas análises para a determinação do pH com auxílio de uma prensa manual e leitura com pHmetro Digimed® DM20, conforme metodologia descrita por (SILVA e QUEIROZ, 2002). As mesmas amostras coletadas para determinação do pH foram utilizadas para composição bromatológica do material.

### **3.1.4. Composição bromatológica**

As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C e moídas em moinho tipo Willey em peneiras com crivos de 2 mm. Nestas amostras foram determinados os teores de: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de acordo com AOAC (1990).

Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram avaliados pelo método descrito por Van Soest e Robertson (1985).

Os carboidratos totais (CT) e os não-fibrosos (CNF) seguiram metodologia descrita por Sniffen (1992), pelas expressões:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ ;  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{cp} + MM)$ . A fração B foi calculada pela diferença entre  $FDN_c$  – Fração C (Sniffen et. al., 1992) e a C, pela porcentagem de lignina multiplicada por 2,4 (SNIFFEN et. al., 1992).

Para determinação da celulose (CEL) foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994). Os teores de hemicelulose (HEM) foram calculados por diferença entre FDN e FDA, o de lignina (LIG) pela diferença entre FDA e celulose e a matéria orgânica (MO) pela diferença entre MS e MM. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados através das fórmulas descritas a seguir:

$NDT (\%) = 91,6086 - 0,669233 \times FDN + 0,437932 \times PB$ , conforme (CAPELLE et al. (2001); onde NDT = Nutrientes digestíveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; PB = proteína bruta.

### **3.1.5. Análise estatística**

Foram realizadas análises de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e, também análises de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (2014).

## **3.2. EXPERIMENTO 2: Digestibilidade *in vitro* dos nutrientes.**

### **3.2.1. Local**

O trabalho foi conduzido no setor de Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos e no Laboratório de Ingredientes e Gases Poluentes da FCAV/UNESP de Jaboticabal-SP. O campus da UNESP Jaboticabal está situado à Latitude Sul 21°15'22"-S, Longitude Oeste 48°18'58"-W, e altitude média de 595 m. O clima de Jaboticabal, segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco.

O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado (DIC), foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2 (duas formas de utilização e dois tipos de ureia) com 5 repetições.

### 3.2.2. Animal

Utilizou-se um bovino macho da raça Nelore, castrado e canulado no rúmen, com peso médio de 600 kg, como doador do conteúdo ruminal, mantido em baia individual, com piso de concreto e parcialmente coberto, provido de bebedouro e cocho.

### 3.2.3. Alimentos, alimentação e tratamentos

A quantidade do alimento fornecido foi calculada mantendo a proporção 50% de volumoso (cana hidrolisada) e 50% de concentrado com base na matéria seca, desta forma o animal recebeu 25 kg de cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% de cal hidratada + 3 kg de concentrado comercial (Bovinos leite 25<sup>®</sup>) a dieta foi ofertada duas vezes ao dia, sendo a primeira às 8 horas e a segunda, às 16 horas, permitindo sobras de até 10%, respeitando as exigências nutricionais do animal, segundo NRC (2001).

A cana-de-açúcar foi proveniente da FCAV/UNESP, cultivar IAC 86-2480, corte soqueira com 12 meses (5<sup>o</sup> corte), cortada manualmente e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint modelo Premium Doblo<sup>®</sup>. A dieta foi constituída de cana hidrolisada misturada ao concentrado comercial Bovinos leite 25<sup>®</sup>, conforme os tratamentos:

- T1 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (calda); para cada 100kg de cana picada;
- T2 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada + 1,0 kg ureia protegida (calda); para cada 100kg de cana picada;
- T3 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (pó); para cada 100kg de cana picada;

**T4 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada + 1,0 kg ureia protegida (pó). para cada 100kg de cana picada.

#### **3.2.4. Avaliação *in vitro***

Realizou-se a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da fibra em detergente neutro (DIVFDN), e da fibra em detergente ácido (DIVFDA) das dietas dos diferentes tratamentos, determinada a partir do ensaio apresentado em Fermentador Ruminal Ankom<sup>®</sup> (“Daisy-II Fermenter”), segundo metodologia descrita por Holden (1999).

Foram pesadas 0,5 g de amostras de cada tratamento com base na matéria seca em sacos de fermentação (ANKON F57<sup>®</sup>), selados e colocados nos jarros de digestão (até 25 saquinhos por jarro). Em cada jarro foi adicionado 1.600 mL de solução tampão pré-aquecida a 39°C, constituída pela mistura, na relação 5:1, de duas soluções A e B, respectivamente. A solução A foi constituída por: 10 g/L de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; 0,5 g/L de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ; 0,5 g/L de  $\text{NaCl}$ ; 0,1 g/L de  $\text{CaCl}_2$  e 0,5 g/L de ureia-grau reativo. A solução B era composta por: 15 g/L de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  e 1,0 g/L de  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

Foram retiradas manualmente, alíquotas do conteúdo ruminal na região interface entre a fase sólida e líquida do rúmen do bovino pré-adaptado. Em seguida, o conteúdo foi submetido à filtração em tecido de algodão, por meio de pressão manual, para separação da fase líquida sendo adequadamente acondicionada em garrafa térmica previamente aquecida a 39 °C. Foram adicionados 400 mL dos inóculos em cada jarro com seus respectivos líquidos dos animais adaptados com os diferentes tratamentos

As amostras permaneceram por 72 horas (h) em incubação, sendo às 48 h iniciais em fermentação e após esse período, realizado um segundo estágio com adição de oito g de pepsina e 40 mL de HCl 6N em cada jarro, mantendo-se o sistema aquecido por mais 24 horas. Após o período de incubação das amostras, os saquinhos foram retirados, lavados e secos em estufa a 55° C em seguida determinou-se o teor de MS das amostras após secagem em estufa a 105° C.

As médias da digestibilidade foram obtidas de todos os períodos de cada tratamento. Para a determinação da DIVFDN e da DIVFDA, foi realizada

seguindo as recomendações de Mertens (2002), utilizando o método sequencial proposto pela ANKOM Fiber Analyser (ANKOM® 2000 Technology Corporation, Fairport, NY) no Laboratório de Análise de Nutrição Animal (LANA) da Unesp do câmpus de Jaboticabal.

### **3.2.5. Análise estatística**

Foram realizadas análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e, também análises de regressão polinomial a fim de verificar o comportamento das variáveis, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (2014).

## **3.3. EXPERIMENTO 3: Efeito da cana hidrolisada associada a ureia sobre o consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais em bovinos da raça Nelore.**

### **3.3.1. Local**

O experimento foi conduzido no setor de Unidade Animal de Estudos Digestivos e Metabólicos da FCAV/UNESP de Jaboticabal-SP.

Utilizou-se o delineamento em quadrado latino 4 x 4, sendo quatro animais, quatro períodos e quatro tratamentos com a utilização da ureia em pó ou na calda no momento da hidrólise da cana-de-açúcar.

### **3.3.2. Animais**

Foram utilizados quatro bovinos machos castrados e canulados no rúmen, com peso médio de 600 kg da raça Nelore, com 48 meses de idade, como doadores do conteúdo ruminal, mantidos em baias individuais, com piso concretado e parcialmente cobertas, providas de bebedouros e cochos individuais.

### **3.3.3. Alimentos, alimentação e tratamentos**

A quantidade do alimento fornecido foi calculada mantendo a proporção 60% de volumoso (cana hidrolisada) e 40% de concentrado com base na matéria seca, recebeu 25 kg de cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% de cal

hidratada + 3 kg de concentrado comercial (Bovinos Leite 25<sup>®</sup>) ofertadas duas vezes ao dia, sendo a primeira às 8 horas e a segunda às 16 horas, permitindo sobras de até 10%, respeitando as exigências nutricionais dos animais, segundo NRC (2001).

A cana-de-açúcar foi proveniente da FCAV/UNESP, cultivar IAC 86-2480, corte soqueira com 12 meses (5<sup>o</sup> corte), cortada manualmente e picada em picadeira estacionária da marca Menta Mint modelo Premium Doblo<sup>®</sup>. A dieta foi constituída de cana hidrolisada misturada ao concentrado comercial comigo 25<sup>®</sup>, conforme os tratamentos:

- T1 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (calda); para cada 100kg de cana picada;
- T2 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada (CH) + 1,0 kg ureia protegida (calda); para cada 100kg de cana picada;
- T3 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (cocho); para cada 100kg de cana picada;
- T4 =** Cana-de-açúcar Hidrolisada com cal hidratada + 1,0 kg ureia protegida (cocho) para cada 100kg de cana picada.

#### **3.3.4. Consumo de nutrientes e digestibilidade aparente**

O consumo dos animais foi registrado entre o 11<sup>o</sup> ao 15<sup>o</sup> dia de cada período, pela pesagem do oferecido (volumoso e concentrado) e das sobras, sendo a oferta de alimentos mantida em 10% acima do consumo voluntário e fornecida em duas refeições diárias às 08 e 16 horas.

As amostras dos alimentos (volumoso e concentrado) e das sobras foram retiradas diariamente, sendo realizada amostra composta das sobras e acondicionadas a -20 °C. Em seguida, foram pré-secas em estufa de ar forçado a 55 °C, moídas em moinho tipo Willey, peneira com crivos de 1mm. Para calcular a segunda matéria seca, as amostras foram previamente incubadas na

estufa a 105 °C e posteriormente, foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Nutrição Animal (LANA) para as análises bromatológicas.

Os teores de MS, PB, EE e MM foram determinados segundo a AOAC (1990). Os teores de FDN, FDNcp, FDA e lignina foram determinadas segundo (MERTENS, 2002)

Os CT e CNF foram calculados segundo Sniffen et al. (1992). O NDT foi estimado, segundo a fórmula de Weiss (1992).

Para a digestibilidade aparente foi realizada por meio da coleta total de fezes, manualmente, entre o 10<sup>o</sup> ao 15<sup>o</sup> de cada período. As fezes foram pesadas, homogeneizadas e amostradas em 10% do total excretado diariamente e congeladas a -20 °C. Na sequência, foram pré-secas em estufa de ar forçado a 55°C por 72 horas, e moídas em moinho tipo Willey, com peneiras com crivos de 1 mm, depois para calcular a segunda matéria seca, as amostras foram incubadas em estufa a 105°C. Nestas amostras foram determinados os teores de MS e PB segundo a AOAC (1990) e FDN (MERTENS, 2002).

### **3.3.5. Parâmetros ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>)**

Para determinar o pH e as concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) foram colhidas amostras do conteúdo ruminal (aproximadamente 200 mL). As coletas ocorreram nos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação matinal dos animais, sendo posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Análises de Nutrição Animal (LANA).

A leitura do pH foi feita através de uma alíquota do conteúdo ruminal, filtrada em gaze e imediatamente submetida à análise em peagâmetro digital (Digimed DM-20).

Na sequência, foi determinada a concentração de N-NH<sub>3</sub>, segundo a técnica de Vieira (1980). O processo foi dividido em duas etapas: a destilação da amostra em aparelho tipo micro-Kjeldhal e a titulação ácida. Para a determinação da destilação, utilizou-se uma alíquota de 2 mL de líquido ruminal por amostra, sendo a análise realizada em duplicata.

Posteriormente, a amostra foi colocada em tubos de proteína e acoplada ao aparelho para a realização da destilação com 13 mL de água destilada. Em

seguida, foram adicionados 5 mL de (Hidróxido de potássio) KOH à amostra na concentração de 2 mol/L. O destilado foi transportado em um recipiente contendo 10 mL de ácido bórico 2%, utilizado como indicador, até completar o volume de 50 mL. A titulação foi realizada com HCl na concentração de 0,005 mol/L e calculada a concentração de amônia ruminal.

### **3.3.6. Análise estatística**

Foram realizadas análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (2014).

## **3.4. EXPERIMENTO 4: Desempenho de vacas da raça Girolando alimentadas com cana hidrolisada associada a ureia.**

### **3.4.1. Local**

O experimento foi conduzido no Pólo regional Alta Mogiana da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) – Colina. Durante o período experimental, as condições climáticas eram: temperatura máxima: 29,94° C; temperatura mínima: 11,98° C; temperatura média: 20,96° C; precipitação total do mês: 1,42 mm; número de dias com chuvas no mês: 14 dias. (CIIAGRO, 2013).

### **3.4.2. Animais**

Foram utilizadas 8 vacas da raça Girolando 7/8, no pós-pico de lactação (60 dias), com peso médio inicial de 530 kg, produção inicial de leite de 21,15 kg. As vacas foram distribuídas em dois quadrados latinos 4 x 4, organizadas de acordo com a produção de leite, a ordem de parição e o pós-pico da lactação

O experimento foi constituído por quatro períodos de 15 dias, sendo os 10 primeiros dias de adaptação às dietas experimentais e cinco dias de coletas, totalizando 60 dias. No 15º dia de cada período experimental foi realizada a pesagem das vacas.

As vacas foram alocadas aleatoriamente em baias individuais constituídos de piso de concreto, comedouros e bebedouros individuais do tipo automático permitindo o fornecimento de água *ad libitum* aos animais.

Os procedimentos experimentais foram aprovados pelas normas éticas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Unesp/Jaboticabal (número do protocolo 017996/14).

### 3.4.3. Alimentos e Alimentação

As vacas foram alimentadas com volumoso (cana hidrolisada e silagem de milho) e concentrado comercial (Bovinos Leite 25<sup>®</sup>), na proporção de 60:40 volumoso/concentrado sendo 50-50% dentro dos volumosos a base na matéria seca. As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais recomendadas de acordo com o NRC (2001) para vacas da raça Girolando em lactação, considerando o peso corporal: 500 kg, produção de leite: 15 kg dia<sup>-1</sup> CMS: 14 kg dia<sup>-1</sup> a 3,55% do PC), ajustando os valores a cada dia e foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal para a estimativa do consumo permitindo sobras de até 10%.

A cana-de-açúcar foi obtida do canavial da APTA – Colina, variedade RB 85-5536, de quarto corte (10 a 12 meses de idade). Após a colheita, a cana-de-açúcar foi hidrolisada conforme metodologia descrita por Oliveira, (2010) com cal hidratada (MgO=1,5%, CaO total=72,5%, Ca (OH)<sub>2</sub>=95,5%). A silagem de milho foi retirada do silo apenas no momento de fornecimento aos animais e pesada no momento da alimentação.

As dietas foram compostas por volumoso (cana hidrolisada + silagem de milho) misturados ao concentrado, fornecidas em duas refeições diárias individualmente, a primeira às 7 horas da manhã e a segunda às 16 horas. Desta forma foi estabelecido os seguintes tratamentos experimentais:

- T1 =** 50% cana hidrolisada com cal hidratada (CH) (0,5 kg de cal hidratada + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; 2,0 litros de água; para cada 100 kg de cana picada) + 50% de silagem de milho (SM);
- T2 =** 50% CH (0,5 kg de cal hidratada + 1,0 kg ureia protegida; 2,0 litros de

água; para cada 100 kg de cana picada) + 50% de silagem de milho (SM);

**T3 =** 50% CH (0,5 kg de cal hidratada; 2,0 litros de água; para cada 100 kg de cana picada) + 50% de silagem de milho (SM) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio;

**T4 =** 50% CH (0,5 kg de cal hidratada; 2,0 litros de água; para cada 100 kg de cana picada) + 50% de silagem de milho (SM) + 1,0 kg ureia protegida.

#### **3.4.4. Consumo dos nutrientes**

O consumo dos nutrientes foi mensurado do 11<sup>a</sup> ao 15<sup>a</sup> dia de cada período experimental, pela diferença entre o ofertado e as sobras. Durante os cinco dias de coleta, foram realizadas amostragens dos alimentos fornecidos e das sobras e, ao final, elaborou-se amostra composta representativa por animal em cada período, sendo estas armazenadas em sacos plásticos e congeladas a -20° C, para posteriores análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Nutrição Animal (LANA) da FCAV/UNESP.

As amostras foram pré-secas em estufa de ar forçado a 55 °C, moídas em moinho tipo Willey, com peneiras de crivos a 1mm. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1990).

As avaliações da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina seguiram o protocolo descrito por Mertens (2002), utilizando o método sequencial proposto pela ANKOM Fiber Analyser (ANKOM® 2000 Technology Corporation, Fairport, NY).

Os carboidratos totais (CT) e os não-fibrosos (CNF) foram determinados segundo Sniffen et al. (1992), pelas expressões:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ ;  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{cp} + MM)$ . Foi estimado o NDT, segundo a fórmula de Weiss (1992). Na Tabela 1 estão expressas as composições bromatológicas dos ingredientes e tratamentos experimentais, respectivamente.

**Tabela 1.** Valores médios da composição bromatológica da silagem de milho (SM), cana-de-açúcar hidrolisada (CH), concentrado (CONC) e tratamentos experimentais na base da matéria seca (%).

Variáveis	SM	CH	CONC	Tratamentos <sup>1</sup>			
				T1	T2	T3	T4
MS	34,72	27,02	88,73	35,08	37,41	38,97	36,97
PB (%)	7,80	3,81	29,35	15,69	13,99	10,96	14,23
EE (%)	2,82	0,98	3,31	1,99	2,79	1,39	1,83
FDN (%)	50,11	63,81	12,91	54,36	42,25	54,75	53,07
FDNc (%)	49,19	61,02	11,54	56,73	41,18	53,70	51,96
FDA (%)	28,72	37,64	5,67	30,52	23,30	30,75	27,87
MM (%)	4,61	7,66	12,13	7,68	6,47	6,43	6,02
HEM (%)	21,40	26,17	7,24	23,84	18,96	24,00	25,21
CEL (%)	24,44	29,98	5,49	26,00	20,14	26,35	23,69
LIG (%)	4,27	7,65	0,18	4,52	3,15	4,40	4,17
CT <sup>3</sup> (%)	95,12	97,80	67,91	87,90	82,72	88,18	85,68
CNF <sup>4</sup> (%)	45,88	36,83	56,37	19,90	37,11	29,29	27,35
NDT <sup>5</sup> (%)	68,83	60,14	94,27	70,16	72,19	64,24	66,70

<sup>1</sup>T1= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); <sup>2</sup>T2= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; <sup>3</sup>T3= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio, fornecidos no cocho; <sup>4</sup>T4= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO = Matéria Orgânica; PB = proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDNc: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas; FDA: fibra em detergente ácido; LIG = lignina; CEL = Celulose; HEM = Hemicelulose; <sup>3</sup>CT: carboidrato total, estimado segundo Van Soest (1991); <sup>4</sup>CNF: carboidrato não fibroso; <sup>5</sup>NDT: nutriente digestível total, estimado segundo Capelle (2001).

