

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
*CAMPUS* DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FERNANDO ANDRE ANSCHAU

RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE  
BOVINOS LEITEIROS

Marechal Cândido Rondon - PR

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

FERNANDO ANDRE ANSCHAU

RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE  
BOVINOS LEITEIROS

Dissertação apresentada, como requisito parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – na área de concentração em Produção e Nutrição Animal

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maximiliane Alavarse Zambom

Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Andressa Faccenda

Marechal Cândido Rondon - PR

2019

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Anschau, Fernando Andre

RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS / Fernando Andre Anschau; orientador(a), Maximiliane Alavarse Zambom; coorientador(a), Andressa Faccenda, 2019.  
69 f.

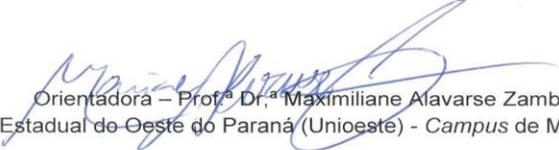
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Zootecnia Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2019.

1. amido. 2. coproduto. 3. desempenho. 4. ruminantes.  
I. Zambom, Maximiliane Alavarse. II. Faccenda, Andressa .  
III. Título.

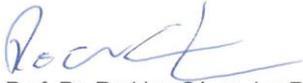
## FERNANDO ANDRÉ ANSCHAU

### Resíduo úmido de fecularia de milho na alimentação de bovinos leiteiros

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Mestre em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:

  
Orientadora – Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maximiliane Alavarse Zambom  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon

  
Membro – Dr. André Sanches de Avila  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon  
(Pós-Doutorado FA/CAPES CP nº 13/2018)

  
Membro – Prof. Dr. Rodrigo César dos Reis Tinini  
Faculdade de Ensino Superior de São Miguel do Iguaçu (FAESI)

Marechal Cândido Rondon, 27 de setembro de 2019.

Aos meus pais, **Rita e PlinioAnschau**, por me criarem com amor, carinho, respeito, educação e dedicação, por acreditarem em mim em todos os momentos bons, pelo ombro amigo nas horas difíceis; enfim, pela minha vida;

Ao meu irmão, **Leandro**, e cunhada, **Laura**, por se disponibilizarem a ajudar em qualquer momento, pelas horas de desabafo, pelas piadas, pelas horas de paciência que tiveram, pelas boas energias, pelo companheirismo, amor, paciência, carinho, brigas, confiança, por acreditarem no meu potencial e sempre me apoiarem a lutar pelos sonhos;

À minha namorada, **Diani Maria Kolling**, por todo apoio, incentivo, confiança, paciência e acima de tudo pelo amor sincero e verdadeiro;

Eu amo vocês!

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida; por sua luz e por me guiar sempre, me proteger nos momentos conturbados, mostrando o melhor caminho a seguir.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná e ao Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES nº-23038.013648-2018-51 pelo suporte e concessão de bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto ( PROCAD nº 88881.068464/2014-01).

À Orientadora e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maximiliane Alavarse Zambom , pela confiança em todos os momentos; pela orientação, ensinamentos, paciência e compreensão.

À Coorientadora Dr.<sup>a</sup> Andressa Faccenda, pela ajuda confiança e ensinamentos repassados.

A todos os professores e funcionários da UNIOESTE que conheci, de todo o carinho e atenção que me foi prestado.

Aos membros da banca de qualificação e defesa, por aceitarem participar e contribuírem ainda mais no resultado da pesquisa.

Aos meus grandes colegas e amigos que tive a oportunidade de conhecer durante esse período de aprendizagem em especial à Josias Luis Fornari, Maichel Lange, pelas imensas ajudas, piadas, serviços, momentos de descontração vividos durante todo o período de Pós-Graduação.

À toda a equipe do Qualhada pela ajuda no experimento e análises laboratoriais, pelas festas, amizades, brincadeiras, e por proporcionar a caminhada mais leve e descontraída; em especial à Andressa Faccenda, André Sanches de Ávila e Caroline Hoscheid Werle, pela ajuda no experimento, análises laboratoriais e estatísticas não saberia me “virar” sem vocês.

Ao Sr. Paulo Henrique Morsch, secretário do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, pela dedicação, atenção e disponibilidade de auxiliar em todas as documentações.

À empresa Pilão Amidos Ltda, localizada na rua Ministro Gabriel Passos, 400 Bairro São José, no município de Guaíra-PR, pela doação do produto e transporte. Pela disposição e atenção em fornecerem e por fazerem a diferença para a execução deste trabalho.

À técnica de laboratório, Luana Muxfeldt, pelas imensas ajudas, brincadeiras, momentos, descontrações, jantas, festas e desabafos.

Ao técnico de laboratório, Lucas Wachholz, pela ajuda nas análises sanguíneas,

confiança, descontração, parceria, incentivo e amizade.

Aos funcionários do Núcleo de Estações Experimentais e da Fazenda Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pela colaboração do trabalho a campo, especialmente ao Valdir, Rosane, Lidiane que sempre estiveram à disposição.

À minha família, que me aturou nos momentos de estresse; pelas inúmeras brincadeiras, piadas, jantas, conselhos, ajuda... meus amores incondicionais.

Enfim, a todos minha sincera gratidão!

**“NÃO DEIXE QUE AS PESSOAS TE FAÇAM DESISTIR DAQUILO QUE VOCÊ  
MAIS QUER NA VIDA. ACREDITE. LUTE. CONQUISTE. E ACIMA DE TUDO,  
SEJA FELIZ.”**

**(Autor Desconhecido)**

## **RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS**

**RESUMO:** Na produção de ruminantes é comum a busca por reduções de custos, sendo em muitas oportunidades realizada a utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação, por caracterizar-se como uma alternativa que proporciona capacidade de fermentação ruminal quando a mesma é utilizada na alimentação. Dentre os diversos coprodutos que podem ser utilizados, o resíduo úmido da fecularia de milho é um deles. Foram realizados dois experimentos para avaliar o efeito dos níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM), o primeiro sobre o desempenho de vacas holandês em lactação e o segundo com bovinos fistulados. No primeiro estudo, foram utilizadas cinco vacas holandês em lactação, distribuídas em um delineamento quadrado latino 5x5, alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão (0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30%) de resíduo úmido da fecularia de milho. Os períodos foram constituídos por 14 dias para adaptação e 7 dias para coletas. A inclusão de resíduo úmido da fecularia de milho na dieta de vacas holandês resultou em um efeito linear na redução no consumo de matéria seca, e de carboidratos não fibrosos e aumentando linearmente o consumo de fibra em detergente neutro. A digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana, os parâmetros sanguíneos juntamente com a produção e a composição do leite não apresentaram efeito dos níveis de inclusão de resíduo úmido da fecularia de milho na dieta. Com a relação à avaliação econômica, a inclusão de 30% de RUFM apresentou a melhor margem bruta média e o menor ponto de equilíbrio. No segundo estudo, foram utilizados cinco bovinos fistulados, sendo os mesmos distribuídos em um delineamento experimental quadrado latino 5x5 com diferentes níveis de inclusão (0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30%) de resíduo úmido da fecularia de milho. Os períodos foram constituídos por 14 dias para adaptação e 6 dias para coletas. Avaliou-se a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e parâmetros da fermentação ruminal. A ingestão de matéria seca não foi alterada, entretanto para a ingestão de proteína bruta, extrato étereo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido ocorreu um aumento linear e uma redução linear na ingestão de carboidratos não fibrosos pelos níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta. As digestibilidades da matéria seca e seus nutrientes não foram alteradas. Os parâmetros ruminais (pH e N-NH<sub>3</sub>) não foram influenciados pela inclusão de RUFM, entretanto apresentaram efeito quadrático em relação ao tempo após a alimentação. O resíduo úmido de fecularia de milho em níveis de inclusão de até

30% reduziu a produção de AGV totais, mas não alterou a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes, o pH ruminal e a concentração de nitrogênio amoniacal, podendo ser utilizado na alimentação de bovinos.

**Palavras-chave:** amido, coproduto, desempenho, ruminantes

## **CORN STARCH WET WASTE IN DAIRY CATTLE FEEDING**

**ABSTRACT:** In the ruminants production, the search for cost reductions is common and the use of agroindustrial by-products in feeding is an alternative considering the ruminal fermentation capacity of these animals. Among the many co-products that can be used, the corn starch wet residue (CSWR) is one of them. Two experiments were carried out to evaluate the effect of the inclusion levels of CSWR on the performance of lactating holstein cows and also with fistulated steers. In the first study, five lactating holstein cows were used, distributed in a 5x5 latin square design, fed diets containing 0%, 7.5%, 15%, 22.5% and 30% of CSWR. The periods consisted of 14 days for adaptation and 6 days for collection. The use of CSWR inclusion levels in the diet of holstein cows resulted in a linear effect on the reduction of dry matter and non-fibrous carbohydrate intake and linearly increasing the neutral detergent fiber intake. Dry matter and nutrient digestibility, microbial protein synthesis, blood parameters together with milk yield and composition had no effect due to inclusion of CSWR in the diet. Thus, when the economic assessment was performed, the inclusion of 30% of CFWR presented the best average gross margin and the lowest break-even point. In the second study, five fistulated dairy cattle were used and distributed in a 5x5 latin square experimental design with different inclusion levels 0%, 7.5%, 15%, 22.5% and 30% of CSWR. The periods consisted of 14 days for adaptation and 6 days for collection. The intake and digestibility of dry matter and nutrients and ruminal fermentation parameters were evaluated. Dry matter intakes were not changed, however for crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, acid detergent fiber intakes there was a linear increase and a linear decrease in non-fibrous carbohydrate intake due to the levels of CSWR in the diet. The dry matter digestibility and its nutrients were not altered. The ruminal parameters (pH and N-NH<sub>3</sub>) had no effect with the inclusion of CSWR, however they had a quadratic effect in relation to time after feeding. The use of corn fecular wet residue at inclusion levels of up to 30% reduced total VFA production, but did not alter nutrient intake and digestibility, ruminal pH and ammoniacal nitrogen concentration, and could be used in the feeding of dairy cattle.