### 3.4.5. Produção e composição química do leite.

A ordenha foi realizada duas vezes ao dia (6 e 15 horas) em sala com ordenha mecanizada tipo espinha de peixe. Realizado as medidas de higiene “pré” e “pós-dipping” com anti-séptico a base de Hipoclorito de sódio 5% e solução de Iodo 0,5% respectivamente, e secagem com papel toalha. A detecção da mastite clínica foi realizada diariamente por meio do teste da caneca de fundo escuro, antes de cada ordenha dos animais. Ao final de cada período experimental (15<sup>o</sup> dia) foi realizado o teste de “California Mastitis Test” para detecção de mastite subclínica.

A produção de leite (PL) diária ( $\text{kg}/\text{anim. dia}^{-1}$ ) foi mensurada em painel digital entre o 11<sup>a</sup> e 15<sup>a</sup> dia de cada período experimental. Foi determinada a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PL 3,5%), utilizando a fórmula  $\text{PL } 3,5\% = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ de gordura no leite}) \times \text{produção de leite}$ , de acordo com Sklan et al. (1992). Para o cálculo da eficiência de produção de leite (EP) empregou-se a seguinte fórmula:  $\text{EP} = \text{valores médios da produção de leite } (\text{kg dia}^{-1}) / \text{consumo de matéria seca } (\text{kg dia}^{-1})$  segundo NRC (2001).

A composição do leite foi avaliada através de amostras retiradas entre os dias 11<sup>o</sup> e 13<sup>o</sup> de cada período experimental, sendo amostras proporcionais às produções obtidas nas ordenhas da manhã e da tarde, armazenadas em tubos contendo conservante (2-bromo-2-nitropropano-1-3diol) e enviadas para a Clínica do Leite da ESALQ/USP em Piracicaba-SP para a análise de composição e qualidade. Foram analisados lactose, proteína, gordura, sólidos totais e extrato seco desengordurado.

#### **3.4.6. Parâmetros sanguíneos**

As coletas de sangue foram realizadas no 15<sup>o</sup> de cada período experimental por punção da veia e/ou artéria coccígea, anteriormente ao fornecimento das rações no período da manhã. As amostras foram coletadas em tubos vacuolizados (Vacutainer) de 10 mL, para dosagem dos parâmetros sanguíneos, colesterol total, colesterol HDL, proteínas totais, albumina, ureia no soro sanguíneo. Imediatamente após a coleta, as amostras foram refrigeradas e centrifugadas a 2000rpm, durante 15 minutos, para a separação do plasma. O centrifugado obtido foi transferido para tubetes plásticos, identificados e armazenados a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , até o procedimento das análises laboratoriais.

As análises das concentrações dos parâmetros sanguíneos foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Animal do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP, por meio de kits comerciais (Laborlab® e CELM®) que utilizam método enzimático colorimétrico de ponto final, sendo a leitura realizada em analisador automático de bioquímica sanguínea (Sistema de Bioquímica Automático SBA-200 - CELM®).

A concentração de colesterol HDL (C-HDL) foi determinada em duas etapas, sendo a primeira envolvendo preparação prévia das amostras, e a segunda envolvendo a análise propriamente dita. Para a realização da análise da concentração de C-HDL, 200µl da amostra foram pipetados em tubos Ependorff de 2,5ml, juntamente com 100µl do reativo único precipitante (CELM-1763), na proporção de 2:1, e misturados manualmente por inversão suave durante 20 segundos.

Em seguida, as amostras foram deixadas em repouso, por 10 minutos. Posteriormente, as amostras preparadas foram centrifugadas durante 15 minutos a 2700g. Nos volumes centrifugados, as lipoproteínas LDL e VLDL foram precipitadas seletivamente pelo ácido fosfotungstico. No sobrenadante, separado pela centrifugação, restaram as moléculas de HDL ligadas ao colesterol (FRIEDEWALD et al.,1972). As concentrações de nitrogênio ureico no soro sanguíneo foram determinadas indiretamente por meio da seguinte fórmula: nitrogênio ureico = ureia (mg/dL) /2,14.

#### **3.4.7. Análise parcial de custos**

A análise parcial de custos correspondeu à determinação dos custos com concentrado e volumoso, custo com alimentação (concentrado + volumoso), receita, margem bruta, eficiência financeira e custo/benefício. A receita foi calculada como sendo o produto da produção diária de leite e o preço de venda do leite tipo B.

A margem bruta foi obtida pela diferença entre a receita e o custo com alimentação. A eficiência financeira foi obtida pelo quociente entre receita e custo com alimentação. A relação custo/benefício foi obtida pelo quociente entre o custo diário com alimentação e produção diária de leite/vaca.

Os preços utilizados foram os médios praticados no Estado de São Paulo, referente ao período de agosto de 2016, sendo o 1US\$ = 3,22 (Banco Central do Brasil – agosto/2016). O preço médio do leite Tipo B foi de R\$ 1,31 (Scot Consultoria), enquanto que, o preço do concentrado comercial 1,24 R\$/kg (Rações Comigo®). Quanto aos custos dos volumosos, utilizou-se R\$ 0,097/kg e 0,051/kg para silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura* picada manualmente, segundo a Fundação ABC e CONSECANA respectivamente. O

preço médio da cal hidratada foi de R\$ 0,50/kg (QUALICAL), para a ureia pecuária 2,48 R\$/kg (COPERCITRUS), ureia protegida 5,66 R\$/kg e sulfato de amônio 1,30 R\$/kg (MFRURAL).

#### **3.4.8. Análise estatística**

Para produção de leite e composição química os dados foram analisados pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS versão 9.0 (2002). Consumo de nutrientes e análise parcial de custos os dados foram submetidos a análises de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico AgroEstat (2014).

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.1. EXPERIMENTO 1: Avaliação de cana de açúcar hidrolisada associada com ureia**

##### **4.1.1. Determinação do pH**

A aplicação de cal, independente da forma e tipo de ureia, não alterou ( $P > 0,05$ ) o valor do pH (tabela 2). Entretanto, é possível constatar elevação do pH quando foi utilizado ureia pecuária na hidrólise em relação a ureia protegida, independente da forma de aplicação.

Verificou-se efeito ( $P > 0,05$ ) nos valores do pH em relação aos tempos (0, 2, 4, 6h) após aplicação da cal juntamente com ureia. Nota-se que o pH mensurado duas horas após a hidrólise obteve menor valor quando comparado com a cana-de-açúcar hidrolisada nos demais tempos após hidrólise. Apesar disso, não é possível afirmar que este foi de fato o valor máximo atingido, possivelmente valores distintos podem ser encontrados com intervalos superiores aos avaliados neste estudo.

Em relação a estabilidade do pH (Tabela 2) observada na cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada, dada a influência desse aditivo na elevação do pH, conforme resultados apresentados por Domingues et al. (2011) ao constatar elevação do pH da cana-de-açúcar quando hidrolisada (0,5% de cal) de 75,7 pontos percentuais em relação ao pH da cana-de-açúcar *in natura*. Contudo, essa dinâmica não foi observada neste estudo, podendo

ser atribuída a utilização da ureia pecuária ou protegida no processo de hidrólise fato que possivelmente influenciou a estabilização do pH após as 4 horas.

**Tabela 2.** Valores de pH da cana-de-açúcar hidrolisada submetida aos diferentes tratamentos experimentais.

<b>Tratamentos<sup>1</sup></b>	<b>Médias</b>
T1	6,22
T2	5,92
T3	6,39
T4	5,87
Valor de F	1,39 ns
DMS <sup>2</sup> (%)	0,85
CV <sup>3</sup> (%)	15,43
<b>Tempo (horas)</b>	
Zero	6,15ab
2	5,66b
4	6,34a
6	6,24a
Valor de F	4,48**
DMS <sup>2</sup> (%)	0,532
CV <sup>3</sup> (%)	10,37
Valor de F – Interação Tr x Te	0,42 ns

<sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3= cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio e T4= cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 300 gramas de ureia protegida. Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si (P>0,05); ns = não significativo; \*\* (P<0,01). <sup>2</sup>DMS = diferença mínima significativa; <sup>3</sup>CV = coeficiente de variação.

#### **4.1.2. Composição bromatológica**

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos das análises bromatológicas para cada tratamento experimental. Não foi detectado interferência dos tratamentos (P>0,05) na composição bromatológica da cana-de-açúcar hidrolisada com a cal hidratada.

Rabelo et al. (2010) adicionando cal virgem em até 2% da matéria natural da cana-de-açúcar obtiveram mudanças na composição bromatológica, entretanto, não encontraram efeito positivo sobre o teor de fibras. Os teores de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) aumentaram linearmente com a adição de cal, enquanto reduziram os teores de proteína bruta (PB) e fibra em detergente ácido (FDA), a cal não alterou a fibra em detergente neutro (FDN) nem a lignina (LIG) da cana de açúcar. Já Silva et al (2006a) e Cardoso (2007) identificaram melhorias na composição química com redução nos teores de FDN, FDA e HEM, quando utilizaram cal hidratada (1 kg/100 kg cana picada) e cal virgem (94% óxido de cálcio), respectivamente.

Vários estudos demonstram que a cana-de-açúcar apresenta baixos teores de PB em sua composição bromatológica, tal fato torna-se a principal limitação para o uso deste alimento (FERNANDES et al., 2003; AQUINO et al., 2007; SILVEIRA et al., 2009). Dietas com teor de PB inferior a 7% ou com baixa disponibilidade de nitrogênio podem reduzir a digestibilidade dos constituintes fibrosos da parede celular e aumentar o tempo de permanência desses alimentos no rúmen diminuindo assim o consumo de matéria seca (VAN SOEST, 1994).

Portanto, o fato de adicionar a ureia pecuária + sulfato de amônio ou ureia protegida no processo de hidrólise, tanto em calda como em pó, torna-se uma prática interessante, sendo possível melhorar o consumo da cana-de-açúcar através da hidrólise e redução no uso da mão de obra, pela menor necessidade das atividades relacionadas a picagem da cana uma vez que essa, após ser submetida ao tratamento com cal hidratada poderá ser utilizada por até três dias. Da mesma forma que o uso da ureia em conjunto com a hidrólise proporciona um aumento significativo da atividade microbiana, responsáveis pela degradação da fibra.

De acordo com a tabela 3, observa-se que, a forma de aplicação (solução ou em pó) não interferiu no teor de MS ( $P > 0,05$ ). No entanto, para o tempo houve uma diferença de 3,93% ao comparar a menor média apresentada (4 horas) em relação ao tempo inicial (zero) de exposição da cana-de-açúcar a cal.

A forma de aplicação da cal em calda (cal + água) ou em pó (cal em pó jogada diretamente sobre a cana picada) não se apresenta de forma significativa para alterar a proporção de MS da cana-de-açúcar hidrolisada comportamento semelhante ao identificado por Oliveira (2006) e Ferrari (2013).

Para a adição das ureias (pecuária ou protegida) no processo de hidrólise, Cândido et al. (1999) verificou que em alimentos armazenados ocorre redução dos teores de MS, devido ao poder higroscópico da ureia. No presente trabalho, este comportamento não foi verificado, uma vez que os teores médios de MS permaneceram semelhantes (Tabela 3), mesmo sendo utilizadas ureia (protegida ou não) no processo de hidrólise da cana-de-açúcar. Uma vez que, com seis horas após a aplicação da cal adicionada a ureia, os valores de MS foram semelhantes à média obtida no tempo zero ( $P > 0,05$ ).

Desta forma, salienta-se que a utilização da cal em pó na hidrólise, torna-se interessante para pequenos produtores rurais, uma vez que estes poderão abrir mão de investimentos em estrutura e equipamentos para a mistura da solução (cal + água) com a cana-de-açúcar picada. Mas, a aplicação a seco para grandes quantidades de cana-de-açúcar picada torna-se limitada, quando feita manualmente. Sendo recomendado nestes casos, a utilização da calda na hidrólise, devido a facilidade do processo.

Para os valores de MM (Tabela 3) não foram verificadas alterações para as duas formas de aplicação da cal (calda e pó) e dois tipos de ureia utilizadas (pecuária e protegida), uma vez que nas duas formas de aplicação a cal utilizada foi a mesma, bem como a proporção de cal para cana picada. Resultados similares foram obtidos por Santos (2007), que não verificaram influência nos teores da fração mineral para o modo de aplicação da cal (pó ou em solução).

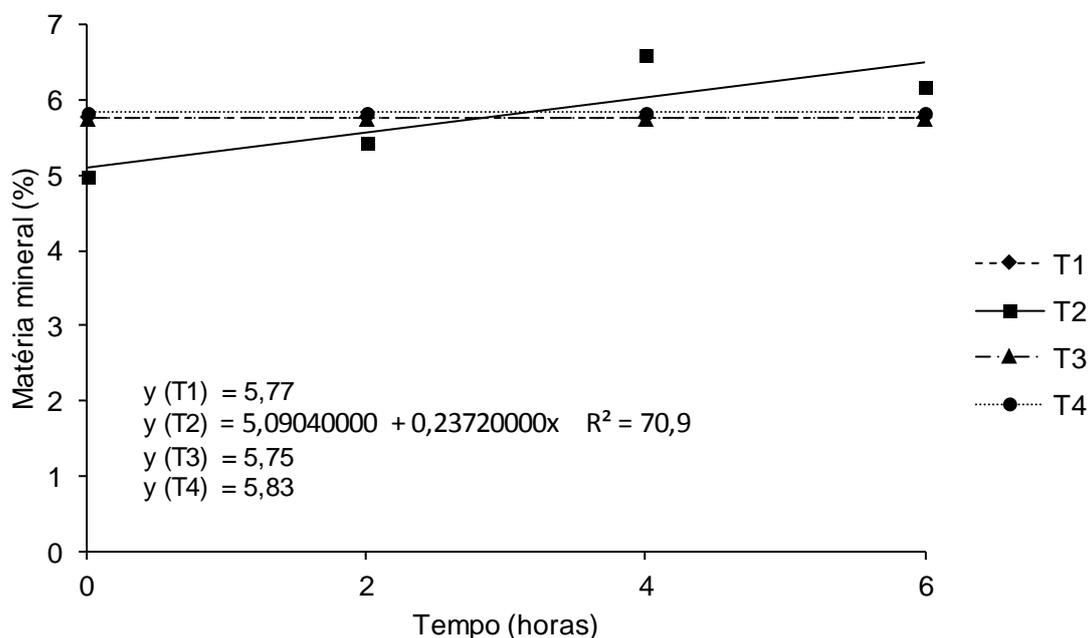
**Tabela 3.** Teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), extrativo não nitrogenado (ENN) e fibra em detergente neutro (FDN) Teores de fibra em detergente neutro (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da cana-de-açúcar hidrolisada sob diferentes tratamentos experimentais e tempos.

Tratamentos <sup>1</sup>	MS	MM	EE	PB	FDN	FDA	LIG	HEM	CEL	CT	CNF	NDT
T1	25,84	5,76	1,56a	12,32	59,36	32,44	3,77	26,92	28,69	80,36	20,99	65,12
T2	24,92	5,80	1,86a	10,71	60,78	33,43	3,73	27,35	29,69	81,66	20,82	64,53
T3	25,60	5,75	1,53a	12,44	59,58	32,80	3,63	26,82	29,11	80,26	20,68	64,88
T4	25,64	5,83	1,71a	11,64	60,51	32,92	3,59	27,59	29,32	80,85	20,44	64,79
Valor de F	1,42 ns	0,07 ns	3,37*	2,19 ns	2,00 ns	1,84 ns	1,10 ns	1,95 ns	2,16 ns	1,14 ns	0,21 ns	1,07 ns
DMS <sup>2</sup> (%)	1,34	0,55	0,33	2,16	1,98	1,22	0,31	1,05	1,14	2,42	2,08	0,96
CV <sup>3</sup> (%)	5,84	10,60	21,92	20,34	3,65	4,11	9,47	4,27	4,34	3,31	11,11	1,64
<b>Tempo</b>												
Zero horas	25,94a	5,57b	1,57	11,50	57,10b	31,27b	3,54b	25,82b	27,72c	81,34	24,39 <sup>a</sup>	65,94a
2 horas	25,67ab	5,55b	1,82	11,83	58,66b	32,19b	3,55b	26,47b	28,68b	80,80	22,13 <sup>a</sup>	65,30a
4 horas	24,92ab	6,07a	1,77	12,05	61,98a	33,95a	3,89a	28,08a	30,02a	80,14	18,11b	64,08b
6 horas	25,46a	5,94ab	1,50	11,73	62,50a	34,19a	3,74ab	28,31a	30,39a	80,86	18,30b	64,00b
Valor de F	3,00*	4,86**	2,72 ns	0,22 ns	28,89**	25,52**	7,06**	19,67**	24,64**	0,93 ns	25,24**	25,35**
DMS (%)	0,93	0,44	0,35	1,83	1,82	1,04	0,24	1,03	0,93	1,91	2,29	0,70
CV (%)	4,35	9,20	25,02	18,46	3,61	3,77	7,75	4,51	3,79	2,82	13,13	1,30
Interação Tr x Te	1,94 ns	2,91**	2,54*	1,35 ns	1,28 ns	0,99 ns	2,21*	1,67 ns	0,86 ns	1,79 ns	2,93**	0,67 ns

<sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3= cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T4= cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 300 gramas de ureia protegida. <sup>2</sup>DMS = Diferença Mínima Significativa; <sup>3</sup>CV = Coeficiente de Variação; médias seguidas de letras diferentes nas linhas se diferem em 5% no Teste de Tukey; \* (P>0,05); \*\* (P<0,01); ns = não significativo.