**Keywords:** starch, co-product, performance, ruminants

## Lista de Tabelas

### Capítulo 1

- Tabela 1. Composição química e bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica dos ingredientes das dietas experimentais ..... 33
- Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais em g/kg de matéria seca ..... 34
- Tabela 3. Avaliação do peso e escore corporal, ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes de vacas da raça Holandês primíparas em lactação, recebendo dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta.....38
- Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de vacas da raça Holandesprimíparas em lactação, recebendo dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total..... 38
- Tabela 5. Produção e composição do leite de vacas da raça Holandês primíparas após o pico de lactação, recebendo dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total..... 39
- Tabela 6. Excreções de Derivados de purinas e síntese microbiana de vacas primíparas da raça Holandês em lactação, recebendo níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta..... 39
- Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de vacas primíparas da raça Holandês primíparas em lactação alimentadas com diferentes níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho..... 40
- Tabela 8. Análise econômica da utilização de níveis crescentes de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta de vacas primeiras da raça Holandês em lactação..... 40

### Capítulo 2

- Tabela 1. Composição, digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos ingredientes das dietas experimentais..... 52
- Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais em g/kg de matéria seca..... 53
- Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes de bovinos leiteiros alimentados com dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta.....56
- Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg) de bovinos leiteiros alimentados com dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total.....57

Tabela 5. Valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) e Ácidos graxos voláteis ruminal de bovinos leiteiros, recebendo dietas, contendo níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM).....	59
--	----

## **Listas de Figuras**

Figura 1: Produtos originados da industrialização do milho e suas aplicações.....	19
Figura 2. Fluxograma do processo de moagem úmida, para obtenção do resíduo úmido de fecularia de milho.....	20
Figura 3. Valores de pH ruminalal em bovinos leiteiros alimentados com níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho, em função do tempo após a alimentação.....	58
Figura 4. Valores de Nitrogênio Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) ruminal em bovinos leiteirosalimentados com níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho, em função do tempo após a alimentação.....	58
Figura 5. Concentração de Acetato e Propionato ruminais em bovinos leiteiros, alimentados com Resíduo úmido de fecularia de milho em função do tempo após a alimentação.....	59
Figura 6. Concentração de Butirato e Ácido Graxos Voláteis (AGV) em bovinos alimentados com Resíduo úmido de fecularia de milho em função do tempo após a alimentação.....	60

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1 Panorama da Pecuária Brasileira .....	17
2.2 A Industrialização do Milho .....	18
2.3 Processo de obtenção do resíduo úmido de fecularia de milho e sua utilização na alimentação de ruminantes .....	19
2.4 A utilização na alimentação de ruminantes .....	21
2.5 Referências Bibliográficas.....	24
<b>3 INCLUSÃO DE RESÍDUO DE FECULARIA DE MILHO NA DIETA DE VACAS PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO .....</b>	<b>29</b>
3.1 Introdução .....	31
3.2 Material e Métodos .....	32
3.3 Resultados .....	37
3.4 Discussão .....	40
3.5 Conclusão.....	44
3.6 Referências Bibliográficas .....	45
<b>4 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE EM BOVINOS.....</b>	<b>48</b>
4.1 Introdução .....	50
4.2 Material e Métodos .....	51
4.3 Resultados .....	56
4.4 Discussão .....	60
4.5 Conclusão.....	63
4.6 Referências Bibliográficas .....	65
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura destaca-se no agronegócio brasileiro e no cenário mundial, entando uma das características importantes para melhorar os índices no país é a sazonalidade na produção e a utilização de alimentos alternativos, sendo necessário o uso de alternativas para produtividade e sustentabilidade do sistema, destacando-se os alimentos conservados (ensilagem e ou in natura) (CARVALHO et al., 2014).

Uma opção para a manutenção da oferta de aumento são os alimentos alternativos derivados da extração do amido de milho, resultando em uma fonte de alimento para os animais podendo ser denominada de coproduto ou subproduto. Tratam-se de resíduos alimentares provenientes da moagem seca ou úmida durante o processamento do milho.

Segundo Singh et al., (1997) as transformações químicas, bioquímicas e operações mecânicas envolvidas no processo industrial de moagem úmida na obtenção do amido de milho caracterizam na separação do grão de milho em frações relativamente puras de germe, fibra, amido e proteína.

Após o processamento por via úmida, os grãos do milho são depositados em tanques e logo após recebem uma solução. Para que o processo se realize adequadamente é imprescindível que ocorra a difusão de três componentes para o interior do grão: água, dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e ácido láctico (LOPES et al., 2006), que instantaneamente promovem a assepsia do processo, evita a germinação e ajuda no amolecimento dos grãos, com tempo de maceração aproximado de 50 horas.

Dentre os fatores fundamentais para a formulação total de uma ração para ruminantes destaca-se o equilíbrio entre a exigência do animal e os custos do componente, que está relacionada de maneira direta com a eficiência da atividade. Os custos com produção são bastante significativos, quando relacionados com os altos valores dos cereais (Muller *et al.*, 1974).

O uso do resíduo de fecularia de milho pode ser utilizado na forma úmida bem como na forma seca dependendo das disponibilidades e do custo da logística até a propriedade, no entanto é necessário levar em consideração o preço do produto na fábrica, o custo do frete e o custo do seu armazenamento. Aliado a isso, também é necessário compreender a melhor forma de utilização desse resíduo fibroso em inclusão ou substituição parcial a cereais comumente utilizados nas dietas a fim de se obter informações sobre esse subproduto para a alimentação animal.

Diante disso, o presente trabalho adotou-se a seguinte hipótese a qual visaria à utilização da inclusão de níveis de resíduo úmido na fecularia de milho, sendo que a mesma possibilita se manter ou melhorar a eficiência na produção de leite, a síntese microbiana e a ingestão de nutrientes, e os parâmetros de fermentação ruminal. Sendo assim, objetivou-se com esse trabalho avaliar os efeitos e características da inclusão do resíduo da fecularia de milho úmido (RUFM) na alimentação de bovinos, no desempenho para o consumo, digestibilidade dos nutrientes e composição do leite de vacas da raça Holandês, e juntamente avaliar as características da fermentação ruminal, da ingestão e digestibilidade de nutrientes em bovinos machos castrados alimentados com níveis crescentes de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Panorama da Pecuária Brasileira

A bovinocultura é uma atividade de grande importância mundial e apresenta uma posição de destaque dentro do agronegócio brasileiro. A produção de leite no mundo apresenta-se como uma das principais atividades tanto como fonte de renda para pequenas e grandes propriedades, bem como, pelo valor nutricional desse alimento nobre.

Calcula-se que em todo o território mundial, no ano de 2017, tenha sido produzido proximamente cerca de 831 milhões de toneladas de leite segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2018). O Brasil caracteriza-se por um país com alta capacidade de produção de leite e ocupa a 5<sup>o</sup> posição entre os principais produtores mundiais ficando atrás somente da Índia, Estados Unidos da América, China, Paquistão. O Brasil teve uma produção de leite em 2017 de aproximadamente 33,5 milhões de litros sendo o mesmo produzido em todas as regiões do território nacional (IBGE, 2018).

Os produtores brasileiros têm na atividade leiteira uma oportunidade de geração de renda. No entanto, essa atividade é dinâmica e por vezes realizada com sucesso, enquanto em outras situações é realizada com dificuldades em um meio de elevada concorrência e incertezas, as quais refletem diretamente na redução nas margens de lucro (OLIVEIRA et al., 2012).

Com o decorrer do tempo, os produtores de leite necessitaram se adaptar aos sistemas de produção mais intensificados visando maior qualidade do produto para atender, o cenário exigido pelas indústrias. Atualmente as oscilações do preço pago pelo leite tem proporcionado uma menor margem de lucro ao produtor e com isso o mesmo passou a ter um cuidado maior referente aos seus custos de produção, sendo muitas vezes realizada a prática de restrição na oferta alimentar aos animais (DORNELES et al., 2009).

Segundo Pires et al. (2008) a alimentação dos animais representa o maior custo da atividade pecuária, uma vez que a principal matéria prima da ração concentrada é o farelo de soja, como ingrediente proteico, e o milho, como ingrediente energético. Esses ingredientes apresentam alta qualidade nutricional, e conseqüentemente proporcionam excelentes resultados de produção, pois atendem com êxito as necessidades nutricionais dos animais, quando bem balanceado na dieta.

Desse modo, os pecuaristas vêm buscando novas alternativas ou variedade de alimentos que sejam economicamente mais viáveis e que mantenham o desempenho produtivo dos animais. Para isto, o conhecimento da composição químico bromatológica dos alimentos

alternativos e do seu aproveitamento no trato gastrointestinal de bovinos leiteiros é de fundamental importância, pois permite estabelecer critérios de inclusão ou substituição nas dietas dos animais, gerenciando e maximizando o real potencial de utilização do alimento (ABRAHÃO et al., 2006).

## 2.2 A Industrialização do Milho

O milho (*Zea mays L.*) é um cereal pertencente à família das Gramíneas. Originou-se do cultivo de espécies no México entre 5000 e 7000 anos atrás (ECKHOFF; WATSON, 2009). O milho é um cereal que se destina tanto para o consumo humano, como por ser empregado para alimentação de animais. Em ambos os casos, algum tipo de transformação industrial ou na própria fazenda é necessário (EMBRAPA, 2017).

De acordo com a Companhia Brasileira de Abastecimento (CONAB, 2017), a produção mundial de milho na safra 2017/2018 foi de aproximadamente de 1.038.796 mil toneladas, sendo o Brasil o terceiro na escala de produção com cerca de 92.901 mil toneladas, ficando somente atrás do Estados Unidos da América e Da China com produção de 362.732 e 215 mil toneladas, respectivamente. Desse total, aproximadamente 57.850 milhões de toneladas se destinam ao consumo interno e o restante para exportação. Segundo a CONAB, (2017) estima-se que de 58% da produção é destinada à produção de rações para alimentação animal, enquanto 10% destinam-se à industrialização e consumo humano.

O grão de milho é um ingrediente de elevada digestibilidade, sendo a principal fonte energética utilizada na alimentação de bovinos de alta produção no Brasil (REIS, 2014). Novas fontes de alimentos alternativos têm sido buscadas nos últimos anos como resíduos agroindustriais, “subprodutos ou coprodutos” aonde os mesmos possam manter características semelhantes aos da matéria prima e assim possa contribuir na redução custo de produção e na preservação ambiental (PIRES et al., 2008).

Quando industrializado o milho pode originar inúmeros produtos (Figura 1), dando origem a novas fontes de alimentos as quais podem se tornar possíveis substitutos energéticos. Quando utilizados de maneira adequada, seja na forma de substituição ou inclusão, podem gerar uma redução de custos tornando-se uma alternativa viável, por ser nutricionalmente semelhante ao milho (RAMALHO et al., 2006).

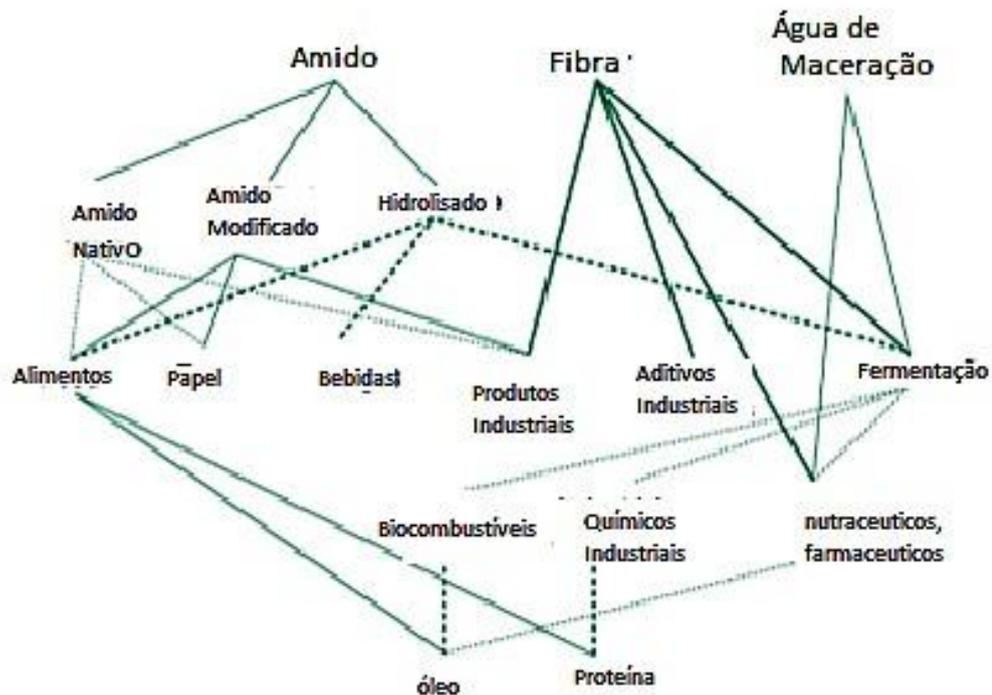


Figura 1: Produtos originados da industrialização do milho e suas aplicações.  
Fonte: Adaptado de Eckhaard; Savoy (2003).

### 2.3 Processo de obtenção do resíduo úmido de fecularia de milho e sua utilização na alimentação de ruminantes

A Associação Brasileira das Indústrias do Milho (ABMilho) verificou que nas maiorias das vezes o processamento ocorre de duas maneiras: 50% do processamento industrial é realizado pela moagem via seca e os outros 50%, pela via úmida.

Após o processamento por via úmida, os grãos do milho são depositados em tanques e logo após recebem uma solução para que isto aconteça é imprescindível que ocorra a difusão de três componentes para o interior do grão: água, dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e ácido láctico (LOPES et al., 2006), que instantaneamente promovem a assepsia do processo, evita a germinação e ajuda no amolecimento dos grãos, com tempo de maceração aproximado de 50 horas. Após esse processamento um dos subprodutos gerados é o resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM), que apresenta elevada proporção de fibras e pode ser introduzido nas dietas de ruminantes.

O processo industrial (Figura 2) para a obtenção do resíduo úmido de fecularia de milho é obtido por via úmida e foi descrito por Pedroso & Carvalho (2004). O processo tem início com a chegada do milho à indústria e sua limpeza para retirada de impurezas, palhas e outros materiais, através de peneiras e ciclones, ou por separadores pneumáticos, além de separadores

magnéticos de peças metálicas.

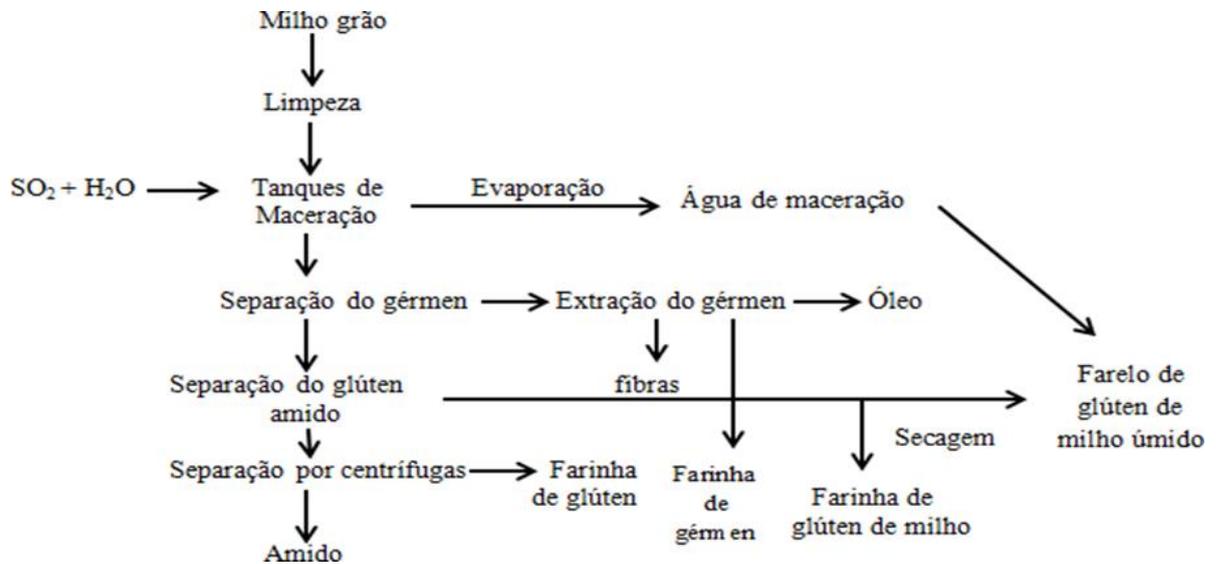


Figura 2. Fluxograma do processo de moagem úmida, para obtenção do resíduo úmido de fecularia de milho.

Fonte: Adaptado de Lopes Filho (2015).

Em seguida, os grãos vão para tanques de aço inoxidável, chamados maceradores, onde recebem água sulfitada a 45-50°C em corrente contínua, promovendo a assepsia do processo, além de evitar a germinação e auxiliar no amolecimento dos grãos. O tempo aproximado de maceração é de 42 horas, com o milho absorvendo água até atingir 50% de umidade como descrito por Pedroso e Carvalho (2004).

Peres et al., (2003) compilaram informações de diversos pesquisadores descrevendo a maceração do milho como um processo que necessita de elevados investimentos, além de demandar grande tempo de processamento, podendo atingir 48 horas, devido à alta resistência do milho em absorver água e dióxido de enxofre. Para sua realização, emprega-se um grande volume de água, na proporção de 1,2 a 1,48 toneladas para cada tonelada de milho, (JACKSON; SHANDERA, 1995).

Ao término da maceração esperasse que o milho possa ter absorvido cerca de 40% a 45% de seu peso em água, resultando em uma perda para o meio aquoso de 6,0% a 6,5% de sua massa seca, como carboidratos e proteínas solúveis além de incorporar de 0,2 a 0,4 mg de dióxido de enxofre por kg (ECKHOFF; WATSON, 2009). Em seguida, a massa de grãos advinda dos tanques de maceração é moída em moinhos de disco, indo para os hidrociclones para a separação do gérmen, que sofre a extração do óleo comestível. Deste processo resulta um

coproduto denominado torta de gérmen ou gérmen desengordurado de milho (Sousa, 2007).

O restante do material originado dos hidrociclones é constituído de amido, glúten e casca, que após uma segunda moagem em moinhos de disco, resulta em uma pasta. Essa pasta passa por uma série de sarilhos e peneiras vibratórias ou por centrífugas verticais que recolhem as cascas deixando passar o amido e glúten.

As cascas são submetidas a um processo denominado de desumidificação, resultante do processo de prensagem, aonde as mesmas são adicionadas e misturadas em água oriunda da maceração já concentrada, e eventualmente com a torta de gérmen, dando origem ao resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) ou também chamado de farelo de glúten de milho úmido Sousa et al (2007). Segundo Trindade Neto et al. (1995) para cada 100 kg de milho em grãos, são produzidos 62 a 68 kg de amido, 3 kg de óleo, 3,2 kg de farelo de germe, 20 kg de glúten e 4,5 kg de farelo de glúten.

#### **2.4 A utilização na alimentação de ruminantes**

Uma opção de alimento alternativo para alimentação de ruminantes são os subprodutos derivados do processamento de extração do amido de milho. Esses subprodutos são resíduos alimentares os quais são obtidos através de duas maneiras “moagem seca ou úmida” do milho. Segundo Singh et al., (1997) as transformações químicas, bioquímicas e operações mecânicas envolvidas no processo industrial de moagem úmida na obtenção do amido de milho, caracteriza-se por separar o grão de milho em frações relativamente puras de germe, fibra, amido e proteína. O procedimento pode ser dividido em seis etapas principais: maceração, primeira moagem, separação do germe, segunda moagem, separação das fibras e separação glúten-amido.

O RUFM subproduto, cuja fonte de fibra apresenta boa digestibilidade em ruminantes, pode ocasionar uma redução perante aos teores de amido da dieta e resultar em um nos teores de fibra digestível, favorecendo o ambiente ruminal dos animais (Grant, 2005).

Segundo Santos (2010) o RUFM é resultante do processamento industrial do milho, obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos durante o processo de moagem do cereal úmido. Dessa forma, consiste na porção restante do grão de milho após a extração da maior parte do amido, glúten e gérmen, pelos processos de moagem e separação empregados na produção de amido purificado e xarope de milho, acredita ser que aproximadamente 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado venha a ser resultado do processo de maceração (BLASI et al., 2001).

Com a exceção do amido a maior parte dos nutrientes do grão é retida nos resíduos de amido, o RUFM apresenta características nutricionais intrínsecas do milho como fonte de proteína, lipídios e fibras (SINGH et al., 2012). Conseqüentemente, eles ainda têm propriedades funcionais favoráveis pouco exploradas para o consumo animal.

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação animal resulta em uma diminuição na proporção de grãos na dieta, interferindo assim nos custos com alimentação do rebanho (ALMEIDA et al., 2014). Todavia, o conhecimento da quantidade ideal a ser introduzida na dieta é de grande importância para evitar efeitos negativos na ingestão de matéria seca principalmente quando esses subprodutos apresentam elevados teores de fibras.

Segundo Mertens (1997) o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível. Nessa circunstância, 60 a 90% do desempenho decorrem da variação do consumo, enquanto 10 a 40% provêm de flutuações na digestibilidade. Uma vez que as características de digestibilidade são intrínsecas ao alimento, bem como a sua composição, o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. Sendo assim, o consumo é considerado o fator mais importante na determinação do desempenho animal (MENDES NETO et al., 2007).

A mastigação é uma característica que reflete as propriedades físicas e químicas dos alimentos, como a concentração de FDN, o tamanho de partícula e a umidade. É necessários teores de fibra efetiva suficientes para estimular a ruminação, evitando a redução do pH e reter por mais tempo as partículas menores no rúmen para fermentação Mertens (1997). Firkins (2015), que avaliou o FDN de alguns coprodutos como farelo de glúten de milho úmido e farelo de glúten de milho seco e concluiu que o mesmo são mais digeríveis no rúmen do que o FDN de forragem como a silagem de milho.