Observa-se em relação ao tempo de exposição da cana-de-açúcar a cal uma elevação nos valores médios de MM, devido ao alto teor de minerais presentes na cal, sendo um incremento de 8,23% ao compararmos o tempo inicial (zero) em relação a quatro horas após aplicação da cal.

Ainda se tratando da variável MM, observamos que a interação entre os tratamentos estudados e o tempo foi significativo (Figura 1). No entanto, apenas o T2 apresentou ajuste linear, enquanto os outros tratamentos nenhuma regressão foi ajustada. Diante disso, observa-se que houve uma tendência crescente no ajuste do T2, ou seja, com o passar do tempo do material exposto houve um incremento na porcentagem da MM (Figura 1).

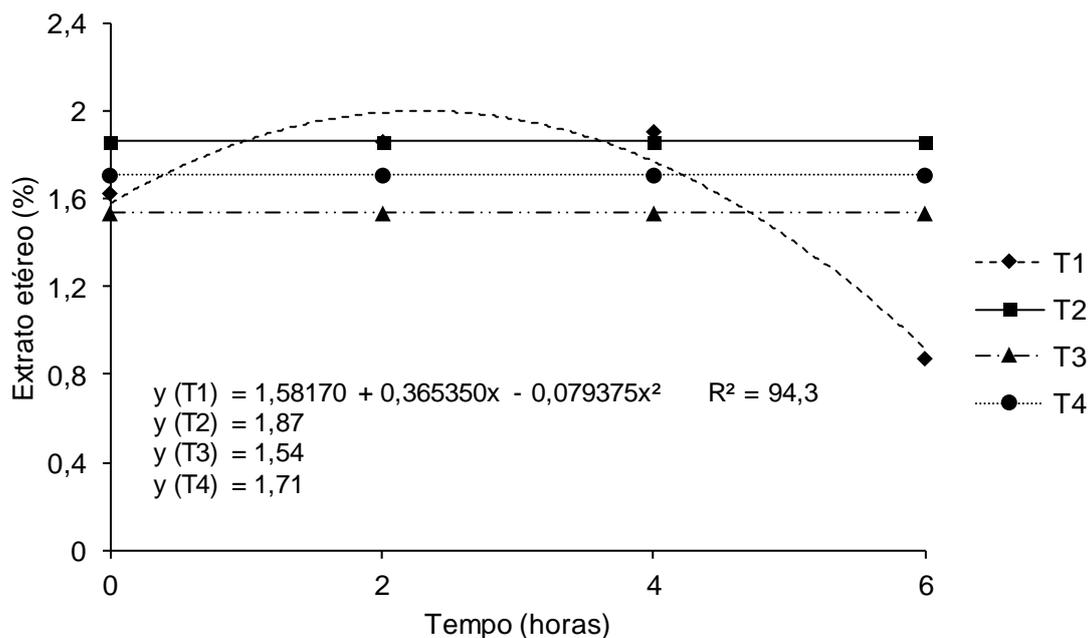


**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 1.** Porcentagem de Matéria Mineral (MM), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.

As médias de extrato etéreo (EE) apresentam-se significativo em relação aos tratamentos utilizados ( $P > 0,05$ ) pela presença da cal, apresentando maiores valores nos tratamentos que utilizaram ureia protegida independente da forma de aplicação 1,86 e 1,71% para os tratamentos 2 e 4, respectivamente (Tabela 3). Entretanto, não houve diferença significativa quando considerados tempo de aplicação da cal sobre a cana-de-açúcar picada.

Semelhantemente a MM, os valores de EE foram significativos quando avaliados em relação a diferentes tratamentos e tempos (Figura 2). Assim, nota-se que o T1 se mostrou mais eficiente no tempo 2, no entanto, é possível verificar uma tendência decrescente a partir desse tempo, constatando que houve uma redução de 46,37% do tempo 6 em relação ao tempo zero para a porcentagem de EE (Figura 2).



**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 2.** Porcentagem de extrato etéreo (EE), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.

Não foi observada influência ( $P > 0,05$ ) dos tratamentos e dos tempos de armazenamento sobre o teor de PB da cana-de-açúcar (Tabela 3). Destaca-se que o teor de PB dadas as semelhanças nas médias dos tratamentos, tanto para ureia pecuária quanto ureia protegida, apontam que podem ser adicionadas no momento da aplicação da cal hidratada tanto em suspensão quanto em pó sobre a cana-de-açúcar no momento da hidrólise.

Comparando-se o teor de PB da cana-de-açúcar picada à *in natura* (média de 3%) conforme (THIAGO e VIEIRA, 2002; OLIVEIRA, 2010), pode-se citar que, independentemente do tratamento e do tempo após a aplicação, os

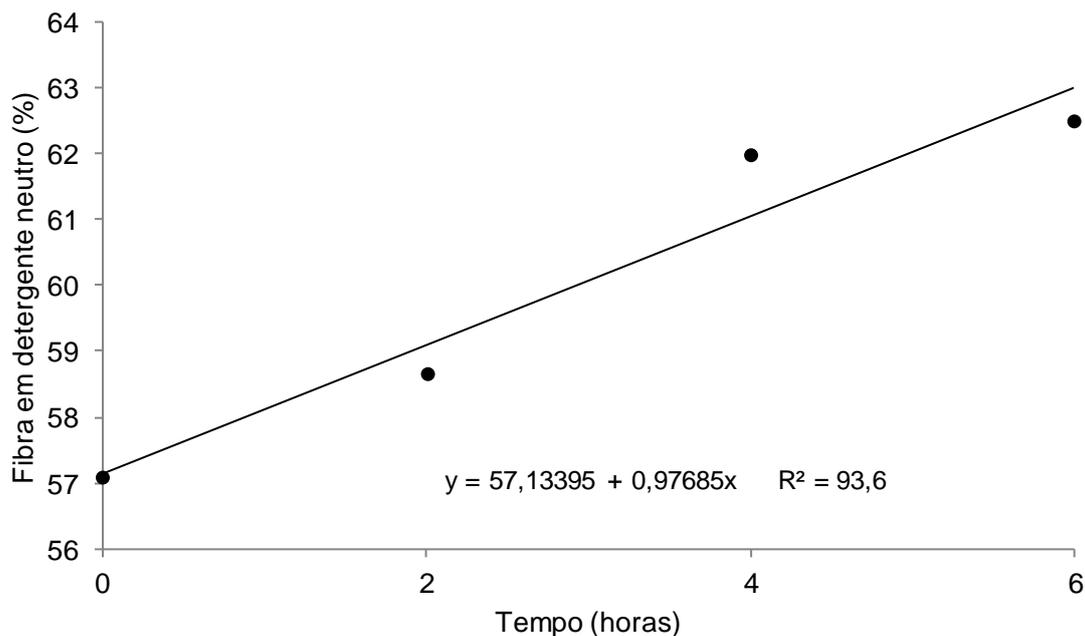
teores médios de PB da cana-de-açúcar hidrolisada foram de 11,78%. Este fato é muito importante pois possibilita uma cana-de-açúcar hidrolisada com elevado teor proteico e efeito direto sobre a concentração de amônia e pH no líquido ruminal, que por sua vez, favorece um ambiente mais propício para uma determinada população microbiana, que pode alterar os mecanismos de degradação da fração fibrosa da forragem e síntese de nutrientes no interior do rúmen, sendo assim fatores de consumo e degradação da MS, ingestão de FDN e PB estão relacionados com os possíveis efeitos associativos ou de substituição em bovinos.

As formas de aplicação da cal e tipos de ureia utilizados não interferiram ( $P > 0,05$ ) sobre os teores de FDN da cana-de-açúcar (Tabela 3). Nota-se, portanto, que houve efeito linear crescente para os teores de FDN da cana-de-açúcar hidrolisada (Figura 3), em função dos tempos de aplicação da cal com a ureia, independente do tratamento realizado.

Pode-se verificar um incremento de 9,46% no tempo de seis horas em relação a avaliação inicial (zero horas), e de acordo com a Figura 3, observa-se ainda que essa tendência linear crescente seja contínua, caso haja um aumento nesse tempo de exposição da cana-de-açúcar a cal.

Este fato é importante, pois o consumo de MS pode ser predito pela concentração de FDN da ração, em parte pela relação positiva entre FDN e o enchimento físico do rúmen. Porém, uma maior facilidade de hidrólise da FDN pode favorecer o desaparecimento da FDN do rúmen, reduzir o enchimento físico e permitir maior consumo voluntário de alimentos (OBA e ALLEN, 1999).

Thonney e Hogue (2007) demonstraram que o efeito da FDN depende da fermentação da mesma. Portanto, destaca-se a importância da digestibilidade da FDN, já que o seu aumento da digestibilidade da FDN da forragem eleva o consumo de MS e a produção de leite, no caso do uso na alimentação de vacas leiteiras. Segundo os mesmos autores, a elevação de uma unidade percentual na digestibilidade da FDN está associada com aumento de 0,17 kg na ingestão de MS e aumento de 0,25 kg de leite corrigido para 4% de gordura.

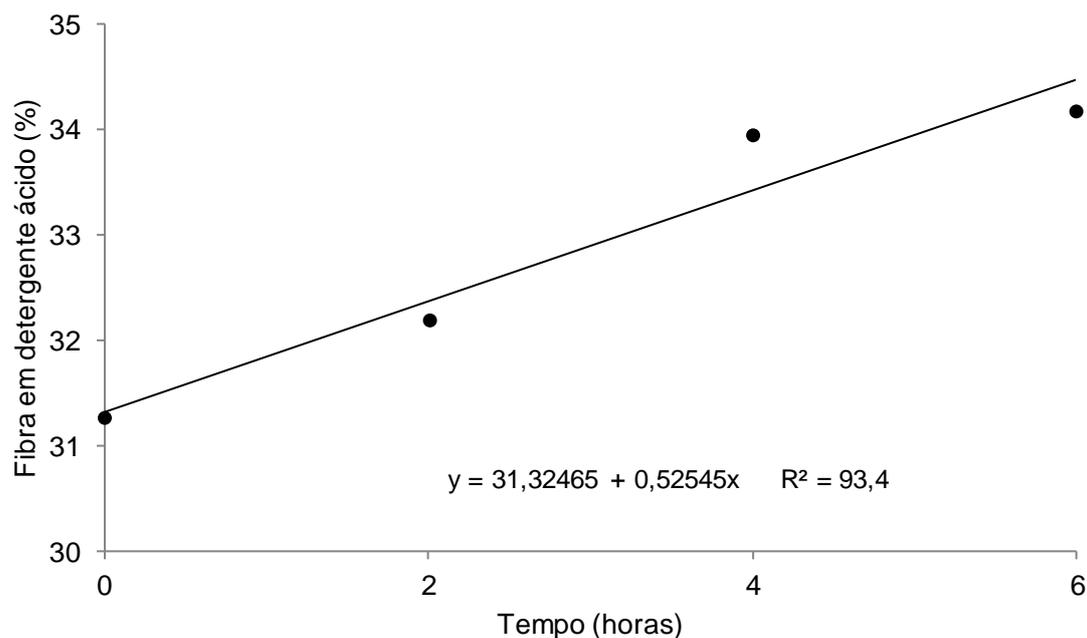


**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 3.** Porcentagem de fibra em detergente neutro (FDN), submetidas a diferentes tempos de exposição.

Com relação ao teor de FDA (Tabela 3) não houve diferença entre os tratamentos, independente da forma de aplicação da cal e ureia. Porém, em relação aos tempos, após a aplicação, o teor de FDA apresenta comportamento linear crescente, independente do tratamento a que foi submetido (Figura 4), semelhante ao observado para FDN. No tempo zero, essa variável apresentava valor de 31,27%, chegando a 34,19% ao final de seis horas de exposição a cal, aumentando 9,33% nesse intervalo.

Rabelo et al. (2010) observaram um incremento de 0,10% nos teores de FDA por hora de exposição ao ar após hidrólise com cal virgem, apesar disso, os autores atribuem esse aumento aos baixos teores de óxido de cálcio presentes na cal utilizada (64,0%).



**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 4.** Porcentagem de fibra em detergente ácido (FDA), submetidas a diferentes tempos de exposição.

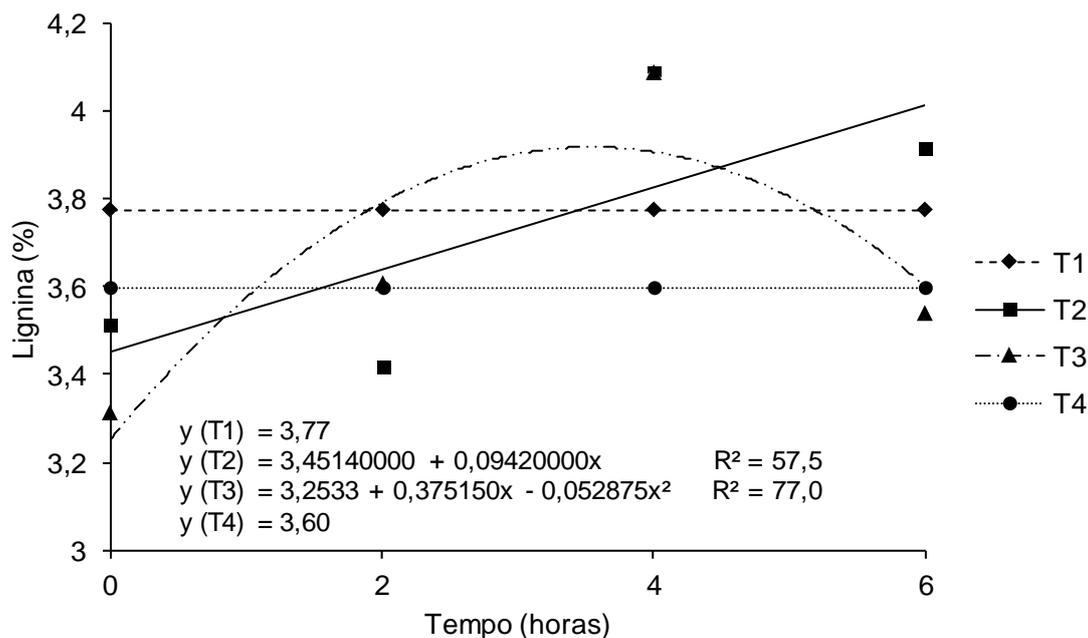
Todavia, a digestibilidade de um alimento está mais relacionada com o teor de FDA, pois a fração da fibra indigestível, a lignina, representa uma maior proporção da FDA (VAN SOEST, 1994). Oliveira (2010) destacou o efeito da hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou hidratada com alta concentração de óxido ou hidróxido de cálcio, sobre a digestibilidade, principalmente da FDN. A inclusão da ureia não prejudicou, a princípio, o teor de FDN.

A variável LIG não apresenta diferença significativa ( $P > 0,05$ ) em relação aos tratamentos empregados na hidrólise da cana-de-açúcar, uma hipótese para justificar este comportamento é que o uso de álcalis no processamento da cana-de-açúcar não altera os teores de LIG, por não ocorrer efeito químico da cal sobre esta fração (KLOPFENSTEIN, 1980).

Já para interação (Figura 5) entre os tratamentos estudados e os tempos de exposição, a variável mostrou-se significativa ( $P > 0,05$ ). No entanto, os T1 e T4 não se ajustaram a nenhuma reta da regressão polinomial. O T2 apresentou

comportamento linear crescente, ou seja, com maior tempo de exposição da cal e ureia protegida na calda, houve aumento na porcentagem de lignina.

Para o tratamento 3 (cal hidratada em pó + ureia pecuária) nota-se um ajuste para a regressão quadrática, no tempo 4 horas após a exposição a cal hidratada observa-se um aumento (18,97%) crescente e após este intervalo há uma tendência decrescente, apresentado na figura 5.



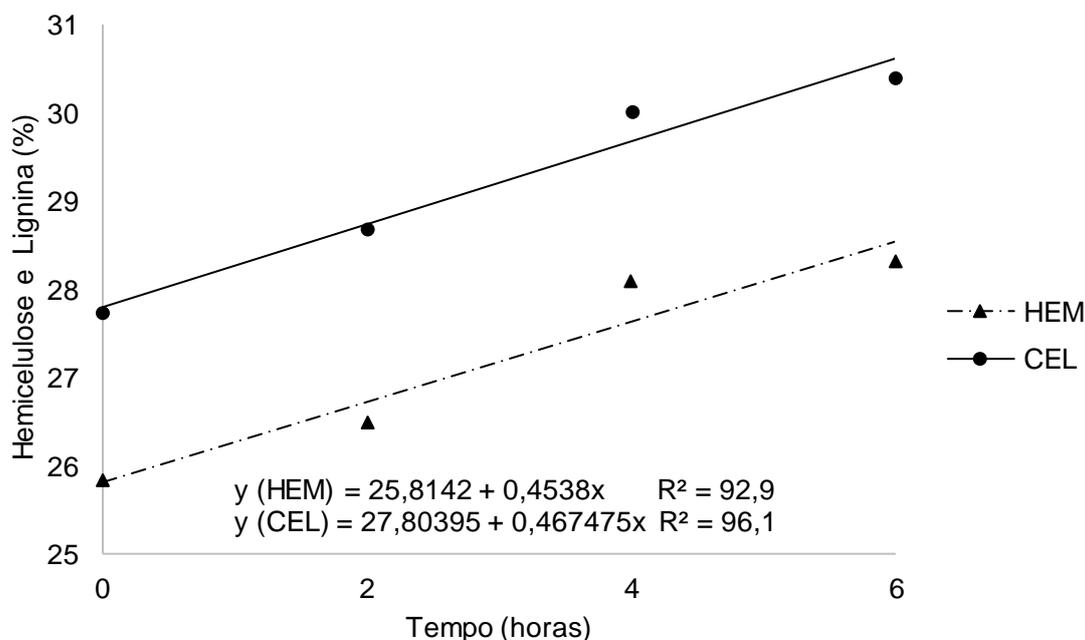
**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 5.** Porcentagem de Lignina (LIG), submetidas a diferentes tratamentos e tempos de exposição.