O FDN é um dos principais parâmetros usados no balanceamento de dietas para vacas em lactação e entende-se que os limites de FDN nas rações de bovinos leiteiros não devem ser definidos apenas por concentrações mínimas, mas também por atributos físicos e cinéticos, específicos da porção fibrosa, uma vez que podem limitar o consumo de alimentos, não permitindo que estes alcancem sua demanda energética para manutenção e produção (FRANÇA et al 2015).

A digestibilidade ruminal quando avaliados em dietas com diferentes tipos de amido em suas composições apresentem uma variação dependendo da matéria prima a ser utilizada, amidos de origem de mandioca é maior quando comparada ao milho, 91% e 65%, respectivamente (Simas et al. 2008). Esse fato pode ser explicado pelo fato do milho ter em sua

característica em sua formação, ou seja, pela existência do pericarpo, endosperma córneo e periférico, da matriz proteica. Resultando assim em uma menor proporção de amilose e de lipídios nos grânulos de amido, o que faz diminuir a quantidade de pontes de hidrogênio na molécula de amido e aumentar a capacidade de expansão da amilose e a amilopectina em meio aquoso (RANGEL et al., 2008).

O amido é convertido em ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), gás carbônico, amônia, metano e células microbianas no rúmen, através das fermentações ocasionadas por microrganismos que habitam o meio ruminal. Os ácidos graxos de cadeia curta, principalmente o acetato, o propionato e o butirato, são importantes fontes de energia para os ruminantes (ARGOV-ARGAMAN et al., 2012).

A composição do alimento e o ambiente ruminal proporcionado pela combinação dos ingredientes da dieta são fatores que podem influenciar a degradabilidade ruminal (CASALI et al., 2009). A degradação e aproveitamento dos nutrientes quando relacionada ao meio ruminal envolve não apenas o desaparecimento dos nutrientes, mas várias ações que participem dos eventos que dela estão relacionados, desde a ingestão do alimento até a formação de produtos finais oriundos de carboidratos e proteínas.

De acordo com Santos e Mendonça (2011) e NRC (2000), a Proteína microbiana quando é absorvida pelo intestino corresponde a aproximadamente 50% dos aminoácidos utilizados, podendo representar em até 60% da proteína metabolizável em bovinos. Zinn et al. (2002) descreve para melhores produções de ácidos graxos voláteis (AGV's) e proteína microbiana em dietas contendo amidos sua digestão ocorre preferencialmente no rúmen.

A sincronização entre energia e a produção de nitrogênio ao rúmen, deve se a associação entre ingredientes com distintas taxas de degradação amilácea e de liberação de N-NH<sub>3</sub>, alteração da frequência ou padrão de alimentação e a utilização de valores de índice de sincronização têm sido ferramentas comumente utilizadas (Yang et al. 2010).

Por sua vez, Sinclair (1991) citado por Piao et al. (2012) recomendou o fornecimento de 32 g N / kg de carboidrato degradado no rúmen favorecendo a melhor sincronização no meio ruminal. Colaborando uma vez com Seo et al. (2010) aonde se testou influência de dietas contendo diferentes níveis de amidos na dieta sobre a índices de sincronismo entre energia e nitrogênio, através da modulação dos AGV's e do pH ruminal em novilhos leiteiros.

Assim a estratégia nutricional tem por objetivo conseguir elevar a biossíntese microbiana e a fermentação ruminal, resultante em muitas vezes através da sincronia temporal entre carboidratos e proteínas nas dietas para ruminantes, uma vez que a síntese de proteína

microbiana e a cinética fermentativa são dependentes do equilíbrio sincrônico entre carboidratos e proteínas fermentados no rúmen (CHERDTHONG e WANAPAT, 2010; SEO et al., 2013).

Teoricamente, quando se provêm a sincronicidade entre substratos proteicos e energéticos no ambiente ruminal, os microrganismos ruminais conseguem utilizar com maior eficiência o ATP e os compostos nitrogenados (PIAO et al., 2012), uma vez que o catabolismo que modula a fermentação dos carboidratos é completamente vinculado com o processo anabólico que rege a síntese microbiana (PEREIRA et al., 2005).

Desse modo, sendo o RUFM um subproduto fibroso, sua inclusão na dieta de ruminantes pode afetar a ingestão, digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente o desempenho animal, fazendo-se necessários estudos que determinem a quantidade ideal de inclusão desse ingrediente alternativo sem que haja comprometimento da produção.

## 2.5 Referências Bibliográficas

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, p.1416-1425, 1997.

ARGOV-ARGAMAN N., ESHEL O., MOALLEM U., LEHRER H., UNI Z & ARIELI A. Effects of dietary carbohydrates on rumen epithelial metabolism of nonlactating heifers, **Journal of Dairy Science**. 95(7) ;3977-3986. 2012

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; et al. Digestibilidade de dietas contendo resíduo úmido de mandioca em substituição ao milho para tourinhos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.512-518, 2006.

BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J. S.; MONTGOMERY, S. P. Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; PONTES, L. S. ANGHINONI, I.; SULC, R.M.; BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; CUNHA, M.; DETMANN, K. S. C.; PAULINO, M. C. Estimação dos teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.130-138, 2009.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**. 63:1476-1483. 1986

CHERDTHONG, A.; WANAPAT, M. Development of Urea Products as Rumen SlowRelease Feed for Ruminant Production: A Review. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v.4, n.8, p.2232-2241, 2010.

DEMARCHI, J. J. A. A.; POZZI, C. R.; ARCARO JÚNIOR, I.; GERDES, L. e SOUZA, E. F. Análise qualitativa e de conservação do farelo de milho úmido (wet conr gluten feed). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, Anais... Botucatu, 1998, p.275-77.1998

DORNELES, C.K.P.; RORATO, P.R.N.; COBUCI, J.A.; et al. Oliveira, h.n. Persistência na lactação para vacas da raça Holandesa criadas no Estado do Rio Grande do Sul via modelos de regressão aleatória. **Ciência Rural**, Santa Maria, vol.39, no. 5, Aug. 2009.

EKHOFF, S.R., WATSON, S.A. **Starch: chemistry and Technology**. Third Edition – Academic Press, United States. p 373-430, 2009.

GRANT, R. Optimizing starch concentrations in dairy rations. Fort Wayne: W. H. Miner **Agricultural Research Institute Tri-State Dairy Nutrition Conference**, Grand Wayne Center. p.73-79.2005

FRANÇA, A.M.S.; FERREIRA, I.C.; HERMISDORFF, I.C.; MENDONÇA, E.P.; FERNANDES, E.V.; ROSSI, D.A. Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho, **Ciência Rural**. Santa Maria, vol.45, no.4, p.684-689, Abr 2015.

FORBES, J. M. A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. **Nutrition Research Reviews**, [S.l.] 20, pp 132-146. 2007.

HESS, B.W.; PARK, K.K.; KRYSL, L.J. KRYSL, M. B.; McCracken, B. A.; HANKS, D.R. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheat grass pasture: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, [S.l.], v.72, p.2113-2123, 1994.

JACKSON, D.S.; SHANDERA, D.L.JR. Corn Wet Milling: Separation Chemistry and Technology. **Journal of Advances in Food and Nutrition Research**. p. 271-300.1995

LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. CECON, P. R.; AZEVEDO, J. A.G.; GONÇALVES, L. C.; VALADARES, R. F. Consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa**, v.33, p.1604-1615, 2005.

LOPES FILHO, J. F; RAMOS, A. P.; ROMERO, J. T. Difusividades da água, dióxido de enxofre e ácido láctico em grãos de milho durante a maceração para o processo de moagem úmida. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, 257-263 p, 2006.

LOPES FILHO, JF. Avaliação da maceração dinâmica do milho após um curto período de hidratação e subsequente quebra do pericarpo do grão. **F. Sci. and Technology**, 1999; 19(3): 322-325. Acesso 09 de Fevereiro de 2019 Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120611999000300005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120611999000300005&script=sci_arttext)

- MALUMBA, P., BOUDRY, C., ROISEUX, D., BINDELLE, J., BECKERS, Y., & BÉRA, F. Chemical characterisation and in vitro assessment of the nutritive value of coproducts yield from the corn wet-milling process. **Food Chemistry**, 166, 143-149. PMID:25053039.2015
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. D. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F. D.; SILVA, L. F. C.; FONSECA, M. A. Degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta de alimentos para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, p.2247-2257, dez. 2009.
- MAYNARD, L. A.; LOSSLI, J. K.; HINTZ, H. F.. WARNER, R. G. **Nutrição animal**. Tradução por Antônio B. N. Figueiredo Filho. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 736 p.1984
- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n. 3, p.618-625, 2007.
- MENEGHETTI, C. D. C.; DOMINGUES J. L.; Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 2, p.512-536, Março/Abril 2008.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.80, p.1463-1481, 1997.
- Muller, Z.; Chou, K.C.; Nah, K.C.. La yuca como sustituto total de los cereales en las raciones del ganado y de las aves de corral. **Revista Mundial de Zootecnia**. 12, 19-24.1974
- OLIVEIRA, A. S., OLIVEIRA, M. R. C., SOUZA, M. C., MOURA, D. C., SOUZA, J. G. **Utilização De Coprodutos Agroindustriais Na Alimentação De Bovinos**. XI In: CONGRESSO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS CBNA, Campinas, **Anais...** Campinas, SP. 2012.
- OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. AMARAL, T. B. Consumo e digestibilidade de novilhos Nelore sob pastagem suplementados com misturas múltiplas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.1, p.61-68, 2004.
- OLDHAM, J.D. Protein-energy interrelationships in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.67, p.1090-1114, 1984.
- OWENS, N.F.; ZINN, R. Metabolismo de la proteína en los ruminantes. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **El ruminante: Fisiología digestiva y nutrición**. 5 ed. Zaragoza: Acribia.. p.255-281.1993.
- PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. Utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes com eficiência técnica e econômica – **Curso online AgriPoint**, 2014.
- PEREZ, O.E.; HAROS, M., SUAREZ, C., ROSELL, C.M. Effect of steeping time on starch properties from grownd whole corn. **Journal of food engeneering** v. 60. p 281-287.2003

PIAO, M. Y.; KIM, H. J.; PARK, T. S. et al. Effects of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply in Total Mixed Ration with Korean Rice Wine Residue on Ruminal Fermentation, Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.25, n.11, p.1568-1574, 2012.

PLASCENCIA, A.; LOPEZ-SOTO, M.A.; MONTANO, M.F.; SERRANO, J.G.; WARE, R.A.; ZINN, R.A. Influence of surfactant supplementation and maceration on the feeding value of rice straw in growing-finishing diets for Holstein steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, n.10, p.2575-2581, 2007.