Não foram identificados efeito significativo dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3) para as variáveis HEM e CEL. Entretanto, em relação aos tempos, observa-se um efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Desta forma, ocorreu um aumento de 9,63% e 9,64% para HEM e CEL, respectivamente, considerando o tempo de exposição inicial (zero) e 6 horas após aplicação da cal hidratada. Sendo, a elevação mais acentuada a partir das 4 horas após exposição da cal hidratada sobre a cana-de-açúcar picada. De acordo com Jackson (1977), o efeito dos produtos alcalinos normalmente ocorre pela solubilização parcial da HEM e

pela expansão da celulose, o que facilita o ataque dos microrganismos do rúmen à parede celular.

No estudo da regressão dos teores de HEM e CEL observou-se comportamento linear crescente para ambas as variáveis de acordo com a figura 6.



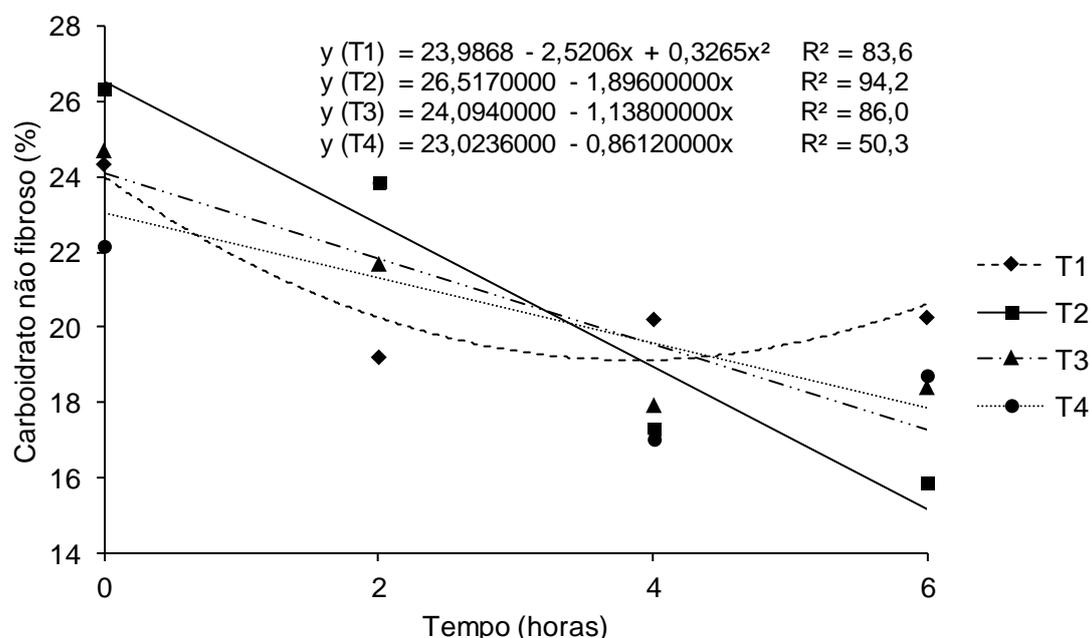
**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 6.** Porcentagem de hemicelulose (HEM) e celulose (CEL), submetidas a diferentes e tempos de exposição.

Desta forma a disponibilidade tanto da HEM quanto da CEL é de grande importância, considerando-se que essas frações da fibra são fermentadas pelos microrganismos do rúmen com relativa facilidade, todavia, à medida que aumenta o teor de lignina, esta forma um complexo com esses carboidratos e o grau de fermentação diminuem, podendo chegar até zero, dependendo da intensidade de lignificação. Cada tipo de complexo lignocelulósico tem um grau máximo de fermentação pelos microrganismos, e este máximo pode ser alterado quando se faz um processamento do material fibroso (SILVA, 1984). Portanto, a aplicação conjunta da cal com a ureia é benéfica sob este ponto de vista.

Os teores de CT (Tabela 3) não foram influenciados pelos tratamentos e tempos de exposição da cana-de-açúcar a cal ( $P>0,05$ ). Ferrari (2013) identificou uma redução nos teores de CT após 3 e 6 horas de ação da cal, em relação aos valores para cana *in natura*. Comportamento semelhante foi observado por Mota (2008) que obteve 94,05% de CT para cana *in natura* e verificou uma redução de quase 2% após a aplicação da cal virgem.

Os valores de CNF não sofreram influência dos tratamentos ( $P>0,05$ ), oposto ao relatado por Ferrari (2013), ao identificar maiores teores de CNF na aplicação da cal em suspensão quando comparados a cal aplicada em pó, respectivamente, essa situação pode ser devido a contribuição da água para a solubilização dos CNF.



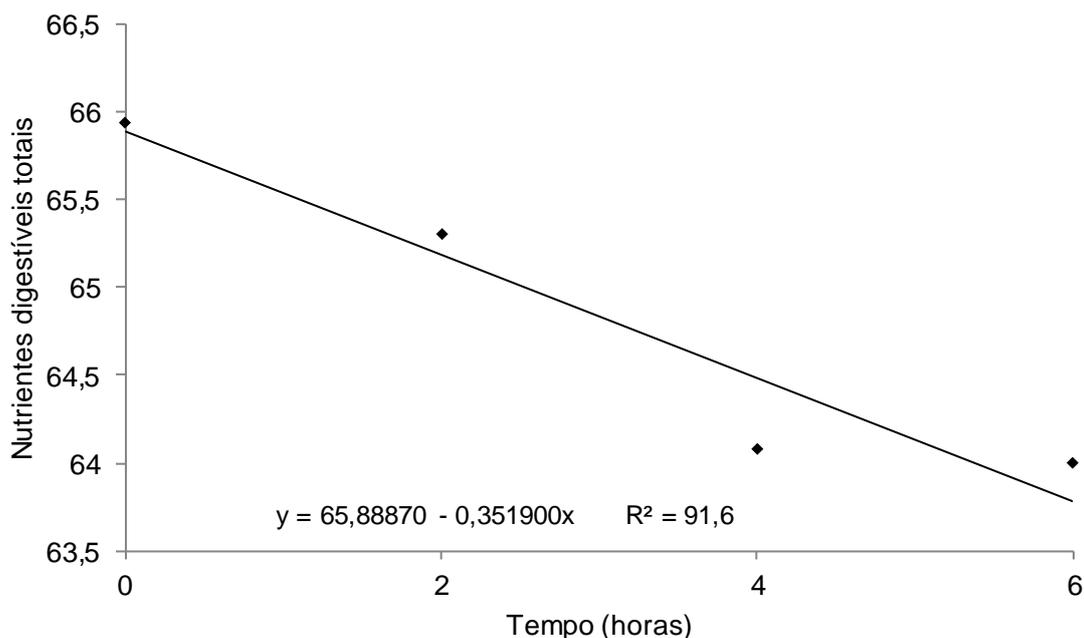
**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 7.** Porcentagem de carboidrato não fibroso (CNF) submetidos aos diferentes tratamento e tempos de exposições.

Entretanto, em relação aos tempos de exposição da cal a cana-de-açúcar foi identificado uma redução nos valores de CNF (24,96%) e ENN (4,45%) no tempo zero em relação às seis horas após a aplicação da cal.

Para as variáveis CNF houve uma interação significativa em relação aos tratamentos e tempos avaliados (Figura 7). Desta forma, o CNF apresenta-se uma regressão linear decrescente para os tratamentos 2, 3 e 4 em relação aos tempos de avaliação, ou seja, com o aumento do tempo houve uma redução na porcentagem de CNF (Figura 7). Enquanto no T1 ajustou-se a regressão quadrática apresentando-se decrescente até 4h após a exposição e a partir deste intervalo nota-se um aumento até 6h após exposição (Figura 7).

Em relação a variável NDT não foi constatado diferença significativa para ambos os tratamentos ( $P>0,05$ ), no entanto os tempos após a aplicação da cal hidratada sobre a cana-de-açúcar influenciaram a porcentagem da variável estudada (Tabela 3). Na Figura 8 é possível observar um comportamento decrescente de 2,94% no intervalo avaliado, sendo a regressão linear a que melhor se ajustou aos dados da variável NDT.



**T1=** 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2=** 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3=** 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4=** 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 8.** Porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT), submetidas a diferentes tempos de exposição.

Com base nos resultados obtidos, observou-se que a composição bromatológica foi mantida, principalmente, no que se refere à PB da cana-de-

açúcar hidrolisada juntamente com a ureia. Neste contexto, produtores rurais que utilizam a cana-de-açúcar hidrolisada tem a possibilidade de associar esta técnica ao uso da ureia (pecuária ou protegida), considerando o incremento no teor proteico da cana-de-açúcar, quando comparado com a cana *in natura*. Do ponto de vista de logística de utilização, a hidrólise associada à ureia possibilita um volumoso de melhor valor nutritivo, de forma prática e funcional.

Na aplicação a seco (cal via pó) apesar de mais simples e fácil execução, o operador que for realizar essa prática, deverá observar a questão da segurança na aplicação e na necessidade da homogeneidade da mistura final. Torna-se fundamental a observação destes aspectos para que a ação penetrante da cal sobre as partículas da cana-de-açúcar seja de forma eficaz, a fim de proporcionar uma hidrólise adequada. O produtor rural deverá verificar também as condições das facas da picadeira (móvel ou fixa) para que o tamanho de partículas de cana não seja superior a 10 mm de comprimento. Isto é necessário para que ocorra a ação adequada da cal, externa e internamente à partícula da cana-de-açúcar.

É interessante observar que até o momento, o teor de proteína bruta, independentemente do tratamento, foi mantido até seis horas após a aplicação da cal na hidrólise da cana-de-açúcar, ficando evidente que, a hidrólise pode ser realizada juntamente com a ureia na calda de cal, tendo em vista a manutenção do teor protéico até seis horas de aplicação sobre a cana-de-açúcar.

## **4.2. EXPERIMENTO 2: Digestibilidade *in vitro* dos nutrientes**

### **4.2.1. Avaliação *in vitro***

Os resultados para digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente ácido (DIVFDA) da cana-de-açúcar hidrolisada submetida aos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Valores da digestibilidade *in vitro*, em porcentagem, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos experimentais.

Tratamentos <sup>1</sup>	DIVMS	DIVFDN	DIVFDA
T1	50,74 <sup>a</sup>	50,09a	51,24 <sup>a</sup>
T2	49,30ab	48,95ab	49,66 <sup>a</sup>
T3	48,92ab	48,79ab	49,32ab
T4	45,53b	46,05b	45,29b
Valor de F	4,56*	2,99 ns	6,26**
DMS <sup>2</sup> , 5%	4,18	4,00	4,10
CV <sup>3</sup> , %	9,50	9,14	9,27
<b>Tempo (horas)</b>			
Zero	49,59 <sup>a</sup>	49,39a	49,75 <sup>a</sup>
2	49,36 <sup>a</sup>	49,20ab	49,45 <sup>a</sup>
4	48,90 <sup>a</sup>	48,63ab	49,29 <sup>a</sup>
6	46,63b	46,66b	47,03b
Valor de F	6,73**	3,12*	4,72**
DMS <sup>2</sup> , %	1,96	2,65	2,15
CV <sup>3</sup> , %	4,81	6,51	5,24
Valor de F – Interação Tr x Te	0,31 ns	0,52 ns	0,47 ns

Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ), ns= não significativo; \*\* ( $P < 0,01$ ). <sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T4 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 300 gramas de ureia protegida; <sup>2</sup>DMS = Diferença mínima significativa; <sup>3</sup>CV=coeficiente de variação; DIVMS= Digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVFDN= Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro; DIVFDA= Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido.

Os valores de DIVMS foram superiores ( $p > 0,05$ ) nos tratamentos em que a cal hidratada foi aplicada na calda juntamente com a ureia pecuária (T1), observa-se que a aplicação da cal hidratada em pó, juntamente com a ureia protegida, influenciou na redução da DIVMS (T4), sendo a menor média de 45,53% ( $p > 0,05$ ). Semelhantemente, Ferrari (2013) ao utilizar cal virgem com alto teor de óxido de cálcio (94,1%), observou esse mesmo comportamento, onde a cal em suspensão apresentou maior DIVMS quando comparada com a cal em pó, corroborando com os encontrados por Santos (2007) que

apresentou valores superiores de DIVMS para cana com cal aplicada em suspensão em relação à em pó, para todos os tempos de armazenamento estudados.

Os resultados para a variável DIVFDN, seguem a mesma tendência da DIVMS, em que o T1 se mantém em destaque em relação aos demais estudados, esse fato pode ter ocorrido em função da ação alcalinizante da cal, em virtude da solubilização da fração fibrosa da cana-de-açúcar.

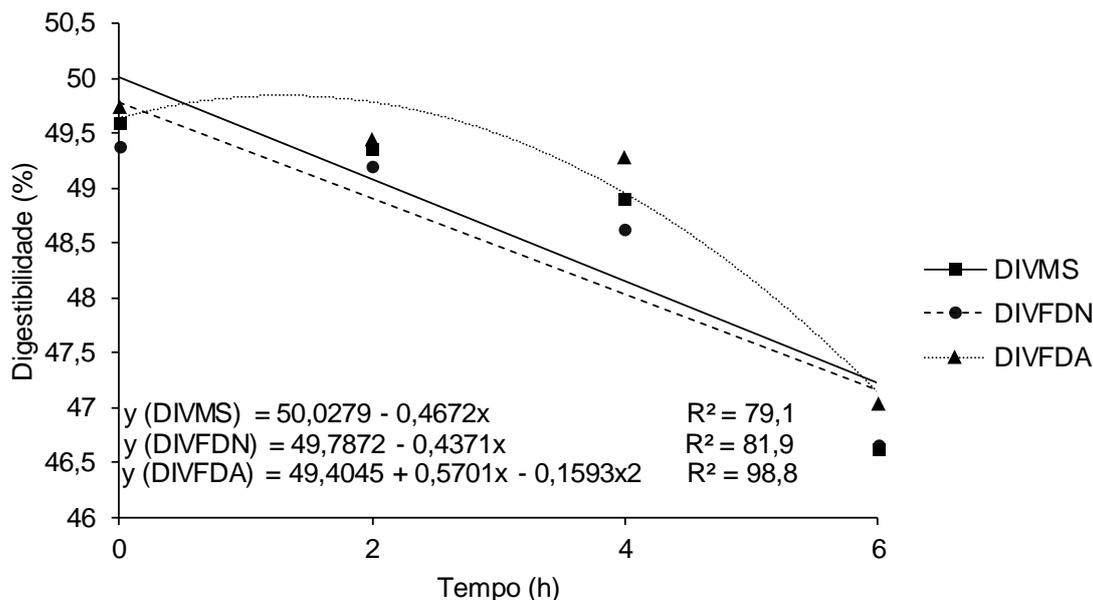
Para as médias DIVFDN (46,05%;) e DIVFDA (45,29%,  $P < 0,01$ ), nos tratamentos que utilizaram cal hidratada em pó na hidrólise mais ureia protegida apresenta as menores médias. Fato não observado por Ferrari (2013), que identificou maiores valores para DIVFDN e DIVFDA ao utilizar cal em pó para hidrólise. Silva et al. (2006ab) constataram um incremento na digestibilidade *in vitro* da MS da cana-de-açúcar submetida ao tratamento com 1,0% de óxido de cálcio. Já Oliveira et al. (2007) relataram que o tratamento com 0,5% de óxido de cálcio proporcionou melhoria na digestibilidade *in vitro* da MS, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina.

Moraes et al. (2008) pesquisando novilhas de corte com dietas à base de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO 1%), obtiveram valores médios para digestibilidade da FDN de 49%.

Para os tratamentos que utilizaram cal em pó mais ureia pecuária (T3) e cal na calda mais ureia protegida (T2) não houve diferença mínima significativa ( $p > 0,05$ ) apresentando mesmo comportamento para todas as variáveis estudadas DIVMS, DIVFDN e DIVFDA.

Em relação ao tempo, observa-se que até 4 horas a DIVMS foi mantida ( $P > 0,05$ ), entretanto, com seis horas ocorre uma redução na ( $p < 0,01$ ) DIVMS. Ainda em relação ao tempo podemos constatar que tanto a DIVMS, quanto a DIVFDN e DIVFDA foram significativas para a regressão polinomial (Figura 9).

Do ponto de vista da regressão polinomial, houve efeito linear decrescente com queda na DIVMS da cana-de-açúcar hidrolisada à medida que o tempo aumentou após a aplicação da cal hidratada em calda ou pó com a ureia pecuária + sulfato de amônio ou ureia protegida. Sendo a menor média da DIVMS (46,63%) obtida com seis horas após a aplicação da cal.



**T1**= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); **T2**= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; **T3**= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio; **T4**= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho.

**Figura 9.** Digestibilidade in vitro da Matéria seca (DIVMS), fibra em detergente neutro (DIVFDN) e fibra em detergente ácido (DIVFDA) dos tratamentos com cana-de-açúcar hidrolisada com cal mais ureia (pecuária ou protegida).

Para a DIVFDN e DIVFDA o comportamento foi semelhante 46,66%, obtida às 6 horas ( $p > 0,05$ ) e média de 47,03% ( $p < 0,01$ ), respectivamente (Tabela 4). Por outro lado, houve efeito quadrático na DIVFDA (Figura 9) da aplicação da cal em pó ou calda, juntamente com a ureia pecuária ou protegida sobre a cana picada, à medida que aumentou o tempo, enquanto na DIVFDN, o comportamento foi semelhante a DIVMS, observando um decréscimo à medida que houve aumento no tempo

De modo geral às médias de DIVMS, DIVFDN e DIVFDA, sofreram uma redução em relação aos tempos avaliados (Tabela 4 e Figura 9), infelizmente em decorrência do preconizado pela técnica da hidrólise ao recomendar o fornecimento da cana após 6 a 8 horas à aplicação da cal sobre a cana picada, neste estudo demonstrou-se um fator negativo, em decorrência da redução na digestibilidade *in vitro*.

Contudo, ressalta-se, que o declínio na DIVMS, DIVFDN e DIVFDA às 6 horas em relação à zero hora, foi de 5,91%, 5,52% e 5,46%, respectivamente,

relação pouco expressiva do ponto de vista nutricional. Portanto, devido à pequena alteração na digestibilidade *in vitro* e face à logística do uso material e maximização do sistema de produção, uma vez que poupa o trabalhador, promove economia de óleo diesel, diminui o desgaste de equipamentos e possibilita o corte da cana-de-açúcar em intervalos de tempo maiores, podendo ser fornecida aos animais até 72 horas após picada e hidrolisada, salientando o benefício da aplicação da cal juntamente com a ureia diretamente na calda da hidrólise sobre a cana-de-açúcar.

### **4.3. EXPERIMENTO 3: Efeito da cana hidrolisada associada a ureia sobre o consumo, digestibilidade aparente e parâmetros rumais em bovinos da raça Nelore.**

#### **4.3.1. Consumo e digestibilidade aparente**

Não foram verificadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para os tratamentos em relação as variáveis avaliadas, para o consumo de nutrientes e os coeficientes de digestibilidade aparente (Tabela 5). Considerando os valores da digestibilidade aparente foram observados os valores médios de MS (54,64%), PB (56,25%) FDNc (42,18%) e FDA (49,41%).

O CMS não variou de acordo com os tratamentos oferecidos aos bois (Tabela 5), diante disso, ressalta-se a estabilidade dos alimentos ofertados independente dos tratamentos que foram submetidos. Sendo importante observar que os tipos e/ou formas de utilização das ureias (pecuária ou protegida) não restringiram o consumo do alimento pelos animais assim como o volumoso, que neste caso foi exclusivamente cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada.

Com base nos resultados apresentados, nota-se que os coeficientes de digestibilidade aparente da MS variaram de 14,02% entre os tratamentos. Da mesma forma a digestibilidade aparente da PB, FDNc e FDA apresentaram variações de 17,24%; 14,40% e 16,95% respectivamente.

**Tabela 5.** Médias, erro padrão da média (EPM) e valores de P para o consumo de nutrientes e coeficientes de digestibilidade aparente das frações alimentares dos tratamentos experimentais.

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				CV (%)	Valor de F
	T1	T2	T3	T4		
<b>Consumo (kg dia)</b>						
CMS	8,35	8,62	8,05	8,59	4,55	1,89 ns
CPB	1,42	1,47	1,37	1,46	5,62	1,32 ns
CFDN	4,46	4,59	4,37	4,56	3,54	1,63 ns
CFDA	3,50	3,59	3,42	3,56	2,65	2,33 ns
<b>Digestibilidade aparente (%)</b>						
MS	58,32	54,53	50,14	55,58	13,72	0,82 ns
PB	59,64	58,14	49,36	57,89	17,09	0,94 ns
FDNc	45,91	40,85	39,30	42,67	22,68	0,35 ns
FDA	54,23	47,57	45,04	50,83	20,91	0,60 ns

<sup>1</sup>T1; T2; T3 e T4: T1 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3= cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio e T4= cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 300 gramas de ureia protegida; ns= não significativo; \*\* (p>0,05).

Salienta-se que, em decorrência dos coeficientes de digestibilidade aparente terem sido semelhantes a hidrólise da cana-de-açúcar pode ser realizada tanto com a adição de ureia pecuária + sulfato de amônio, quanto com a ureia protegida, na calda de cal hidratada ou mesmo quando a cal é aplicada em pó. Neste contexto, mesmo a cana permanecendo armazenada por um período de 6 a 48 horas após a aplicação da calda com cal + ureia ou em pó, para posteriormente ser oferecida aos animais, além de não prejudicar o consumo e a digestibilidade, aumentou o teor protéico da cana hidrolisada. Em adição, a aplicação conjunta da ureia com a cal hidratada, na calda ou em pó sobre a cana picada, facilita a utilização, em termos de logística.

Tudo indica que a presença do nitrogênio não protéico (ureia pecuária ou protegida), proporciona condições adequadas aos microrganismos, pois atuaram da mesma forma, proporcionando digestibilidade semelhante. Outro

aspecto interessante é que pelo fato do consumo e da digestibilidade terem sido semelhantes, reforça a alternativa da conciliação da elevação do teor protéico da cana (EMBRAPA, 2004) com a técnica da hidrólise com cal (OLIVEIRA, 2010).

Considerando-se o produtor de leite (ponto de vista prático) a associação da aplicação da calda da cal com a ureia, torna-se interessante para fins de hidrólise da cana-de-açúcar, minimizando o custo da ração, por exemplo, para vacas leiteiras, devido ao custo da cana-de-açúcar ser muito baixo frente a outros volumosos. Salienta-se ainda que a ureia + sulfato de amônio também tem custo baixo.

Segundo Oliveira (2010) a técnica da hidrólise da cana-de-açúcar com cal hidratada (elevado teor de hidróxido de cálcio,  $\geq 95\%$ ) e de cal virgem (óxido de cálcio,  $\geq 94\%$ ), proporciona melhoria no valor nutritivo da cana-de-açúcar, além de preservar a qualidade da mesma até 3 dias após a hidrólise (evita o crescimento de microrganismos deterioradores da cana, como por exemplo de leveduras). Aliado aos aspectos já mencionados tem a questão da logística de utilização da cana-de-açúcar hidrolisada juntamente com a ureia.

#### **4.3.2. Parâmetros ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>)**

A determinação do pH do líquido ruminal foi por meio de amostras de material coletados diretamente via cânula ruminal imediatamente antes da alimentação, referindo-se aos tempos 0, 2, 4, 6 e 8 horas (Tabela 6).

Não houve diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as concentrações de pH, contudo às 2 e 4 horas após a alimentação, pode-se notar uma variação nas médias para ambos os tratamentos. Sendo de 9,05% e 6,32%, entre a maior e menor média apresentada para 2 e 4 horas após a alimentação, respectivamente.

A manutenção destas condições é de fundamental importância para as atividades dos microrganismos celulolíticos (COELHO DA SILVA e LEÃO, 1979). Cerca de 60 a 90% do nitrogênio consumido pelos animais é convertido em amônia pela atividade bacteriana ruminal e deste, 50 a 70% pode ser derivado da amônia (KOZLOSKI, 2002).

**Tabela 6.** Médias da pH do líquido ruminal, até 8 horas após a alimentação, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos.

Tratamentos <sup>1</sup>	Horas após alimentação				
	0	2	4	6	8
T1	6,88	6,81	6,77	6,72	6,70
T2	6,87	6,77	6,74	6,58	6,54
T3	7,05	6,92	6,94	6,93	6,91
T4	7,02	6,81	6,68	6,66	6,76
Valor de F	3,81 ns	6,06*	7,52*	3,49 ns	3,11 ns
DMS <sup>2</sup> , %	0,34	0,56	0,33	0,59	0,91
CV <sup>3</sup> , %	2,02	3,40	2,01	3,61	5,59

<sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T4 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 300 gramas de ureia protegida; <sup>2</sup>DMS = Diferença Mínima Significativa; <sup>3</sup>CV = Coeficiente de Variação; ns = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Segundo Orskov (1988) e Hoover (1986), a digestão é prejudicada com pH inferior a 6,2. Neste sentido, nenhuma das amostras apresentaram valores inferiores aos sugeridos por estes autores, porém, próximos ao mínimo sugerido para não haver redução na digestão da fibra e dentro da faixa preconizada para o máximo crescimento microbiano, que devem estar entre 5,5 e 7,0 (FURLAN et al., 2006).

Não houve diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos para as concentrações de N-NH<sub>3</sub> apresentados na Tabela 7. A média geral, de nitrogênio amoniacal dos quatro tratamentos foi: 34,16; 34,15; 32,15 e 32,85 nos tempos 0; 2; 4; 6 e 8 horas após a alimentação, respectivamente. Considerando-se as médias de pH e de nitrogênio amoniacal, a oscilação foi muito pequena entre os tratamentos em função dos tempos de alimentação.

A concentração de amônia pode ser usada como indicador da eficiência de sua utilização no rúmen. Altas concentrações de amônia ruminal resultam em maior absorção líquida de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) pelas paredes do rúmen, conversão em ureia e consequentes perdas através da excreção urinária (ASSIS et al., 2004).

**Tabela 7.** Médias de nitrogênio amoniacal (mg/dL) até 8 horas após a alimentação, da cana-de-açúcar submetida aos diferentes tratamentos experimentais.

Tratamentos <sup>1</sup>	Horas após alimentação				
	0	2	4	6	8
T1	31,75	45,75	34,75	33,07	25,50
T2	36,50	41,00	31,25	31,75	30,25
T3	31,50	32,75	37,75	31,00	27,75
T4	34,00	36,50	35,00	28,50	30,25
Valor de F	0,16 ns	2,09 ns	0,39 ns	0,66 ns	0,50 ns
DMS <sup>3</sup> (%)	28,12	19,02	20,88	11,57	15,85
CV <sup>4</sup> (%)	34,35	19,93	24,59	15,20	22,78

<sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T4 = cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (150 gramas) + 300 gramas de ureia protegida; <sup>2</sup>DMS = Diferença Mínima Significativa; <sup>3</sup>CV = Coeficiente de Variação; ns = não significativo ( $p > 0,05$ ).

Os valores médios encontrados neste estudo ficaram acima dos descritos na literatura para máximo crescimento microbiano. Sendo a concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> necessária para manter o crescimento microbiano máximo, variando conforme a fermentação da dieta, desta forma, são apresentados na literatura uma faixa de valores das concentrações de N-NH<sub>3</sub> ruminal requeridos: 5 mg/dL (SATTER e ROFFLER, 1975); 23,5 mg/dL (MEHREZ et al., 1977); 6,3 a 27,5 mg/dL (ORTEGA et al., 1979); e 3,3 a 8,5 mg/dL (KANG- MERZARICH e BRODERICK, 1981).

Segundo PEARSON e SMITH, (1943) citado por BARTLEY e HELMER, (1971), 100g de fluido ruminal pode converter 100mg de uréia em amônia em 1 hora. No entanto, o maior problema na utilização eficiente da uréia pelos microrganismos do rúmen é a rápida liberação da amônia que não coincide com o aproveitamento microbiano ocasionando perdas, o que ocorre, principalmente, devido à baixa disponibilidade de carboidratos rapidamente fermentáveis (PAIXÃO; VALADARES FILHO e LEÃO, 2006).

No entanto, Gonçalves (2006) definiu que, para as condições tropicais, o nível mínimo de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal seria de 10mg/dl. Estes valores podem variar de 1-76 mg/dl, dependendo dos teores

de proteína e de carboidratos fermentáveis da dieta, refletindo em mudanças na população microbiana (NOCEK e RUSSEL, 1988).

#### 4.4. EXPERIMENTO 4: Desempenho de vacas da raça Girolando alimentadas com cana hidrolisada mais ureia

##### 4.4.1. Consumo

De acordo com a Tabela 8, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados para a variável consumo de matéria seca, fato evidenciado também para os consumos de extrato etéreo, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, nutrientes digestíveis totais.

O CMS não variou de acordo com os tratamentos oferecidos as vacas (Tabela 8), diante disso, ressalta-se a estabilidade dos alimentos ofertados independente dos tratamentos que foram submetidos. Assim, é importante observar que os tipos e/ou formas de utilização das mesmas não restringiram o consumo dos alimentos pelas vacas.

**Tabela 8.** Médias (kg/vaca/dia), coeficientes de variação (CV) e valores de F para os consumos de matéria seca (CMS), extrato etéreo (CEE), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), nutrientes digestíveis totais (CMO) de acordo com os tratamentos experimentais.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup>				CV (%)	Valor de F
	T1	T2	T3	T4		
CMS	15,58	15,69	15,25	15,40	5,12	1,80 ns
CEE	0,34	0,34	0,33	0,34	4,93	1,95 ns
CPB	2,56	2,58	2,51	2,56	5,20	2,13 ns
CFDN	5,85	5,93	5,74	5,76	5,81	1,65 ns
CFDA	3,30	3,35	3,25	3,25	5,56	1,44 ns
CNDT	12,10	12,18	11,84	11,99	4,96	1,82 ns

<sup>1</sup>T1 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T2 = cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em calda + 0,6 litros de água + 300 gramas de ureia protegida; T3= cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 270 gramas de ureia pecuária + 30 gramas de sulfato de amônio; T4= cana-de-açúcar hidrolisada (30kg) com cal hidratada (150 gramas) em pó + 300 gramas de ureia protegida. <sup>2</sup>CV = Coeficiente de Variação; <sup>ab</sup>Médias seguidas de letras diferentes nas linhas se diferem em 5% no Teste de Tukey <sup>\*\*</sup>(p>0,05); ns = Não Significativo.

Mendonça et al. (2004) observaram que vacas holandesas alimentadas com rações a base de cana de açúcar *in natura* afirmam que o consumo foi de 15,8 kg de uma ração de 50% de volumoso resultando em produções diárias de 20,1 kg, em que se verifica que os valores foram próximos aos obtidos nesse estudo (Tabela 8). Já Queiroz et al. (2008) verificaram que o consumo de matéria seca em cana de açúcar (22,3 kg/dia) e silagem de cana de açúcar (23,5 kg/dia) não apresentaram diferença.

Valvasori et al. (1995) avaliaram níveis de substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar em vacas com produções médias diárias em torno de 19 kg de leite e, embora não tenham encontrado diferenças significativas no total de MS ingerida, notaram diferenças quanto ao consumo de volumosos (12,10; 10,19 e 7,73 kg de MS/dia para os níveis de substituição de 0, 50 e 100%), justificando que o maior teor de lignina da cana-de-açúcar pode ter afetado o consumo.

Concordando com os resultados encontrados nesse experimento, Aquino et al. (2007) afirma que adição de ureia em níveis de até 1,5% na MS da dieta, não alterou o consumo de MS em vacas leiteiras.

Quantidades adequadas de carboidratos de média e rápida fermentação maximizam a utilização da ureia, que aumenta a digestibilidade da fibra da dieta pelo aumento dos micro-organismos ruminais. Por conseguinte, há um aumento na taxa de passagem dos alimentos, o que favorece o consumo de MS, já que o rumem esvazia mais rapidamente (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2007).

O CEE foi semelhante para os tratamentos do mesmo modo como o CMS também não mostrou diferença (Tabela 8). Em estudo com diferentes proporções de cana-de-açúcar (40, 50 e 60%) *in natura* acrescidos de ureia oferecidos na dieta de vacas leiteiras (média 22 kg/dia), foi observado uma variação na porcentagem do EE, observou-se que a medida que a cana-de-açúcar na dieta foi reduzida, resultou numa diminuição no EE (COSTA et al., 2005).

Os consumos de proteína bruta (CPB) não foram afetados pelos tratamentos estudados (Tabela 8), no entanto, os valores encontrados estão dentro das normas para atender às exigências descritas pelo NRC (2001).

Oliveira et al. (2007) estudando vacas lactantes com 580 kg de PV, com 30 semanas de lactação (produção 20 kg/dia de leite) observaram uma variação no CPB (dieta à base de cana-de-açúcar sem substituição do milho do concentrado), no entanto, os níveis encontrados também estavam de acordo com as normas preditas para o consumo desse nutriente.

O CFDN, bem como o CFDA não foram significativos para aos diferentes tratamentos (Tabela 8). Os resultados encontrados nesse estudo corroboram com os verificados por Magalhães et al. (2004) que também não constataram diferença no consumo de FDN quando forneceram dietas com níveis crescentes de ureia.

Mertens (1992) afirma que a ingestão ótima de FDN para vacas em lactação fica em torno de 1,2% do peso vivo. Aguiar et al. (2013) acreditam que os níveis de proteína degradável no rúmen dos tratamentos propostos em estudo, foram suficientes para promoverem uma digestão ruminal adequada e, manterem o mesmo nível de consumo.

Para a variável CNDT, não foi observado efeito significativo com relação aos tratamentos avaliados nesse estudo (Tabela 8). No entanto, alguns estudos verificaram reduções nos consumos de NDT, quando se deu um aumento na utilização de cana-de-açúcar *in natura* (MAGALHÃES et al., 2006).

#### **4.4.2. Produção e composição química do leite.**

Dados referentes à produção e a composição do leite das vacas submetidas aos diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 9, bem como os coeficientes de variação e os valores de F.

A composição do leite, de acordo com a legislação vigente no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011) que determina valores mínimos de seus componentes, é norma para que o produto apresente teor de gordura de 3%, proteína total de 2,9% e extrato seco desengordurado de 8,4%.

Os valores médios encontrados no leite das vacas submetidas aos quatro tratamentos desse estudo foram 3,58; 2,97 e 8,28% para teor de gordura, proteína e extrato seco desengordurado, respectivamente, isto é, valores adequados com o padrão preconizado na legislação brasileira. Esses

valores são similares aos relatados por Silva Júnior et al. (2015) que constataram valores de gordura, proteína e sólidos totais iguais a 3,53; 3,99 e 10,12%, respectivamente, para o leite proveniente de vacas da raça Girolando.