RABELO, M.M.A.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C.Q.; OLIVEIRA JR., R.C.; GENTIL, R.S.; FERREIRA, E.M. Avaliação do efeito do bagaço de cana-de-açúcar in natura obtido por dois métodos sobre o desempenho e o comportamento ingestivo de bovinos de corte. **Arquivo de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.3, p. 698- 704, 2008.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; et al. Substituição do milho pela raspa de mandioca em dietas para vacas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1221-1227, 2006<sup>a</sup>

RANGEL A.H.N., LEONEL F.P., BRAGA A.P., PINHEIRO M.J.P. & LIMA JÚNIOR D.M. Utilização da mandioca na alimentação. 2008.

RANUM, P., PEÑA-ROSAS, J. P., & GARCIA-CASAL, M. N. Global maize production, utilization, and consumption. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1312, 105-112. PMID:24650320.2014

REIS, R. B.; MOURA, A. M.; MALACCO, V. M. R. Processamento de amido para vacas em pastejo. In: Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro, 3., 2014, Lavras, MG, Anais... Lavras, MG: [s.n].p. 12-27.2014.

PEREIRA, M. N. Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. In: Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro, 3., 2014, Lavras, MG, Anais... Lavras, MG: [s.n].,p.2-11.2014

PEREIRA E.S., ARRUDA A.M.V., MIRANDA L.F., MIZUBUTI I.Y., MUNIZ PIRES, A.V.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ET AL. Efeito de fontes e formas de processamento do amido sobre o desempenho e o metabolismo do nitrogênio em vacas Holandesas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 n.8, p.1456-1462, 2008.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, G. A. C.; REVERDITO, R. Farelo de arroz em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 11, n. 1, p. 193-201, jan/mar.2010.

SANTOS, F. A. P.; MENDONÇA, A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; OLIVEIRA, S. G de (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. p.616.2011

SEO, J. K.; YANG, J.; KIM, H. J. Effects of Synchronization of Carbohydrate and Protein Supply on Ruminal Fermentation, Nitrogen Metabolism and Microbial Protein Synthesis in Holstein Steers. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.11, p.1455-1461, 2010.

SIMAS, J. M. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, I. ; SANTOS, F. A. P. ; MENDES, C. Q.; OLIVEIRA JR., R.C. ; FERNANDES, J. J. R.. Efeitos de fontes e formas de processamento do amido na utilização de nutrientes e parâmetros ruminais de vacas em lactação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, p. 1128-1134, 2008.

SINCLAIR, L. A., P. C. Garnsworthy, J. R. Newbold and P. J. Buttery. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in the sheep. *Journal of Agricultural Science*, v.120, n.2, p.251-263, 1993.

SCHRAGE. M. P.; WOODY, H. D.; YOUNG, A. W. Net energy of ensiled wet corn gluten feed in corn silage diets for finishing steers. *Journal of animal science*, [S.1], v. 69, n. 5, p. 2204-2210, 1991.

SCHROEDER, J. W. Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value, North Dakota State University, 2010.

SCHWAB, C. G.; TYLUTKI, T. P.; ORDWAY, R. S.; SHEAFFER, C. STERN, M. D.; Characterization of proteins in feeds. *Journal of Dairy Science*. Champaign, 86 (E. Suppl.): 88-103, 2003.

SLATER L, EASTRIDGE M L, FIRKINS JL, BIDINGER LJ. Effects of starch source and level of forage neutral detergent fiber on performance by dairy cows. *J. Dairy Sci.*; 83:313-321.2000

SINGH, V.; KAUR, L.; McCarthy, O.J. Hybrid dependent effect of lactic acid on corn starch yields. *Cereal chemistry*, v. 74, n.3, p. 249-253, 1997.

SWAIN SM, ARMENTANO LE. Quantitative evaluation of fiber from nonforage sources used to replace alfalfa silage. *J. Dairy Sci.*; 77:2318-2331.1994.

TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T., et al. Farelo de glúten de milho (FMG) para suínos em crescimento e terminação (desempenho). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.24, n.1, p.108-116. 1995.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

YANG, J. Y.; SEO, J.; KIM, H. J. et al. Nutrient Synchrony: Is it a Suitable Strategy to Improve Nitrogen Utilization and Animal Performance? *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v.23, n.7, p.972-979, 2010.

ZINN, R. A.; OWENS, F. N.; WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, v.80, n.5, p.1145-1156, 2002.

### **3 INCLUSÃO DE RESÍDUO DE FECULARIA DE MILHO NA DIETA DE VACAS PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO**

**RESUMO:** Na produção de ruminantes é comum a busca por reduções de custos com alimentação. Desse modo, a utilização de coprodutos agroindustriais na alimentação é uma alternativa, considerando a capacidade de fermentação ruminal destes animais. Dentre os diversos coprodutos que podem ser utilizados, o resíduo úmido da fecularia de milho é um deles. Desse modo, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) na dieta de vacas leiteiras. Foram utilizadas cinco vacas holandesas em lactação, distribuídas em um quadrado latino 5x5, alimentadas com dietas contendo níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM). As vacas foram alimentadas com dietas contendo níveis crescentes (0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30%) de RUFM. Os parâmetros avaliados foram ingestão e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, síntese microbiana, produção e composição do leite, parâmetros sanguíneos e viabilidade econômica. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão polinomial considerando os níveis de inclusão de RUFM ao nível de 5% de probabilidade. Foi observada redução no consumo de matéria seca e de carboidratos não fibrosos e aumento no consumo de fibra em detergente neutro. A digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes, a síntese de proteína microbiana e os parâmetros sanguíneos não apresentaram efeito com níveis de inclusão de RUFM na dieta. A inclusão de RUFM não influenciou a produção e a composição do leite e os teores de nitrogênio úreico do leite. Em relação a avaliação econômica, a inclusão de 30% de RUFM apresentou a melhor margem bruta média e o menor ponto de equilíbrio. A utilização do resíduo úmido de fecularia de milho pode ser utilizada em inclusão na dieta de vacas primíparas em lactação em até 30%, não alterando a produção, no entanto se recomenda a sua utilização até níveis de 22,5% para que não apresente restrição à ingestão de matéria seca da dieta.

**Palavras-chave:** Ingestão, Produção, RUFM, Ruminantes

## **INCLUSION OF CORN STARCH WET RESIDUE IN THE FEEDING OF LACTATING PRIMIPAROUS COWS**

**ABSTRACT:** In the ruminants production it is common the search for cost reduction with feeding, so the use of agroindustrial by-products in the feeding is an alternative considering the ruminal fermentation capacity of these animals. Among the many co-products that can be used, the wet residue of corn starch is one of them. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of the inclusion levels of corn starch wet residue (CSWR) in the diet of dairy cows. Five lactating holstein cows, distributed in a 5x5 Latin square, were fed diets containing levels of inclusion of CSWR. The cows were fed diets containing increasing levels (0%, 7.5%, 15%, 22.5% and 30%) of CSWR. The parameters evaluated were intake and digestibility of dry matter and nutrients, microbial synthesis, milk yield and composition, blood parameters and economic viability. Data were subjected to analysis of variance and polynomial regression considering the inclusion levels of CSWR at the 5% probability level. Reduction in dry matter and non-fibrous carbohydrate intake and increase in neutral detergent fiber intake were observed. Apparent digestibility of dry matter and nutrients, microbial protein synthesis and blood parameters had no effect with CSWR inclusion levels in the diet. The inclusion of CSWR did not influence milk yield and composition and milk urea nitrogen content. Regarding the economic evaluation, the inclusion of 30% of CSWR presented the best average gross margin and the lowest breakeven point. The use of corn fecular damp residue can be used for inclusion in the diet of lactating primiparous cows by up to 30% while maintaining stable production, however it is recommended to use it up to 22.5% so as not to restrict the dry matter intake of diet.

**Keyword:** Intake, Production, CSRW, Ruminants

### 3.1 Introdução

A população mundial vem aumentando nos últimos anos e com isso, cresce também a necessidade de aumentar a quantidade de alimentos produzidos. Desse modo, sistemas de produção cada vez mais qualificados são necessários para suprir as necessidades nutricionais da população, tanto em quantidade como em qualidade dos alimentos.

Todavia, é importante salientar que o atendimento da demanda por alimentos deve levar em consideração as preocupações com o meio ambiente, indicando assim que o aumento na produção mundial de alimentos deve ser obtido por meio de uma gestão de recursos e produção sustentável que possibilitam a preservação dos recursos naturais.

Os resíduos agroindustriais oriundos do processamento de matérias-primas utilizadas na alimentação humana ou animal, muitas vezes não tem um destino adequado e podem causar problemas de poluição ambiental. A utilização de resíduos da indústria na alimentação de ruminantes surge como opção para reduzir o custo com alimentação do rebanho além de contribuir com a preservação dos recursos naturais tornando a produção mais sustentável.

Muitas vezes os resíduos agroindustriais apresentam características semelhantes aos da matéria prima, podendo ser utilizados como fontes de proteína, energia e fibra na dieta, além de contribuir com uma receita extra para a indústria e tornando os produtos agropecuários com preços mais competitivos no mercado devido à redução de custo.

O resíduo de fecularia de milho é obtido através da extração do amido em decorrência de ação física, por meio da utilização de maceradores e da decantação do grão de milho, proporcionando assim uma separação do amido do restante da massa, onde a massa ou bagaço de resíduo resulta em um sedimento sólido composto pelos materiais fibrosos e componentes nutritivos do grão de milho.(LOPES FILHO, 2015)

Diante disso, o presente trabalho se dispõe a avaliar a inclusão de níveis de resíduo úmido na fecularia de milho sobre a eficiência na produção de leite, a síntese microbiana ruminal e a ingestão de nutrientes em vacas lactantes. Sendo assim, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão do resíduo da fecularia de milho úmido (RUFM) na alimentação de vacas lactantes, além do consumo e a digestibilidade dos nutrientes na composição do leite de vacas da raça Holandês.

## 3.2 Material e Métodos

### Delineamento experimental e Composição dos alimentos

O estudo foi conduzido na fazenda experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), localizada a 24°31'55.3" latitude sul, 54°01'08.0" longitude oeste com 392 metros de altitude. O período experimental teve duração total de 105 dias sendo iniciado após a aprovação do protocolo de experimentação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIOESTE sob certificado número 29/16.

O resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) foi utilizado na forma úmida, sendo obtido através de doação pela empresa Pilão Amidos Ltda. O transporte do resíduo, bem como seu armazenamento, foi em silos tipo Bags de rafia.

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandês, primíparas e após o pico de produção com  $87 \pm 22,5$  dias de lactação), com peso corporal médio de  $622 \pm 95$  kg e produção inicial média de  $33 \pm 8$  kg/dia de leite. Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental, no modo quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais de 21 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação a dieta e 7 dias para a coleta de dados. Os tratamentos testados foram níveis de inclusão de 0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30% de RUFM na matéria seca na dieta.

Os animais foram alojados em estábulo coberto com baias do tipo tie-stall contendo cochos individuais. As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, as 6:00 horas e 16:00 horas e a alimentação foi fornecida após as ordenhas, nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de MS oferecida. A pesagem dos animais foi realizada no início e final de cada período, antes da alimentação da manhã para ajuste da quantidade de ração fornecida de maneira a garantir sobras entre 5 a 10% da MS.

Após alimentação os animais permaneceram em piquetes de descanso contendo sombra e água. Realizou-se a pesagem dos animais no início e no final de cada período experimental, adotando-se como estimativa do peso corporal dos animais e avaliação do escore de condição corporal (ECC), por meio de parecer visual de classificação, sendo ela de 1 a 5, segundo descrito por EDMONSON et al. (1989). A composição química e bromatológica bem como a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e orgânica dos ingredientes das dietas (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química e bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da matéria orgânica dos ingredientes das dietas experimentais

Composição	RUFM	Farelo de soja	Milho moído	Silagem de milho
Composição (g/kg de MS)				
MS <sup>1</sup>	238,39	928,93	869,73	320,95
MO <sup>2</sup>	988,92	960,48	985,35	956,00
PB <sup>3</sup>	105,79	435,71	79,04	77,41
EE <sup>4</sup>	63,53	14,32	42,04	33,29
FDN <sup>5</sup>	572,36	184,36	110,54	472,49
FDA <sup>6</sup>	180,20	103,08	51,87	272,97
CT <sup>7</sup>	819,60	381,51	864,27	845,30
CNF <sup>8</sup>	247,24	197,16	753,72	372,81
NDT <sup>9</sup> estimado	871,87	901,63	918,17	760,57
DIVMS <sup>10</sup>	775,32	962,37	956,12	760,21
DIVMO <sup>11</sup>	793,64	978,06	977,19	777,17

<sup>1</sup>MS: Matéria Seca; <sup>2</sup>MO: Matéria Orgânica; <sup>3</sup>PB: Proteína Bruta; <sup>4</sup>EE: Extrato Etéreo; <sup>5</sup>FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>6</sup>FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>7</sup>CT: Carboidratos Totais; <sup>8</sup>CNF: Carboidrato Não Fibrosos; <sup>9</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. NDT (%) = Volumoso,  $-11,9095+1,1369*\text{DIVMO}$  e Concentrado,  $5,60+0,8646*\text{DIVMO}$ ; <sup>10</sup>DIVMS digestibilidade *in vitro* da (MS); <sup>11</sup>DIVMO digestibilidade *in vitro* da (MO).

### Dietas e procedimentos de coletas

As dietas foram formuladas para atender as exigências dos animais de acordo com o NRC (2001), sendo compostas por uma proporção 50:50, sendo que o volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado continha milho moído, farelo de soja, RUFM, suplemento mineral, conforme os tratamentos (Tabela 2).

O fornecimento da dieta ocorreu em duas vezes ao dia (às 06h:30 e 16h:30) nas proporções de 70% e 30%, respectivamente, do total de matéria seca (MS) oferecida. A dieta foi oferecida na forma de ração total, misturando o volumoso com o concentrado, sendo ofertada e estima a certa de 3,5% do PV. Calculando assim a ingestão da matéria seca e dos nutrientes pela diferença entre o fornecido e as sobras.

As amostras foram analisadas de acordo com a metodologia da AOAC (1990) para os teores de matéria seca (MS; método 934.01), extrato etéreo (EE; método 920.85), cinzas (CZ; método 938.08), proteína bruta (PB; método 981.10) e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre o conteúdo de cinzas e a MS total.

Já os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados respectivamente segundo as equações propostas por Sniffen et al. (1992). (CT =  $100-(\%PB + \%EE + \%CZ)$  e (CNF =  $CT - FDN$ ). Os valores de nutrientes digestíveis totais de

cada ingrediente foram calculados pela equação descrita por COPPELLE et al. (2001):

$$(\text{NDT} (\%) = \text{Volumoso}, -11,9095 + 1,1369 * \text{DIVMO} \text{ e Concentrado } 5,60 + 0,8646 * \text{DIVMO})$$

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingredientes	Nível de inclusão				
	0%	7,5%	15%	22,5%	30%
Silagem de milho	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	282,50	210,00	137,50	66,00	-
Farelo de soja	192,50	190,00	187,50	184,00	175,00
RUFM <sup>1</sup>	-	75,00	150,00	225,00	300,00
Mistura mineral <sup>2</sup>	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Tamponante	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Composição bromatológica (g/kg)					
MS <sup>4</sup>	600,72	552,43	506,44	457,25	407,72
MM <sup>5</sup>	59,63	59,59	59,49	54,99	42,20
MO <sup>6</sup>	940,37	940,41	940,51	945,01	957,80
PB <sup>8</sup>	152,48	154,50	151,28	153,82	159,73
EE <sup>7</sup>	26,97	29,95	32,95	38,54	39,55
FDN <sup>9</sup>	322,38	349,55	386,51	418,99	442,56
FDA <sup>10</sup>	178,08	186,75	194,42	201,39	209,54
CT <sup>11</sup>	760,81	755,96	756,48	762,55	758,50
CNF <sup>12</sup>	438,43	404,41	369,97	343,56	315,94
NDT estimado <sup>13</sup>	813,23	809,80	806,37	802,95	799,63

<sup>1</sup>RUFM: Resíduo úmido de fecularia de milho; <sup>2</sup>Mistura mineral (produto comercial) Composição química (quantidades/kg do produto): Ca - 230 g, P - 60 g, Co - 430 mg, Mg - 12 g, Mn - 1,180 mg, Zn - 2,550 mg, Se - 12 mg, I - 88 mg, S - 65 g, F - 600 mg, Fe - 1.000 mg, Cu - 800 mg, Na - 75g (produto comercial); <sup>4</sup>MS: Matéria Seca; <sup>5</sup>MM: Matéria Mineral; <sup>6</sup>MO: Matéria Orgânica; <sup>7</sup>PB: Proteína Bruta <sup>8</sup>EE: Extrato Etéreo; <sup>9</sup>FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>10</sup>FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>11</sup>CT: Carboidratos Totais; <sup>12</sup>CNF: Carboidratos Não Fibrosos; <sup>13</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais = Valores estimados pelos modelos do NRC (2001).

A digestibilidade *in vitro* da (MS) foi realizada pela técnica descrita por TILLEY & TERRY (1963), adaptada por HOLDEN (1999). Amostras de 0,25 g de cada alimento moído foram pesadas em triplicata em filtro F57 da ANKOM®, selados a quente e, em seguida, incubados em jarros contendo líquido ruminal e solução tampão.

As coletas de líquido ruminal foram realizadas em três bois da raça Jersey, castrados, munidos de cânulas ruminais, considerando-os como repetições. Os animais foram mantidos em um piquete de grama da variedade Tifton 85 (*Cynodon* sp.), recebendo alimentação no cocho de silagem de milho e concentrado composto por milho moído, farelo de soja, e mistura mineral. O líquido ruminal coletado foi mantido em garrafa térmica até o momento de seu uso, utilizando CO<sub>2</sub> para manter o ambiente anaeróbico. Após o líquido foi filtrado em tecido de algodão e cerca de 400 mL foram colocados em cada jarro do fermentador DAISY da ANKOM®.

Ao término deste período, os jarros foram drenados e os filtros F57 foram lavados com água destilada e secos em estufa a 105°C por 12 horas. Após os filtros foram pesados para a determinação da matéria seca (MS) residual, e a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença do alimento antes e após a incubação.

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada através da queima em mufla do resíduo do material incubado, e o resultado da DIVMO foi obtido através do cálculo obtido pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação.

### **Procedimentos de coletas e análise**

Do 15° ao 21° dia do período experimental, além da pesagem da quantidade ofertada de alimento e das sobras, foram realizadas coletas de amostras de silagem, concentrados e sobras, as quais foram armazenadas e congeladas em freezer a -20°C. Amostras de fezes foram coletadas nos 15° ao 20° dia, diretamente da ampola retal conforme a seguinte distribuição: 15° dia (8 horas), 16° dia (10 horas), 17° dia (12 horas), 18° dia (14 horas), 19° dia (16 horas), 20° dia (18 horas).

Uma vez finalizado o período experimental, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação de ar forçada (55°C – 72 h) e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de crivo de um milímetro. Efetuou-se então, um pool composto das amostras e subamostras de alimento e fezes, formando uma única amostra por animal em cada período. Após as mesmas foram analisadas quanto aos teores de MS, CZ, EE, FDN e FDA, conforme descrito anteriormente. Os teores de MO, CT e CNF respectivamente foram estimados conforme já citado. Os teores de NDT foram calculados segundo as equações propostas por Sniffen et al. (1992) ( $NDT = PBd + (EEd * 2,25) + CTd$ ).

Adotou-se indicador interno para estimar a excreção fecal diária, sendo que o mesmo foi a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), contabilizado nas amostras do alimento fornecido, sobras e composições fecais, pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida após 240 horas de incubação, em filtros F57 da ANKOM®, seguida pela análise de fibra em detergente neutro (CASALI et al., 2008).

As ordenhas foram realizadas duas vezes ao dia, às 6h:00e 16h:00. A produção diária das vacas foi registrada no período de coleta de dados, utilizando medidores acoplados ao equipamento de ordenha.

Adotou-se o cálculo para secreção diária de energia no leite pela equação (NRC,

2001). A produção de leite corrigida para energia (PLCE) foi calculada pela equação:  $PLCE = \text{Secreção diária de energia}/0,7$ , assumindo que o conteúdo de energia em leite com 3,7% de gordura, 3,2% de proteína e 4,6% de lactose é 0,70 Mcal/kg

Coletou-se também amostras de leite no 15º e 16º dia de cada período experimental, as quais foram compostas pela ordenha da manhã e da tarde nas proporções de 60% e 40%, respectivamente. Para realizar as análises químicas do leite, as amostras foram acondicionadas em frascos de plástico estéreis contendo Bronopol® (2-bromo-2-nitropopano-1,3-diol) e posteriormente realizando análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e nitrogênio úrico do leite (NUL) sendo as mesmas encaminhadas e analisadas no Laboratório do Programa de Análises do Rebanho Leiteiro do Paraná (PARLPR), pertencente à Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandês (APCBRH) em caixa isotérmica com gelo, mantendo a temperatura abaixo de 7°C.

No 21º dia do período experimental, realizou-se a coleta de sangue em jejum e quatro horas após a alimentação através da punção da veia coccígea com o auxílio de coletores de Vacutainer contendo agulha descartável e tubos de ensaio de 5mL. Após a coleta, o sangue foi refrigerado e encaminhado ao Laboratório de Parâmetros Sanguíneos pertencentes à UNIOESTE, onde passou por centrifugação a 3500 rpm por 15 minutos, obtendo desta forma o soro.