Não foi observada diferença ( $p>0,05$ ) para produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (Tabela 9) que variaram de 20,30 kg/d a 19,61 kg/d e de 20,66 a 19,64, respectivamente, em relação aos diferentes tratamentos. Esta produtividade também foi semelhante a encontrada por Teixeira Júnior (2008) em experimento com vacas alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada com cal hidratada (0,5%) que obtiveram em média 20,18 kg leite/dia e sendo este superior ao encontrado por Alves et al. (2010), de 14,78 e 16,49 ( $p>0,05$ ) para vacas mestiças (Holandês x Gir), alimentadas com cana *in natura* e cana hidrolisada com cal hidratada com 1,0% da matéria natural, respectivamente.

**Tabela 9.** Valores médios de produção de leite corrigida (PLC) ou não (PL) para 3,5% de gordura e teores médios de gordura (G), proteína bruta (PB), extrato seco total (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) do leite, nos tratamentos experimentais.

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				CV (%)	F
	T1	T2	T3	T4		
Produção de leite, kg/d	20,30	20,28	20,18	19,61	4,01	1,12 ns
Produção de leite, 3,5%	20,66	20,40	20,33	19,64	4,12	1,27 ns
Composição do leite, %						
Gordura	3,65	3,57	3,57	3,54	3,21	1,26 ns
Proteína	2,99	2,98	2,97	2,96	1,80	0,45 ns
Lactose	4,38	4,36	4,37	4,36	1,02	0,43 ns
Sólidos totais	11,96	11,86	11,85	11,79	1,41	1,42 ns
ESD	8,31	8,28	8,27	8,24	1,19	0,54 ns
NUL, mg/dL	21,45a	21,17a	20,54ab	19,08b	5,32	7,44*
Peso Corporal (Kg)	523,88	517,13	526,13	530,13		
Escore corporal	2,93	2,87	2,93	2,93		

<sup>1</sup>T1= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); T2= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; T3= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio, fornecidos no cocho; T4= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho; NS: Não significativo; CV: Coeficiente de variação; ESD: Extrato seco desengordurado; NUL: Nitrogênio ureico do leite; Escore corporal: 1 (muito magra) a 5 (muito gorda); Eficiência Produtiva = kg matéria seca/ kg produção de leite.

Os teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado (ESD) do leite não diferiram entre os tratamentos (Tabela 9). Esses resultados concordam com os obtidos por Alves et al. (2010) ao utilizar óxido de cálcio como agente alcalinizante na cana. Da mesma forma Costa et al. (2005) e Aquino et al. (2007) não observaram diferenças na composição do leite de vacas contendo 1,0 e 1,5% de ureia em suas dietas respectivamente.

Semelhante a esse estudo, Souza et al. (2010) e Santos et al. (2011) também não encontraram diferença na produção de leite com a inclusão de ureia (protegida ou não) na dieta.

Fato interessante, que reforça a adoção conjunta da técnica desenvolvida pela Embrapa (cana-de-açúcar *in natura* + ureia) com a técnica da hidrólise (cana-de-açúcar hidrolisada cal), ou seja, os produtores de leite poderão hidrolisar a cana-de-açúcar juntamente com a ureia pecuária + sulfato de amônio ou ureia protegida. Desta forma, elimina-se uma operação na prática, minimizando o uso da mão de obra, ao utilizar a adição da ureia diretamente no processo de hidrólise.

Do ponto de vista do potencial da cana-de-açúcar hidrolisada com cal na alimentação de vacas leiteiras, salienta-se o bom desempenho dos animais (TEIXEIRA JÚNIOR., 2008; SFORCINI, 2009; ALVES, 2010). Outro aspecto interessante ao uso da cana-de-açúcar hidrolisada quando associada à silagem de milho é o aumento da produção de leite com redução do custo do quilograma produzido (SFORCINI, 2014), tendo em vista o menor valor da cana-de-açúcar hidrolisada em relação a silagem de milho.

Quanto ao uso da ureia, desde que utilizada criteriosamente, constitui uma fonte adequada, eficiente e de baixo custo na alimentação de vacas leiteiras (GUIMARÃES JÚNIOR et. al., 2007). Segundo Santos; Voltolini e Pedroso, (2005), rações que contenham a cana-de-açúcar necessariamente devem-se corrigir o teor protéico das mesmas. Neste contexto, a técnica da EMBRAPA que utiliza a cana-de-açúcar associada com a ureia pecuária, possibilita que o teor de proteína bruta da cana, por volta de 3,00% aumente para aproximadamente 12% e de forma viável economicamente.

Em relação à ureia protegida na alimentação de vacas leiteiras, quer em substituição ou não à ureia pecuária, Akay et al. (2004); Carrareto (2007);

Paula et al. (2009); Souza et al. (2010) e Santos et al. (2011) demonstraram os benefícios em relação ao desempenho das vacas.

No presente estudo, verificou-se que a hidrólise com uso da calda de cal com a ureia pecuária + enxofre ou ureia protegida, ocorreu sem problemas, uma vez que se comparando a produção de leite das vacas que receberam a ureia (protegida ou não) no cocho, apresentaram-se semelhante ( $p > 0,05$ ).

Contudo, os tratamentos influenciaram as médias de nitrogênio uréico do leite ( $P > 0,05$ ), cujas médias foram de: 21,45; 21,17; 20,54 e 19,08 mg/dL nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente (Tabela 9). A média geral foi de 20,56 mg/dL, valores superiores aos relatados por Miranda (2015) para vacas da raça holandesa (16,2 mg/dL), sendo os níveis normais aceitos estão entre 10 a 16 mg/dl, equivalentes a 21,4 a 34,2 mg/dl de ureia (CAMPOS, 2002).

Desta forma, nota-se uma diferença de 12,42% entre a menor e maior média, o que pode ser explicado pela influência de vários fatores, geralmente o NUL sofre muita interferência de fatores como manejo dos animais, genética, período de lactação, clima, dieta muito diferentes e possíveis variações dentro do rebanho, que faz com que a variação entre animais e entre experimentos seja muito grande que são atribuídos ao equilíbrio da proteína e dos teores de carboidratos da dieta.

Doska (2010) encontrou uma média de NUL superior ( $p < 0,01$ ) em vacas primíparas (16,2 mg dL<sup>-1</sup>) comparadas às médias de vacas com 2 (16 mg.dL<sup>-1</sup>) e 3 ou mais partos (15,5 mg.dL<sup>-1</sup>), e obteve um efeito linear da covariável idade da vaca ao parto, evidenciando que vacas mais jovens apresentaram médias de NUL superiores ( $p < 0,01$ ) às vacas mais velhas. Isto pode ser explicado pela menor produção de leite das vacas primíparas e também ao fato de os animais nessa categoria apresentarem um metabolismo mais acelerado e com isso, terem uma maior capacidade de utilização dos aminoácidos e menor transformação em ureia.

Signoretto et al. (2013) avaliaram níveis de suplementação em pastagem de capim tanzânia em vacas leiteiras mestiças e encontraram valores de NUL de 14,72 a 16,79 mg/dL. Oliveira et al. (2014) avaliaram dois níveis de PB (14% e 18%) no concentrado em vacas leiteiras mestiças em pasto rotacionado de

capim-tanzânia, independentemente do nível de concentrado e de PB, com variação de 13,02 a 15,96 mg/dL.

A proteína da dieta sofre degradação no rúmen e quando oferecida em excesso é convertida em amônia, absorvida para a corrente sanguínea, transformada em ureia no fígado e excretada pela urina ou reciclada para o trato digestivo superior. Os valores mais elevados de NUL podem ser indicativos de excesso de amônia absorvida pelo rúmen em relação à menor produção de leite, ou seja, uma menor diluição do nitrogênio ureico do leite.

Portanto, os valores de NUL apresentado neste trabalho podem estar ligados aos elevados teores de proteína bruta utilizados neste experimento (Tabela 1), grupos de animais distintos (primíparas X múltiparas) e utilização NNP, que ao avaliar a composição dos tratamentos mais especificamente relacionada às características das ureias utilizadas, nota-se médias de 21,45; 20,54 e 21,17; 19,08, para ureia pecuária e ureia protegida, respectivamente, de modo geral valores menores para os tratamentos que utilizaram ureia protegida (T2;T4), apesar de não ter sido encontrada diferença no teor de NUL, Miranda (2015) identificou uma tendência para menores valores quando a ureia de liberação lenta não era utilizada.

De modo geral, foram semelhantes ( $p>0,05$ ) as médias do peso corporal e escore da condição corporal (ECC) para vacas nos diferentes tratamentos. Sendo esta uma ferramenta importante para a avaliação das dietas experimentais é a condição de escore corporal, que pode explicar se as alterações de consumo afetaram as características físicas dos animais, já que a medida do peso vivo pode ser alterada devido à idade gestacional, tamanho do bezerro, data de parto, hidratação e jejum (WILDMAN et al., 1982)

#### **4.4.3. Parâmetros sanguíneos**

Não houve diferença ( $p>0,05$ ) entre os tratamentos experimentais com cana-de-açúcar hidrolisada e silagem de milho ao adicionar ureia na calda da hidrólise ou diretamente no cocho para as concentrações de glicose, colesterol, C-HDL, ureia, proteínas totais e albumina no sangue (Tabela 10).

Os constituintes do plasma sanguíneo exibem relação direta com a composição química e a digestibilidade dos componentes da dieta. Desta

forma, os ingredientes da ração apresentam efeitos sobre a composição do plasma e, em consequência, sobre a composição do leite, determinando, em parte, a qualidade desse produto.

**Tabela 10.** Metabólitos plasmáticos em função dos tratamentos experimentais.

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				Valor de F	CV%
	T1	T2	T3	T4		
<b>mg/dL</b>						
Glicose	45,54	47,05	47,63	50,60	2,51 ns	11,22
Colesterol	127,96	147,67	142,48	143,78	0,37 ns	18,91
C-HDL	100,02	100,47	89,80	117,13	1,34 ns	28,44
Ureia	32,05	29,71	26,08	27,37	5,48 ns	9,17
<b>g/dL</b>						
Proteínas Totais	8,65	8,82	8,50	8,94	1,15 ns	6,26
Albumina	3,20	2,98	3,24	3,44	1,07 ns	14,07

<sup>1</sup>T1= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); T2= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; T3= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio, fornecidos no cocho; T4= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho; C-HDL: Colesterol-lipoproteína de alta densidade; ns = não significativo.

Dirksen e Breitner (1993) relataram que os componentes bioquímicos sanguíneos mais comumente determinados no perfil metabólico representam as principais vias metabólicas do organismo, das quais a glicose, o colesterol e o betahidroxibutirato representam o metabolismo energético; a ureia, a hemoglobulina, as globulinas, a albumina e as proteínas totais representam o metabolismo proteico.

Adicionalmente, são estudados metabólitos indicadores do funcionamento hepático, tais como as enzimas aspartatoaminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT) e glutamato desidrogenase ( $\gamma$ GT), bem como albumina, colesterol total e suas frações LDL, VLDL e HDL, representando o lipidograma completo (GONZÁLEZ, 1997). Por isso, variações dos metabólicos sanguíneos em vacas leiteiras permitem estimar o processo de adaptação metabólica a novas situações fisiológicas ou de alimentação.

A concentração de glicose plasmática não foi influenciada pelos tratamentos experimentais (Tabela 10) sendo estes resultados semelhantes aos estudos realizados por Calixto Junior et al. (2010) e Martins et al. (2011) que verificaram concentração semelhante de glicose plasmática em vacas alimentadas com silagem de milho e cana-de-açúcar *in natura*.

A manutenção da concentração de glicose plasmática se relaciona à relativa estabilidade nas concentrações de glicose em ruminantes, permanecendo dentro dos valores de referência (40 a 74 mg/dL) citados por Rebhun (2000). Estes valores, demonstram que a síntese de leite não foi prejudicada pela glicose sanguínea, segundo Van Soest (1994), uma vez que, a maioria da glicose proveniente do sangue é utilizada para síntese de lactose e o restante (aproximadamente 20%) para síntese de glicerol e fornecimento de energia no processo biossintético, sendo a glicose sanguínea o principal fator limitante para a síntese de leite.

Sabe-se que a glicose é responsável por inúmeras funções no organismo do ruminante e uma alteração na taxa de glicose sanguínea seria um indicativo de problemas no organismo do animal. Assim sendo, a taxa de glicose sanguínea das vacas foi considerada normal independente da forma de utilização da ureia.

Constatou-se que não houve efeito dos tratamentos experimentais ( $p > 0,05$ ) sobre a concentração de colesterol, C-HDL no plasma das vacas alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada e silagem de milho mais ureia na calda da hidrólise ou diretamente no cocho. Permanecendo dentro da faixa de referência considerada normais (116,0 a 147,9 mg/dL) descrita por Pogliani (2006).

O colesterol é armazenado nos tecidos na forma de ésteres de colesterol sendo o precursor dos esteroides do organismo, como corticosteroides, hormônios sexuais, ácidos biliares e vitamina D. Aproximadamente 50% do colesterol se origina no fígado, 15% no intestino e uma grande proporção do restante na pele. A síntese ocorre a partir do acetil-CoA, que por sua vez, provém do ácido acético produzido no rúmen pela fermentação da fibra da dieta, dependendo do estado nutricional (KANEKO, 2008).

Sforcini (2014) estudando vacas holandesas, pós-pico de lactação (85 dias em média), utilizando cana-de-açúcar hidrolisada em substituição da silagem de milho determinou valores médios de 228,23 mg/dL, estes ficando acima dos descritos neste trabalho e da faixa de referência. Contudo, Pogliani (2006) constatou que existe uma grande variação nos níveis séricos encontrados na literatura, sendo que os principais fatores causadores desta variabilidade fisiológica podem estar relacionados com a raça, o sexo, o sistema de criação (dieta e alimentação) e, principalmente, a idade, o parto e o puerpério.

Campos et al. (2007) observaram que o metabolismo energético de vacas holandesas, nas semanas 2, 5, 8 e 11 pós-parto, mostraram uma ampla variação dos níveis de colesterol de forma crescente à medida que avançou a lactação.

Arave et al. (1975) encontraram em vacas sadias valores de colesterol iguais a 121,4mg/dl. Para Grummer e Carrol (1988) os valores de colesterol para bovinos sadios foram iguais a 118mg/dl. Segundo Costa (1991) que estudou a influência do puerpério nos teores séricos de colesterol de bovinos da raça Holandesa, e encontrou os seguintes resultados,  $96,2 \pm 19,9$ mg/dl (15 dias pré-parto),  $91,1 \pm 21,0$ mg/dl (até 10 dias após o parto) e  $133,0 \pm 25,8$ mg/dl (entre 20 – 30 dias após o parto). Kaneko et al. (1997) consideram que os teores séricos de colesterol adequados para bovinos sadios oscilam entre 80 e 120mg/dl.

Com relação as concentrações de ureia no sangue (Tabela 10), não houve efeito ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, contudo, os animais alimentados cana-de-açúcar hidrolisada + silagem de milho associadas com ureia na calda apresentaram maior nível de ureia no sangue ( $P > 0,05$ ) e conseqüentemente maior nitrogênio ureico, estes valores estão de acordo com o intervalo de 25 a 57 mg/dL e 15 a 40 mg/dL (GONZÁLEZ e ROCHA, 1998; BOUDA et. al., 2000), respectivamente, para vacas de leite.

Estes níveis refletem o consumo de proteína oriunda do concentrado e do volumoso (50% cana-de-açúcar hidrolisada + 50% silagem de milho) e sua taxa de digestão. Contudo, estes valores divergem dos descritos por Arruda et al. (2008), ao observarem alta concentração de ureia no sangue de vacas em

lactação, alimentadas com diferentes volumosos. Estes encontraram valores médio de 47,5 mg/dL, e concluíram que esta alta concentração de ureia foi devido ao elevado teor de proteína bruta da dieta, com valor médio de 19% de PB.

A ureia é um componente comum no sangue e nos outros fluidos do corpo onde sua formação tem origem no fígado pela conversão da amônia. A amônia é tóxica e se não existisse essa conversão da amônia para ureia, no fígado, o organismo se tornaria doente a cada ingestão de alimento proteico (MORRISON e MACKIE, 1996). As concentrações de ureia no sangue variam e são influenciadas pelo aporte de proteína, energia e pela excreção urinária.

Segundo Jobim (2010), a degradação de proteína da silagem resulta no aumento da ingestão de nitrogênio não protéico com conseqüente redução na ingestão de proteína verdadeira, quando comparada à forragem não fermentada. Portanto, faz-se necessário prevenir o acúmulo de amônia no rúmen. Silagens malconservadas podem apresentar níveis elevados de nitrogênio solúvel e/ou nitrogênio total.

Níveis adequados de ureia sanguínea demonstram um adequado balanceamento entre proteína e carboidratos fermentescíveis, uma vez que a sincronia entre esses nutrientes podem elevar a concentração de ureia no sangue, excreção no leite e na urina, conseqüentemente perda de um dos nutrientes mais onerosos da dieta dos ruminantes (FERGUSON e CHALUPA, 1989; GARCIA-BOJALIL, STAPLES e RISCO, 1998; ARRUDA et al., 2008).

Sendo a ureia um indicador sensível, direto e imediato da ingestão de proteína, de forma que excedentes de proteína na dieta são refletidos por aumentos de ureia tanto no sangue quanto no leite, muitas vezes causando efeitos deletérios na reprodução (ROSSATO et al., 1999) ou na qualidade do leite (GONZÁLEZ, 2001; WITTEWER et al., 1993). Por outra parte, dieta baixa em energia pode também causar aumento da uremia em função do metabolismo ruminal que exige uma sincronia entre a disponibilidade de compostos precursores de proteína bacteriana e de glicídios solúveis. Não havendo carboidratos disponíveis, aumenta a taxa de absorção ruminal de amônia, levando ao aumento da ureia sanguínea.

Os valores de ureia no sangue devem ser vistos em conjunto com os valores de albumina e de creatinina, considerando o balanço protéico e energético da dieta de acordo com as exigências nutricionais dos diferentes grupos de animais (GONZÁLEZ e CAMPOS, 2003).