Uma vez obtendo a amostra, a mesma foi acondicionada em frascos tipo eppendorf devidamente identificados e sequencialmente analisadas para obtenção dos valores referentes glicose, colesterol, triglicerídeos, ureia e creatinina sendo as mesmas realizadas com o uso de “kits” comerciais e utilizando espectrofotômetro de calibração automática com leitura de alta performance (ELITECHEL 200).

Para a realização da análise de viabilidade econômica quanto à utilização do RUFM, foram considerados os valores pagos por litro de leite ao produtor (R\$1,44/litro) e os preços dos ingredientes das rações praticados no Paraná, referentes ao mês de Julho de 2018: silagem de milho R\$ 0,40/kg de MS; RUFM R\$ 0,61/kg de MS; farelo de soja R\$ 1,43/kg de MS; milho moído R\$0,57/kg de MS; suplemento mineral R\$ 2,83/kg de MS; e tamponante R\$ 3,75/kg de MS. Esta abordagem econômica levou em consideração somente os custos referentes à alimentação, não abrangendo os demais custos de produção.

O custo médio por quilo de ração (CMR) foi calculado através da composição centesimal de cada ingrediente na dieta e o seu custo. O custo médio com alimentação (CMA) foi obtido pela multiplicação do CMR em kg pelo consumo médio da dieta total dos animais de

cada tratamento. Do mesmo modo, de posse do valor pago pelo litro de leite e da produção leiteira média, foi calculada a receita bruta (RB) obtida em cada um dos tratamentos. A margem bruta (MB) foi calculada pela diferença entre a RB e o CMA. O ponto de equilíbrio (PE) foi calculado pelo quociente do CMA pelo valor recebido pelo litro de leite, sendo que o mesmo mostra o volume exato de produção em que há retorno zero, ou seja, quando a RB é igual aos CMA.

### **Análises estatísticas**

A normalidade das variáveis foi verificada utilizando-se o teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS 9.3, seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + p_j + T_k + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $a_i$  = efeito aleatório do animal;  $p_j$  = efeito aleatório do período;  $T_k$  = efeito fixo da inclusão do RUFM.  $e_{ijk}$  = erro residual associado a cada observação. Quando houve efeito de tratamento, os níveis de inclusão de RUFM foram estudados por meio de polinômios ortogonais, testando-se o modelo linear e quadrático. As equações de regressão foram determinadas através do procedimento REG do SAS. As diferenças foram declaradas quando  $P < 0,05$  e tendência quando  $0,05 < P \leq 0,10$ .

### **3.3 Resultados**

A inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho não influenciou ( $P > 0,05$ ) as ingestões de Proteína Bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de vacas da raça Holandês primíparas em lactação (Tabela 3).

Importante ressaltar que a inclusão de níveis de RUFM resultou no efeito ( $P < 0,05$ ) linear decrescente de ingestão matéria seca (MS) e carboidratos não fibrosos (CNF). A ingestão de fibra em detergente neutro (FDN) apresentou um efeito ( $P < 0,05$ ) linear crescente para %PC, e a ingestão de matéria orgânica (MO) caracterizou em uma tendência de redução linear com os níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho em dietas de vacas de raça Holandês primíparas lactantes (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação do peso e escore corporal, ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes de vacas da raça Holandês primíparas em lactação, recebendo dietas, com inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM).

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
PC (kg) <sup>1</sup>	612,00	608,00	606,00	615,00	615,00	15,497	0,794	-	-
ECC <sup>2</sup>	3,25	3,30	3,25	3,40	3,30	0,119	0,694	-	-
IMS (kg/d) <sup>3</sup>	20,36	20,22	20,13	20,39	18,25	0,987	<0,024	0,014	-
IMS (% PC) <sup>4</sup>	3,33	3,32	3,32	3,31	2,97	0,187	0,565	-	-
IMO (kg/d) <sup>5</sup>	19,14	19,08	18,89	19,25	17,46	0,951	0,070	0,040	-
IPB (kg/d) <sup>6</sup>	3,23	3,02	3,10	3,20	3,02	0,186	0,372	-	-
IEE (kg/d) <sup>7</sup>	0,55	0,68	0,66	0,73	0,75	0,067	0,097	0,014	-
IFDN(kg/d) <sup>8</sup>	6,53	7,55	7,69	8,46	8,09	0,624	0,031	0,005	-
IFDN(%PC) <sup>9</sup>	1,07	1,23	1,24	1,38	1,31	0,089	0,024	0,004	-
IFDA(kg/d) <sup>10</sup>	3,59	3,83	3,85	4,04	3,82	0,239	0,198	-	-
ICNF(kg/d) <sup>11</sup>	8,94	7,84	7,45	6,88	5,66	0,521	<0,001	<0,001	-
INDT(kg/dia) <sup>12</sup>	12,87	12,73	12,27	12,73	11,70	0,885	0,110	-	-

<sup>1</sup>PC: Peso corporal; <sup>2</sup>ECC: Escore condição corporal; <sup>3,4</sup>IMS: Ingestão de Matéria Seca; <sup>5</sup>IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; <sup>6</sup>IPB: Ingestão de Proteína Bruta; <sup>7</sup>IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; <sup>8,9</sup>IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>10</sup>IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>11</sup>ICT: Ingestão de Carboidratos não fibrosos; <sup>12</sup>INDT: Ingestão de nutrientes digestíveis totais: <sup>3</sup> $\hat{Y} = 20,6828 - 0,0539x$ ; (  $R^2=49,50$ ); <sup>8</sup> $\hat{Y} = 6,8620 + 0,0536x$ ; (  $R^2=76,57$ ); <sup>9</sup> $\hat{Y} = 1,1244 + 0,0083x$ ; (  $R^2=73,52$ ); <sup>11</sup> $\hat{Y} = 8,8584 - 0,1001x$  (  $R^2=96,60$ )

Não ocorreu efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão de RUFM sobre a digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 4).

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes de vacas da raça Holandês primíparas em lactação, recebendo dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					<sup>9</sup> EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
DMS <sup>1</sup>	62,07	62,10	60,93	62,14	62,87	2,661	0,940	-	-
DMO <sup>2</sup>	64,45	64,62	62,81	64,87	65,39	2,632	0,787	-	-
DPB <sup>3</sup>	68,48	66,59	72,59	72,47	71,21	2,676	0,238	-	-
DEE <sup>4</sup>	60,33	61,30	56,95	65,06	65,71	3,193	0,286	-	-
DFDN <sup>5</sup>	41,96	46,87	44,45	49,22	45,67	4,560	0,734	-	-
DFDA <sup>6</sup>	34,08	31,78	27,53	31,10	35,74	3,689	0,227	-	-
DCNF <sup>7</sup>	79,82	79,87	78,53	80,01	78,98	3,714	0,853	-	-
NDT <sup>8</sup>	63,22	62,49	60,67	62,34	64,28	2,590	0,549	-	-

<sup>1</sup>DMS: Digestibilidade de Matéria Seca; <sup>2</sup>DMO: Digestibilidade de Matéria Orgânica; <sup>3</sup>DPB: Digestibilidade de Proteína Bruta; <sup>4</sup>DEE: Digestibilidade de Extrato Etéreo; <sup>5</sup>DFDN: Digestibilidade de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>6</sup>DFDA: Digestibilidade de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>7</sup>Digestibilidade de Carboidratos não fibrosos; <sup>8</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais; <sup>9</sup>EP: Erro Padrão.

Para os valores de produção de leite (PL), produção de leite corrigida para energia (PLCE), eficiência de produção de leite corrigida para energia (EPLCE), teores de gordura,

lactose e sólidos totais não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho da dieta (Tabela 5).

Tabela 5. Produção e composição do leite de vacas da raça Holandês primíparas recebendo dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
PL (kg/d) <sup>1</sup>	29,85	31,05	31,07	32,05	32,05	2,167	0,407	-	-
PLCE (kg/d) <sup>2</sup>	28,55	28,24	29,18	29,61	28,42	1,578	0,791	-	-
EPLCE <sup>3</sup>	1,40	1,41	1,45	1,45	1,57	0,088	0,225	-	-
Gordura (g/kg)	34,82	30,80	33,33	32,77	29,97	1,974	0,112	-	-
Proteína (g/kg)	30,85	31,71	30,18	30,48	29,71	1,390	0,093	-	-
Caseína (g/kg)	24,53	24,44	23,82	24,29	23,52	1,268	0,229	-	-
Lactose (g/kg)	46,35	45,23	46,54	45,81	46,71	1,254	0,502	-	-
ST (g/kg) <sup>4</sup>	120,65	120,41	119,81	118,21	114,61	3,594	0,189	-	-
NUL (mg/dL) <sup>5</sup>	16,01	16,18	16,91	17,91	20,17	1,478	0,133	-	-

<sup>1</sup>PL: Produção de Leite; <sup>2</sup>PLCE: Produção de Leite Corrigida para energia; <sup>3</sup>EPL: Eficiência de produção de leite corrigida para energia; <sup>4</sup>ST: Sólidos totais; <sup>5</sup>NUL: Nitrogênio úreico no leite

Os valores para as purinas microbianas totais, absorvidas, proteína microbiana e para a eficiência de síntese microbiana (ESM) respectivamente, não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pela inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) na dieta (Tabela 6).

Tabela 6. Excreções de Derivados de purinas e síntese microbiana de vacas primíparas da raça Holandês em lactação, recebendo níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad
Purinas totais (mmol/dia)	411,79	377,99	347,59	394,05	418,15	34,539	0,308	-	-
Purinas absorvidas (mmol/dia)	356,07	322,50	292,28	338,12	362,23	34,067	0,308	-	-
PMic (g/dia) <sup>1</sup>	1618,01	1465,43	1328,13	1536,43	1645,99	154,800	0,308	-	-
ESM <sup>2</sup>	129,31	118,66	110,92	122,09	142,26	15,593	0,351	-	-

<sup>1</sup>Produção de proteína microbiana; <sup>2</sup>ESM: eficiência de síntese microbiana (g de proteína microbiana/kg de NDT ingerido).

Em relação aos parâmetros sanguíneos as concentrações referentes ao colesterol, triglicerídeos, glicose, ureia e creatina no soro sanguíneo dos animais, antes da alimentação e posteriormente após às 4 horas de alimentação não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de RUFM na dieta (Tabela 7).