O nível de proteína total (Tabela 10) das vacas alimentadas com as diferentes dietas não foi alterado ( $p > 0,05$ ), se mantendo dentro da faixa descrita com referência (6,9 a 9 g/dL) segundo Rebhun (2000). Comportamento idêntico ao apresentado pelas concentrações de albumina que permaneceram constante ( $p > 0,05$ ) indicando metabolismo proteico nas dietas de cana-de-açúcar hidrolisada com silagem de milho, conservando-se dentro dos valores de referência (2,8 a 3,9 g/dL) citados por Rebhun (2000). Sendo esta a proteína mais abundante no plasma sanguíneo, correspondendo aproximadamente a 50% das proteínas circulantes (CONTRERAS, 2000).

As proteínas sanguíneas são sintetizadas principalmente pelo fígado, sendo sua taxa de síntese diretamente relacionada com o estado nutricional do animal, especialmente com os níveis de proteína e de vitamina A e com a funcionalidade hepática (PAYNE; PAYNE, 1987). A diminuição das proteínas totais no plasma está relacionada com falhas hepáticas, transtornos renais e intestinais, hemorragias ou por deficiência na alimentação.

De forma geral, em relação aos resultados obtidos neste trabalho para as variáveis acima discutidas, pode-se observar que as concentrações dos metabólitos sanguíneos propostos permaneceram dentro das faixas recomendadas, desta forma, torna-se interessante a utilização de cana hidrolisada associada a silagem de milho e ureia, esta independente da forma de utilização (calda/cocho) na alimentação animal para períodos de baixa disponibilidade forrageira, visando um padrão no fornecimento de volumoso para os animais independente da época do ano e redução de custos de mão de obra, principalmente para pequenos criadores, uma vez que, este material pode ser utilizado por pelo menos 72h, sem comprometer a qualidade do alimento, conforme estudado por Oliveira (2010).

#### 4.4.4. Análise parcial de custos

Ressalta-se que diferenças no preço da silagem de milho e cana-de-açúcar sempre existirão, em virtude das particularidades de cada uma, desta forma, o preço poderá sofrer alterações frente as oscilações de mercado.

**Tabela 11.** Médias de consumo de concentrado (CC), de volumoso (VC), produção de leite (PL), preço de venda do leite, custo com concentrado (CCon), volumoso (CVol), custo com alimentação (CA), receita, margem bruta (MB), eficiência financeira (EFinanceira), custo/benefício, coeficientes de variação (CV) e valor de F de acordo com os tratamentos experimentais.

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				CV%	Valor de F
	T1	T2	T3	T4		
Kg/MN/vaca/dia						
CC	9,21	9,10	8,97	9,17	--	--
VC	41,53	40,98	40,33	41,34	--	--
Kg/vaca/dia						
PL	20,30	20,28	20,18	19,61	--	--
R\$/kg						
Preço do leite <sup>2</sup>	1,30	1,30	1,30	1,30	--	--
CCon	1,24	1,24	1,24	1,24	--	--
CVol	0,009	0,011	0,009	0,011	--	--
R\$/vaca/dia						
CCon	11,48	11,35	11,19	11,44	--	--
CVol	2,41	2,41	2,34	2,43	--	--
CA <sup>3</sup>	13,90	13,76	13,54	13,87	3,71	1,66 ns
Receita <sup>4</sup>	25,00	26,28	24,66	24,46	7,88	1,57 ns
MB <sup>5</sup>	11,10	12,51	11,11	10,58	17,49	1,22 ns
EFinanceira <sup>6</sup>	1,79	1,90	1,83	1,76	7,70	1,21 ns
Custo/Benefício <sup>7</sup>	0,79	0,71	0,75	0,76	8,85	0,39 ns

<sup>1</sup>T1= 50% Cana-de-açúcar Hidrolisada (CH) + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio (na calda) + 50% de silagem de milho (SM); T2= 50% CH + 1,0 kg ureia protegida (na calda) + 50% SM; T3= 50% CH + 50% SM + 0,9 kg ureia pecuária + 0,1 kg sulfato de amônio, fornecidos no cocho; T4= 50% CH + 50% SM + 1,0 kg ureia protegida, fornecida no cocho; <sup>2</sup>Preço do leite tipo B pago ao produtor; <sup>3</sup>CA = custo com concentrado + custo com volumoso; <sup>4</sup>Receita = produto da produção diária de leite e o preço de venda do leite tipo B; <sup>5</sup>MB = diferença entre a receita e o custo com alimentação; <sup>6</sup>EFinanceira = quociente entre receita e custo com alimentação; <sup>7</sup>Custo/benefício = quociente entre o custo diário com alimentação e produção diária de leite; ns = não significativo.

Considerando-se as médias (com base na matéria natural), as vacas consumiram 41,52; 40,98; 40,33 e 41,34 kg/vaca/dia, de acordo com os tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Verificou-se que o consumo, foi

próximo uma vez que a diferença entre o maior e menor consumo foi de apenas 1,19 kg/vaca/dia, o que correspondeu a 2,95%.

Com relação à análise econômica parcial (Tabela 11), nota-se que em decorrências das rações serem constituídas por 50% Cana hidrolisada + 50% silagem de milho, proporcionou menor custo, no entanto, em relação aos tratamentos, face ao consumo muito próximo das rações pelas vacas leiteiras, os resultados foram semelhantes estatisticamente ( $p>0,05$ ).

Comparativamente rações constituídas com cana-de-açúcar hidrolisada normalmente o custo é menor em relação a outros volumosos, principalmente à silagem de milho (TEIXEIRA JÚNIOR, 2008; SFORCINI, 2009; ALVES, 2010).

Em relação aos custos de alimentação (concentrado + volumoso), não houve ( $p>0,05$ ) efeito destes valores, possivelmente devido ao uso da cana-de-açúcar hidrolisada nas dietas. Desta forma, os custos da alimentação próximos entre os tratamentos, possibilitou margem bruta semelhante, haja vista que, a produção de leite também foi muito próxima, gerando eficiência financeira e custo/benefício semelhantes ( $p>0,05$ ). Ressalta-se que não foi incluído o custo da mão-de-obra da aplicação ou mesmo do equipamento no caso de grande quantidade de cal a ser aplicada quando é realizada a hidrólise da cana-de-açúcar.

Sforcini (2009) avaliando cana-de-açúcar hidrolisada com dois tempos de armazenamento, cana-de-açúcar *in natura* e silagem de milho como únicos volumosos na dieta de vacas em lactação, observou melhor custo/benefício nas dietas com cana-de-açúcar.

De outra forma, Teixeira Júnior (2008) avaliando dietas formuladas com silagem de milho, cana-de-açúcar *in natura* e cana-de-açúcar hidrolisada com 0,5% de cal virgem ou 0,5% de cal hidratada armazenadas até 48 horas, verificou melhores eficiências financeiras para dietas compostas por cana-de-açúcar hidrolisada. Ao analisar o custo/benefício, verificou que os tratamentos com silagem de milho (50 e 100%) ficaram abaixo em relação aos demais tratamentos, em decorrência do maior custo da silagem de milho quando comparado aos demais volumosos baseados na cana-de-açúcar hidrolisada.

A receita com a venda do leite tipo B não sofreu alterações ( $p>0,05$ ) com o uso cana-de-açúcar hidrolisada, podendo ser explicado pela proporção (50%)

desta na composição final das dietas, reduzindo o preço unitário do material volumoso, uma vez que este apresenta 60% da alimentação, e em decorrência das produções de leite, pois quanto maior a quantidade de leite produzido maior a receita.

Não houve efeito significativo para a margem bruta ( $P < 0,005$ ). Desta forma, é oportuno citar que a margem bruta para as dietas com cana-de-açúcar hidrolisada pode ser mais vantajosa ainda do que a analisada neste trabalho, se for acrescido os custos com mão-de-obra aos seus cálculos, visto que a silagem de milho demanda maiores custos em relação ao material quando ensilado. Oliveira et al. (2011) também observou margens brutas melhores em dietas à base de cana-de-açúcar frente àquelas com silagem de milho, para uma produção de leite média de 14 kg leite/dia.

É imprescindível a eficiência da produção de forragem na propriedade, em especial a produção de silagem de milho por se tratar de uma tecnologia que exige investimentos elevados estando sujeita a resultados insatisfatórios (SIGNORETTI, 2012). Por conseguinte, a opção pela quantidade do volumoso na dieta, depende da disponibilidade, preço e planejamento de utilização.

## **5. CONCLUSÕES**

A hidrólise ocorreu normalmente independente da forma de aplicação ou tipo de ureia, uma vez que, a opção pelo tipo de uréia ocorrerá em função do preço e disponibilidade.

Nas condições apresentadas, o uso de ureia não influenciou nos parâmetros avaliados: composição bromatológica e o pH, digestibilidade in vitro/digestibilidade aparente, parâmetros ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>), desempenho animal (consumo de nutrientes, produção e composição do leite), parâmetros sanguíneos.

De acordo com a análise parcial de custo, a utilização da cana-de-açúcar hidrolisada reduz o custo da alimentação, conseqüentemente o custo do quilograma de leite produzido, possibilitando um manejo dos volumosos ao longo do tempo conforme a disponibilidade para alimentação das vacas leiteiras.

## 6. REFERÊNCIAS

ABREU, C. L. **Estratégias para utilização da cana-de-açúcar na alimentação de novilhas leiteiras: Relações entre ureia, proteína verdadeira.** 70f. Tese (Doutorado) - UFV, Viçosa, 2012.

AGUIAR, A. C. R.; OLIVEIRA, C. R.; CALDEIRA, L. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; OLIVEIRA, S. J.; SOARES, C.; SILVA, D. A.; MENEZES, J. C.; BORGES, L. D. A. (2013). Consumo, produção e composição do leite e do queijo de vacas alimentadas com níveis crescentes de ureia. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 20, n. 1, 2013.

AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C. et al. Optigen®1200: Controlled release of nonprotein nitrogen in the rumen. **Proceedings of the 20th Alltech Symposium**, p. 179-185, 2004.

ALVAREZ, F. J.; PRESTON, T. R. Studies on urea utilization in sugar cane diets: effect of level. **Tropical Animal Production**, v.3, p.119-126, 1976.

ALVES, A. C. N. **Utilização de cana-de-açúcar hidrolisada e fontes lipídicas na alimentação de vacas girolandas em lactação.** 2010. 100f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis.** 12 ed. Washington, D.C.,1995.

AQUINO, A. A.; BOTARO, B. G.; IKEDA, F. S.; RODRIGUES, P. H. M.; MARTINS, M. F.; SANTOS, M. V. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.881-887, 2007.

ARAVE, C. W.; MILLER, R. H.; LAMB., R. C. Genetic and environment effects on serum cholesterol of dairy cattle of various ages. **Journal of Dairy Science**, v. 58, p. 423-427, 1975.

ARRUDA, D.S.R.; CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. Efeito de diferentes volumosos sobre os constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.9, n.1, p.35-44, 2008.

ASSIS, A. J.; CAMPOS, J. M. S.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; EUCLYDES, R. F.; LANA, R. de P.; MAGALHÃES, A. L. R.; MENDES NETO, J.; MENDONÇA, S.de S. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 2. Digestibilidade dos nutrientes em dois períodos de coleta de fezes, pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 251-257, 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12 ed. Washington, D. C., 1995.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/pt-br/#!/home>>. Acesso em: setembro de 2016

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos. Jaboticabal: **Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp**, Versão 1.1.0.714, 2014.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. **Feedstuffs**, v. 47, p. 42-44, 1975

BARTLEY, E. E.; HELMER, L. G. Progress in the utilization of urea as a protein replace for ruminants. A review. **Journal of Dairy Science**, v.51, n.1, p. 25-51. 1971.

BORDINI, A. P. **Alimentação de vacas em lactação**. vol.2, n.56, p.82, 2002.

BOUDA, J.; OCHOA, L.N.; QUIROZROCHA, G.F. Interpretação dos perfis de laboratório em bovinos. In: GONZÁLEZ F.H.D., OSPINA H., BARCELOS J.O., RIBEIRO L.A.O. (Eds). **Perfil metabólico em**

**ruminantes: Seu uso em nutrição e doenças nutricionais.** Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 19-22.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa no. 62 de 29/11/2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, Distrito Federal, 30 de dezembro de 2011. Seção 1.

CALIXTO JUNIOR, M.; CABREIRA J., C.; SANTOS, T., G.; BUMBIERIS JÚNIOR, V., H. Constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p. 429-438, 2010.

CAMPOS, R. Alguns indicadores metabólicos no leite para avaliar relação nutrição: fertilidade. In: **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais.** 29ª Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, p.40-48. 2002.

CAMPOS, R. G., Cubillos, C., Rodas A. G. Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. **Acta Agronomica.** v.56 n.2, 2007.

CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; VASCONCELOS, V.R.; SAMPAIO, E.M.; MENDES NETO, J. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.928-935, 1999.

CAPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R. 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.

CARARETO, R. **Uso de ureia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis entre desfolhas.** 113f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – ESALQ, Piracicaba, 2007.

CARDOSO, G. B. C. **Efeito da hidrólise com cal virgem (CaO) sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar in natura e ensilada**. 29f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) - UNESP, Jaboticabal, 2007.

CASS, J. L.; RICHARDSON, C. R. **In vitro ammonia release from urea/calcium compounds as compared to urea and cottonseed meal**. Texas Tech. Univ. Agr. Sci. National Research Technology Rpt., 1994.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livro ceres, 380 p. 1979.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira-Cana-de-açúcar, safra 2016/2017. Disponível em: [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br), acesso em: 17 de setembro, 2017.

CONSECANA. Disponível em: <<https://www.consecana.com.br/>>. Acesso em: setembro de 2016.

CONTRERAS, P. Indicadores do metabolismo proteico utilizado nos perfis metabólicos de rebanhos. In: GONZÁLEZ, H.D.; BARCELLOS, J.; PATINÕ, H. O.; RIBEIRO, L.A.O (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p.23-30.

COPERCITRUS. Disponível em: <<http://www.coopercitrus.com.br/>>. Acesso em setembro de 2016.

COSTA, B.; FRANCO, M. Cana. **DBO rural**, p.64-73, 1998.

COSTA, M. G.; CAMPOS, J. D. S.; VALADARES FILHO, S. D. C.; VALADARES, R. F. D.; MENDONÇA, S. D. S.; SOUZA, D. D. P.; TEIXEIRA, M. D. P. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

COSTA, S. G. **Perfil Lipídico de vacas Holandesas, variedade HPB, em diferentes fases da gestação**, 57 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de

Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DIRKSEN, G.; BREITNER, W. New quick-test for semi quantitative determinations of beta-hydroxybutyric acid in bovine milk. **Journal Veterinary Medical Animal Physiology Pathology Clinical Medical**, v.40, p.779-784, 1993. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8135084>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA, M. D. S.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, A. P. T. P.; SANTOS, J. MOTA, D. A. Estabilidade aeróbia, pH e dinâmica de desenvolvimento de microrganismos da cana-de-açúcar in natura hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.715-719, 2011.

DOSKA, M. A. **Nitrogênio ureico no leite e seu impacto na produção e reprodução de rebanhos leiteiros do Paraná**. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A. C. D.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S. D. C.; THIÉBAUT, J. T. L.; MATOS, F. N.; RIBEIRO, C. V. M. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteína sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, n. 4, p. 787-796. 1997.

EUSTAQUIO FILHO, A; SANTOS, P. E. F; YAMAMOTO, S. M. Utilização de ureia como fonte de nitrogênio não protéico (NNP) para ruminantes. **PUBVET**, v.2, n.32, Ed. 43, Art. 335, 2008.

EZEQUIEL, J. M. B; MELÍCIO, S. P. L; SANCANARI, J. B. D; FERREIRA, R. N; FEITOSA, J. V; Quantificação das Bactérias Sólido-Adesidas, Bactérias e Protozoários Líquido-Associados do Rúmen de Bovinos Jovens Alimentados com Amiréia **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.707-715, 2002

FERGUNSON, J. D.; CHALUPA, R. Symposium: interactions of nutrition and reproduction. **Journal of Dairy Science**, v. 72, n. 2, p. 746-766, 1989.

FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; LANA, R. P.; BARBOSA, M. H. P.; FONSECA, D. M.; DETMANN, E.; CABRAL, L. S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.977-985, 2003.

FERRARI, V. B. **Cana-de-açúcar hidrolisada com duas formas de aplicação e tamanhos de partículas**. 2013. 51f. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2013.

FERREIRA, R.; OLIVEIRA, E.; ORSINE, G.; PAULA, A.; OLIVEIRA, L.; BITTENCOURT, A.; SOUZA, S. Liberação de nitrogênio amoniacal no rúmen com o uso de ureia encapsulada com polímero (Optigen 1200 Alltec). In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**. v.42, 2005.

FERREIRO, H.M.; SUTHERLAND, T.M.; PRESTON, T.R. Brix and dry matter content as indices of urea requirements in diets based on sugar cane. **Tropical Animal Production**, v.2, p.213-218, 1977.

FORERO, O.; OWENS, F. N.; LUSBY K. S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal Animal Science**, v. 50, p. 532-538, 2001.

FRANZOLIN, M. H. T.; LUCCI, C. S.; FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1452-1457, 2000.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. L.; FREDRICKSON, D. L. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical chemistry**, v.18, n.6, p.499-502, 1972.

FUNDAÇÃO ABC. Disponível em: < <http://fundacaoabc.org/>>. Acesso em: setembro de 2016.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. **Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal**. IN: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 583 p. 2006.

GALAN, V.B.; NUSSIO, L.G. **Novos custos para cana-de-açúcar**. Piracicaba: CEPEA/FEALQ, 2000. Boletim do leite, 74.

GALLO, E.; EMANUELE, S. M.; SNIFFEN, C. J.; WHITE, J. H.; KNAPP, J. R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating holstein dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 2154-2162, 2003.

GARCIA-BOJALIL, C. M.; STAPLES, C. R.; RISCO, A. A. Protein degradability and calcium salts of long-chain fatty acids in the diets of lactating dairy cows: productive responses. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 5, p. 1374-1384, 1998.

GONÇALVES, A.P. **Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade**. 82f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - USP, Pirassununga, 2006.

GONZÁLEZ F.H.D. Perfil metabólico en bovinos: alcance y utilidad. **Revista M VZ**, v.3, p.45-52, 2001.

GONZÁLEZ, F. H. D. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo Faculdade Veterinária**. v.25, n.2, p. 13-33, 1997

GONZÁLEZ, F.H.D., CAMPOS, R. O leite como indicador metabólico-nutricional em vacas. **A Hora Veterinária**, v. 22, p. 36-38, 2003.

GONZÁLEZ, F.H.D.; ROCHA, J.A.R. Variations in the metabolic profile of Holstein cows of different milk yields in southern Brasil. **Arquivo Faculdade Veterinária**. v.26, n.1, p.52-54, 1998.

GOULART, M. A.; MONTAGNER P.; LOPES, M. S.; AAMBUJA, R. C. C.; SCHWEGLER, E.; ANTUNES, M. M.; PEREIRA, R. A.; ROLL V. F. B.;

SCHNEIDER, A.; RABASSA, V. R.; DEL PINO, F. A. B.; CORRÊA, M.N. Composição do leite, pH do fluido ruminal e perfil metabólico de vacas leiteiras suplementadas com ureia de liberação lenta. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.41, n.1, 2013

GRUMMER, R. R., CARROL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: importance to ovarian function. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 3160-3173, 1988.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L. G. R.; TOMICH, T. R.; GONÇALVES, L. C.; FERNANDES, F. D.; BARIONI, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B. (2007) **Ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Embrapa: Cerrados, 33p (Embrapa – cerrados. Documentos, 186).

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p. 1791 - 1794, 1999.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2755-2766.1986.

HUHTANEN, P.; NOUSIAINEN, J.; RINNE, M. Recent developments in forage evaluation with special reference to practical applications. **Agricultural and Food Science**, v.15, p.293-323. 2006.

HUNTER R.A.; SIEBERT B.D. The utilization of spear grass (*Heteropogon contortus*). IV. The nature and flow of digesta in cattle fed on spear grass alone and with protein or nitrogen or sulfur. *Australian Journal of Agricultural Research*, n. 31, p. 1037- 1047. 1980.

JACKSON, M. G. Review article: the alkali treatment of straws. **Animal Feed Science and Technology**, v. 2, n. 2, p. 105-130, 1977.

JOBIM, C. C. Produção de forragens conservadas para alimentação de bovinos. In: SANTOS, G. T.; MASSUDA, E.M., KAZAMA, D.C.S.; JOBIM, C. C.; BRANCO, A.F. **Bovinocultura Leiteira. bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Eduem, p. 309- 356, 2010.

KANEKO, J. J., KANEKO, J. J., HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animal**. 6. ed. San Diego, California: USA Elsevier, p. 918, 2008.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed, 1997.

KANG-MERZNARICH, J. H.; BRODERICK, G. A. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. **Journal of Animal Science**, v.51, n.2, p.422-431, 1981.

KLOPFENSTEIN, T. Increasing the nutritive value of crop residues by chemical treatments. In: HUBER, J.T. **Upgrading residues and products for animals**. Ed. CRC Press, p. 40-60, 1980

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 140 p. 2002.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; BATISTA, L.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M. A.; KANTHACK, R. A. variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Embrapa Pecuária Sudeste-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, 2002.

LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, C. E.; LAMBERT, B. D.; TRATER, A. M. Branched-chain aminoacids for growing cattle limited-fed soybean hull-based diets. **Journal of Animal Science**. v.79, p. 2747-2753, 2001.

MACEDO, D.C. **Composição bromatológica da cana-de-açúcar (Saccharum officinarum L.) hidrolisada com cal virgem**. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Agronomia – UNESP, Jaboticabal, 2007.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S.; MELLO, R.; FREITAS, J. A.; TORRES, R. A.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. D. C. TORRES, R. D. A.; MENDES NETO, J.; ASSIS, A. J. D. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 5, p. 1292-1302, 2004.

MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar** (*Saccharum officinarum*, L.) **em substituição à silagem de milho** (*Zea mays*) **em dietas para vacas em lactação**. 62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

MAGALHÃES, J. A. **Como utilizar ureia pecuária na alimentação de ruminantes**. Rio de Janeiro, n.16, p.8, 1997.

MARTINS, S.C.S.G; ROCHA JÚNIOR, V.R; CALDEIRA, L.A; PIRES, D.A.A.; BARROS, I.C.; SALES, E.C.J; SANTOS, C.C.R.; AGUIAR, A.C.R.; OLIVEIRA, C.R. Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.3, p.691-708, 2011.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; MCDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **The British Journal Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. **Simpósio Internacional de Ruminantes**, v.29, p.188-219, 1992.

MERTENS, D. R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: **Informational Conference with Dairy and Forage Industries**, 1996. Proceedings... US Dairy and Forage Resource Center, p. 81-91, 1996

MFRURAL Mercado Físico Rural. Disponível em: <<http://www.mfrural.com.br/>>. Acesso em: setembro de 2016.

MIRANDA, M.S. **Efeitos da substituição parcial do farelo de soja por uma fonte de proteína microbiana derivada de levedura, em dietas de vacas holandesas em lactação**. 95f. Tese (Doutorado) – USP, Pirassununga, 2015.

MORAES, K. A. K.; VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K. LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F. D.; PEREIRA, O. G.; SOLÉRO, B. P. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.

MORRISON, M. E.; MACKIE, R. I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Aust. J. Agric. Res.**, Queensland, v. 47, n. 2, p. 227-246, 1996.

MOTA, D. A. **Diferentes tipos de cales na hidrólise da cana-de-açúcar IAC 86-2480**. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UNESP, Jaboticabal, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, p. 381, 2001.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; DIAS, F. N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 1., 2001, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, p. 319. 2001.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: Effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.589-596, 1999.

OLIVEIRA, A. G.; OLIVEIRA, V. S.; SANTOS, G. R. A.; SANTOS, A. D. F. Desempenho de vacas leiteiras sob pastejo suplementadas com níveis de concentrado e proteína bruta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3287-3304, 2014.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; CECON, P. R.; OLIVEIRA, G. A. D.; SILVA, R. M. N.; COSTA, M. A. L. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1358-1366, 2001.

OLIVEIRA, G. S. D.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J. D.; TEIXEIRA, R. M. A.; VALADARES, R. F. D.; PINA, D. S.; OLIVEIRA, G. S. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1172-1182, 2007.

OLIVEIRA, I. S.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; RODRIGUES, R. C. ; MORENZ, M. J .F. Consumo, digestibilidade e desempenho de vacas leiteiras submetidas a dietas baseadas em volumosos tropicais no Centro Oeste do Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 23, p. 224, 2011.

OLIVEIRA, M. D. S. **Cana-de-açúcar hidrolisada na alimentação de bovinos. Técnica da hidrólise com cal virgem ou hidratada**, Jaboticabal: Funep, p.115, 2010.

OLIVEIRA, M. D. S.; ANDRADE, A. T.; BARBOSA, J. C.; SILVA, T. M.; FERNANDES, A. R. M. F.; CALDEIRÃOS, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, in natura e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 41 - 50, 2007.

OLIVEIRA, M. D. S.; BODRICK, R.; SANTOS, J. DOS; A. L.; DOMINGUES, F. N.; OLIVEIRA, I.S.; MOTA, D. A. Efeito da hidrólise com cal hidratada (hidróxido de cálcio) sobre a digestibilidade *in vitro* da cana-de-açúcar

(*Saccharum officinarum* L.). In: **43<sup>a</sup>** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa. **Anais...** CD-ROOM, 2006.

OLIVEIRA, M. D. S.; SHINODA, J.; BODRICK, R. Efeito da hidrólise com a cal hidratada (hidróxido de cálcio) sobre a digestibilidade in vitro da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43<sup>a</sup>, João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

ORSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 178p.1988.

ORTEGA, M. E.; STERN, M. D.; SATTER, L. D. The effect of rumen ammonia concentration on dry matter disappearance in situ. **Journal of Dairy Science**, v.62, p.76 (Suppl. 1), 1979.

PAIXÃO, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I. et al. Uréia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2451-2460, 2006.

PAULA, A. A. G; FERREIRA, R. N.; ORSINI, G. F.; OLIVEIRA, L. G.; OLIVEIRA, E. R. Ureia polímero e ureia pecuária como fontes de nitrogênio solúvel no rúmen: parâmetros ruminal e plasmático. **Ciência Animal Brasileira**. v.10, p.1-8, 2009

PAYNE, J.M.; PAYNE, S. The metabolic profile test. **Oxford University Press**. New York, 1987.

PEREIRA, J.C. **Vacas leiteiras: Aspectos práticos da alimentação**, 1<sup>o</sup> edição, Viçosa: Editora Aprenda Fácil, p. 198, 2000.

PINOS-RODRIGUEZ J. M.; PENA L. Y.; GONZALES-MUNOZ S. S.; BARCENA R.; SALEM A. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. *Ital. Journal of Animal Science* v.9, p.16–19, 2010.

POGLIANI, F. C. **Valores de referência e influência dos fatores etários, sexuais e da gestação no lipidograma de bovinos da raça Holandesa, criados no Estado de São Paulo.** 2006. 134f. Dissertação (mestrado em Clínica Veterinária) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

PRESTON, T.R. Nutritional limitations associated with the feeding of tropical forages. **Journal Animal Science**, v.54, n.4, p.877-883, 1982.

PRESTON, T.R. Nutritive value of sugar cane for ruminants. **Tropical Animal Production**, v. 2, p. 125-142. 1977.

PROKOP, M. J.; KLOPFENSTEIN. T. J. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle** Report No. EC 77-218, Nebraska, 1977.

QUALICAL. Disponível em: <<http://www.quallical.com.br/>>. Acesso em setembro de 2016.

QUEIROZ, O. C. M.; NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J. L.; SANTOS, M. C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 358-365, 2008.

RABELO, C. H. S.; ADAUTON, V. REZENDE; RABELO, F. H. S.; NOGUEIRA, D. A.; VIEIRA, P. F. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p.135-143, out-dez., 2010.

RAÇÕES COMIGO Disponível em:

<<http://www.racoescomigo.com.br/novosite/home>>. Acesso em: setembro de 2016.

RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. **Advances in Agronomy**, v.21, p.1-108. 1969.

REBHUN, W.C. **Doenças do Gado Leiteiro.** São Paulo: Editora Roca, p. 339-377, 2000.

RODRIGUEZ, N. M. Pesquisas sobre dinâmica da fermentação ruminal e partição da digestão realizadas no Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, Viçosa. **Anais ...** Viçosa, p.355-388, 1995.

ROSSATO W., GONZÁLEZ F.H.D., DIAS M.M., FARIA S.V., RICCÓ D. Condição metabólica e desempenho reprodutivo no pós-parto em vacas leiteiras do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.23, p.155-156, 1999.

RUSSELL, J.B. **Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition.** James B. Russell, Ithaca, 2002. 120 p.

SANTOS, F. A. P.; VOLTOLINI, T. V.; PEDROSO, A. M., Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In:7º SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 2005, Uberlândia, MG. **Anais...Uberlândia**, p. 208-245, 2005.

SANTOS, G. T.; CAVALIERI, F. L. B.; MODESTO, E. C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteira, Lavras. In: **Anais do Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite.** Lavras: UFLA. p.199-228, 2001.

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

SANTOS, M. C. **Aditivos químicos para o tratamento de cana-de-açúcar *in natura* e ensilada** (*Saccharum officinarum* L.). 113f. Dissertação (Mestrado)-ESALQ, Pirassununga, 2007.

SANTOS, M. C.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; MARI, L. J.; QUEIROZ, O. C. M.; RIBEIRO, J. L.; SCHIMIDT, P.; ZOPOLLATO, M.; SOUSA, D. D. P.; FILHO, S. G. D. T.; SARTURI, J. O. Avaliação de constituintes da parede celular de cana-de-açúcar (*saccharum officinarum* l.) *in natura* tratada com

doses crescentes de oxido de cálcio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA.43ª João Pessoa: **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1219-1237, 1975.

SCOTCONSULTORIA. Disponível em: <<https://www.scotconsultoria.com.br/>>. Acesso em: setembro de 2016.

SFORCINI, M. P. R. **Silagem de milho, cana-de-açúcar in natura e hidrolisada, para vacas em lactação**. 61f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – UNESP, Jaboticabal, 2009.

SFORCINI, M.P.R. **Cana-de-açúcar hidrolisada para vacas em lactação**. 66f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UNESP, Jaboticabal, 2014.

SIGNORETTI, R. D. **Silagem de milho x cana-de açúcar: Qual a melhor opção?** A Nata do Leite, Bebedouro - SP, p. 3 - 4, 2012.

SIGNORETTI, R. D.; RESENDE, F. D.; PESSIM, B.; SOUZA, F. H. M; SOUZA, L. A. Produção e composição de leite de vacas mestiças suplementadas com diferentes níveis de concentrado mantidas em pastagem de capim tanzânia irrigada. **Boletim de Indústria Animal** (Online), v. 70, p. 10-19, 2013.

SILVA JUNIOR, B. A., OLIVEIRA, M. V. M., MALTEMPI FILHO, P., LUZ, D. F., STERZA, F. A. M., VARGAS JUNIOR, F. M., BIAZOLLI, W. Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar associada à ureia e tratada com cal virgem na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2317-2328, 2015.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 235p. 2002.

SILVA, J. F. C. O ruminante e o aproveitamento de subprodutos fibrosos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.119, p.8-15, nov. 1984.

SILVA, R. A.; CACERE, E. R.; DIAS, A. C. S. Efeito da adição de cal hidratada na cana picada sobre a composição química e digestibilidade in vitro da matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43<sup>a</sup>, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006a.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CAMPOS, J. M. S., OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, A. S. Ureia para vacas em lactação: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001

SILVA, T. M.; OLIVEIRA, M. S.; SAMPAIO, A. A. M. Efeito da hidrólise de diferentes variedades de cana-de-açúcar sobre a digestibilidade ruminal in vitro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43<sup>a</sup>., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 2006b.

SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T., CANESIN, R. C.; MESSANA, J. M.; REIS R. A.; RESENDE, K. T. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.31, n.3, p.279-285, 2009.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, V. L., ALMEIDA, R., SILVA, D. F. F., PIEKARSKI, P. R. B., JESUS, C. P., PEREIRA, M. N. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 6, p. 1415-1422, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS - SAS, 2001. User's guide: **Statistics**, Version 9.0 Cary, 2002.

TEIXEIRA JUNIOR, D. J., **Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem e cal hidratada na alimentação de vacas leiteiras**. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UNESP, Jaboticabal, 2008.

THIAGO, L. R. L.; VIEIRA, J. M. **Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca**. Embrapa Gado de Corte - Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2002.

THONNEY, M. L.; HOGUE, D. E. Formulation of ruminant diets using potentially-fermentable NDF and nonstructural carbohydrates. **Proceedings: Cornell**, 2007.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analyses and its application to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128. 1967.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, p.476, 1994.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, p.202, 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. 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, p. 3583 - 3597, 1991.

VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações**. 1980. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WALLACE, R. J. Rumen microbial metabolism of peptides and amino acids. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.126, n.1, p.1326S-1334, 1996.

WEISS, W. P. **Method estimates available energy value for ruminants**. Feedstuffs, v.9, p.13 - 14, 1992.

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E.; BOMAN, R. L.; Trout Jr, H. F.; LESCH, T. N. A dairy condition scoring system and its relationship to

selected production characteristics. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 65, p495, 1982.

WITTWER, F., REYES, J. M., OPITZ, H., CONTRERAS, P., BÖHMWALD, H. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 25, p.165-172, 1993.

ZOCCAL, R. Alguns números do leite, 2016. <<http://www.baldebranco.com.br/alguns-numeros-do-leite/>>. Acesso em: 21/02/2018

## 7. IMPLICAÇÕES

O uso de produtos alcalinos como as cales (hidratada e virgem), para o tratamento da cana-de-açúcar, tem sido utilizado com frequência entre os pecuaristas na tentativa de melhorar a qualidade e aproveitamento desta forragem pelos animais. Além disso, a utilização da cana-de-açúcar hidrolisada tem sido associada a melhora na logística da propriedade, pela possibilidade do armazenamento com diminuição do número de cortes semanais diários e, conseqüentemente dos custos com mão-de-obra e depreciação de equipamentos.

Outro aspecto interessante é o aproveitamento das sobras no cocho, isto representa maior economia na alimentação das vacas leiteiras, além de minimizar o custo da ração.

A utilização das cales no tratamento da cana-de-açúcar tem se destacado também pela eficiência no controle de abelhas associadas a forragem, beneficiando o manejo de fornecimento da forragem e acesso dos animais ao comedouro.

A técnica da EMBRAPA sobre a cana-de-açúcar corrigida com ureia pecuária + enxofre, a fim de aumentar o teor protéico. Salienta-se que ao associarmos a técnica da hidrólise com a técnica da EMBRAPA, pode-se obter cana-de-açúcar hidrolisada com alto teor de proteína.

Por meio dos resultados do presente estudo, considerando-se o uso da associação da aplicação da calda da cal com a ureia, torna-se interessante para fins de hidrólise da cana-de-açúcar, haja vista que o desempenho das vacas, além de minimizar o custo da ração e eliminação de uma operação a mais (fornecimento separado da ureia no cocho).

Entretanto, vale ressaltar que o uso de ureia associada com altas concentrações de proteína bruta deve ser criteriosamente analisado, uma vez que, aparentemente o excesso poderá ocasionar problemas digestivos e metabólicos aos animais, como também elevação dos custos de produção.