Tabela 7. Parâmetros sanguíneos de vacas primíparas da raça Holandês primíparas em lactação alimentadas com diferentes níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
Antes da alimentação									
Colesterol	171,82	174,84	162,79	174,80	197,81	24,704	0,100	-	-
Triglicérides	11,00	9,40	10,00	9,00	10,00	1,316	0,656	-	-
Glicose	70,20	65,80	68,20	64,80	57,40	5,703	0,500	-	-
Ureia	40,20	41,80	39,40	43,80	48,40	3,978	0,320	-	-
Creatinina	0,88	0,76	0,79	0,73	0,81	0,150	0,608	-	-
4 horas após a alimentação									
Colesterol	160,21	119,46	152,95	151,58	180,67	27,836	0,147	-	-
Triglicérides	9,60	9,80	9,40	9,20	9,40	1,338	0,980	-	-
Glicose	53,80	55,40	56,00	55,60	56,20	4,289	0,933	-	-
Ureia	38,00	39,40	37,00	39,60	44,80	5,317	0,411	-	-
Creatinina	0,82	0,78	0,81	0,77	0,81	0,157	0,966	-	-

<sup>1</sup>RUFM de resíduo úmido de fecularia de milho– Efeito de tratamento; <sup>2</sup>EPM - Erro padrão da média

A análise de viabilidade econômica mostrou que todos os tratamentos apresentaram o custo médio da ração semelhante, entretanto foi possível observar que com a inclusão do resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) houve uma diminuição no custo médio com alimentação (Tabela 8).

Tabela 8. Análise econômica da utilização de níveis crescentes de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta de vacas primíparas da raça Holandês em lactação

Variáveis	Nível de Inclusão				
	0%	7,5%	15%	22,5%	30%
Custo médio da ração (R\$/kg de MS)	0,692	0,693	0,694	0,694	0,689
Custo médio de alimentação (R\$/dia)	14,094	14,011	13,962	14,141	12,579
Receita bruta média (R\$/dia)	42,984	44,712	44,741	46,152	46,152
Margem bruta média (R\$/dia)	28,890	30,701	30,779	32,011	33,573
Ponto de equilíbrio médio (kg/dia)	9,788	9,730	9,696	9,820	8,735

### 3.4 Discussão

A inclusão do resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) na dieta de vacas de raça Holandês primíparas em lactantes não teve efeito ( $P>0,05$ ) no peso corporal (PC), escore de condição corporal (ECC) e na ingestão de MS em porcentagem do peso corporal (PC) (Tabela 3).

Os resultados obtidos para ingestão da MS e dos demais nutrientes podem ser

resultantes do fato das dietas não terem afetado a ingestão de NDT. Entretanto não foi o suficiente para alterar o peso e escore da condição corporal dos animais, o que está de acordo com diversos trabalhos e revisões da literatura (ARMENTANO, DENTINE, 1988; BERNARD et al., 1991).

A IMS e a ICNF (kg/dia) da dieta de vacas de raça Holandês primíparas em lactantes tiveram efeito ( $P > 0,05$ ) linear decrescente com o aumento do nível de inclusão de RUFM na dieta (Tabela 3). A redução na ICNF está relacionada às características do resíduo, uma vez, que durante o processo de industrialização do milho ocorre a extração do amido, o que reduz o teor de CNF presente no RUFM e concentra a as frações fibrosas. Assim sendo, a redução na IMS pode ser explicada pelo aumento no teor de FDN das dietas com maiores inclusões de RUFM resultando em uma maior ação dos mecanismos físicos de controle de ingestão descrito por MERTENS (1992).

SARWAR et. al. (1991) utilizando 40% de farelo de glúten de milho úmido (FGM) e FELLNER et.al. (1988), trabalhando com os níveis 21,2; 38,5 e 57,1% do FGM úmido em substituição ao concentrado, também obtiveram redução na IMS em vacas lactantes, corroborando com o encontrado no presente trabalho. Entretanto, ARMENTANO, DENTINE (1988), que trabalharam com FGM em substituição ao volumoso e ao concentrado, em níveis até 36% da MS, e BERNARD et al. (1991) e GUNDERSON et al. (1988), que trabalharam com substituição ao volumoso e ao concentrado, em 27,1% e 30% da MS, respectivamente, não encontraram diferenças no IMS.

A redução na IMS pode ser confirmada pelo aumento linear da IFDN ( $P < 0,05$ ) expressa em kg/dia e em % do PC a medida que o RUFM foi adicionado a dieta. Segundo MERTENS (2001) citado por Sousa (2007) a ingestão de FDN está correlacionada como a regulação física do consumo, pois a parede celular ocupa alto espaço no rúmen, devido a sua degradação ser mais lenta quando comparada aos carboidratos do conteúdo celular (VAN SOEST, 1994; NRC, 2001).

A ingestão de FDN em relação ao peso vivo variou de 1,07% para a dieta controle e 1,38% e 1,31% (PC) para o tratamento de 22,5 e 30% de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta, estando de acima dos valores preconizado por MERTENS (1994) de 1,25% ( $\pm 0,1\%$ ), para permitir a máxima ingestão de MS e energia de vacas em lactação, a fim de maximizar a produção de leite, colaborando com os resultados obtidos no presente estudo para a IMS.

Houve uma tendência na redução da ingestão de matéria orgânica (MO) ( $P = 0,070$ ) e

de aumento para a ingestão de extrato etéreo (EE) ( $P=0,097$ ), onde foram observadas com a inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho nas dietas. A ingestão de FDA e PB, não apresentaram efeito significativo ( $P>0,05$ , assim como na ingestão de NDT (Tabela 3). Embora o resíduo úmido de fecularia de milho, tenha proporcionado uma diminuição na ingestão de matéria seca, essa não foi suficiente para influenciar a ingestão do NDT ( $P>0,05$ ).

Para o presente estudo a ingestão de nutrientes referentes sobre a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e da DCNF assim como o NDT, não foram influenciados pelos níveis de inclusão de milho pelo RUFM na dieta (Tabela 4). Uma vez que as dietas mais fibrosas tendem a serem menos digestíveis, desse modo a inclusão do RUFM poderia ter reduzido a digestibilidade da dieta, uma vez que as frações mais solúveis do milho foram removidas durante o processamento desse cereal.

No entanto, como houve redução na IMS à medida que se aumentou o nível de RUFM, a taxa de passagem do alimento pode ter sido reduzida de modo que o alimento permaneceu mais tempo no trato gastrointestinal até ser digerido. Além disso, a digestibilidade da FDN por apresentar características baixas no RUFM pode proporcionar uma redução sobre a taxa de passagem possa ter favorecido a uma boa digestibilidade da MS. FIRKINS (2015) avaliou o FDN de alguns coprodutos como farelo de glúten de milho úmido e farelo de glúten de milho seco e observou que estes eram mais digeríveis no rúmen do que o FDN da silagem de milho.

A ingestão da digestibilidade da MS apresentou os valores similares encontrados por GENCOGLU (2010) que avaliaram dietas com baixo amido na alimentação de vacas em lactação. No presente estudo, a digestibilidade dos nutrientes no nível de inclusão de 30% de RUFM foi semelhante à dieta sem a inclusão desse resíduo, o que demonstra que mesmo com a redução no teor de CNF e aumento da FDN, a utilização desse subproduto foi eficiente em proporcionar um bom aporte de NDT.

O NDT observado apresentou uma grande variação em relação ao estimado das rações (Tabela 4). Essa variação pode ser atribuída às alterações de consumo, desse modo a possível redução da digestibilidade com a inclusão do RUFM do NDT estimado pode ter sido compensada devido ao alimento ter ficado mais tempo no rúmen.

A produção leiteira e a eficiência da mesma corrigida para energia (EPLCE) não foram influenciadas pelos níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho da dieta. (Tabela 5).

De maneira geral, os resultados encontrados para o estudo referente aos componentes do leite, não apresentaram alterações com a utilização de subprodutos da indústria do milho.

Recentemente BLASI et. al. (2001) em uma revisão literária que avaliaram 11 trabalhos e 23 tratamentos, que testaram diferentes níveis de inclusão do FGM de MS da dieta e comprovam que a inclusão desse coproduto tem pouco efeito na composição do leite, devido às características do próprio farelo úmido de glúten milho que às vezes é utilizado em substituição ao volumoso, outras em substituição ao concentrado e, na grande maioria de ambos.

Os teores de proteína no leite apresentaram tendência linear negativa ( $P=0,093$ ) com a inclusão de níveis de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta de vacas lactantes. O teor de proteína é de extrema importância, pois as suas concentrações afetam diretamente de forma de aumentar ou diminuir o rendimento dos derivados do leite, vale assim ressaltar que a inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho pode ser utilizada associada a outro ingrediente nas dietas sem que ocorra alteração nos teores de proteína, permitindo assim que os valores encontrados permaneceram nos parâmetros recomendados pela IN 62.

Os valores de NUL não foram influenciados pelos níveis de inclusão de RUFM, sendo que os valores referentes aos tratamentos com 0, 7,5 e 15% de RUFM foram próximos da faixa de 10 a 16 mg/dL descrita por JONKER et al. (1998) como ideal. Os tratamentos com 22,5 e principalmente com 30% de inclusão de RUFM apresentaram elevada concentração de NUL denotando uma falta de sincronia entre as proteínas e os carboidratos da dieta, uma vez que quando há excesso de amônia ruminal em relação à disponibilidade de energia, ocorre à conversão dessa amônia em ureia pelo fígado e esta é lançada na corrente sanguínea podendo, quando em excesso, causar ações contrárias a saúde do animal como descrito por LANA, (2005).

A ausência de efeito na síntese de proteína microbiana no rúmen e na digestibilidade aparente da PB, sugerem que o aporte proteico para o animal não tenha sido influenciado. Os tratamentos com níveis crescentes de RUFM também não apresentaram efeito ( $P>0,05$ ) para a produção de diária de proteína microbiana e para a eficiência de síntese microbiana (ESM) em vacas primíparas da raça Holandês. O valor médio obtido para a eficiência microbiana foi de 124,65g de PB microbiana/kg de NDT ficando próximo do recomendado pelo NRC (2001) que é de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

Segundo HOOVER e STOKES (1991), a produção microbiana está relacionada na maioria das vezes com disponibilidade de carboidratos e com a degradabilidade ruminal da proteína dietética. Embora tenha ocorrido ausência de efeito na produção de proteína microbiana, o excesso de NUL principalmente nas dietas com 30% de RUFM denotam uma falta de sincronização de proteína degradável e energia a nível ruminal para este tratamento.

Em relação aos parâmetros sanguíneos, as concentrações de glicose, NUS e triglicerídeos não foram alteradas com a inclusão de RUFM, possivelmente em decorrência da ausência de efeitos na ingestão de alimentos e na digestibilidade da maioria dos nutrientes.

A ausência de significância nas concentrações de glicose mesmo com substituição do milho pelo RUFM pode ser explicada pelo controle hormonal da insulina e glucagon sobre a concentração de glicose. Segundo GONZÁLEZ et al. (2000) a concentração de glicose sanguínea tem pouca variação, em função de mecanismos homeostáticos bastante eficientes do organismo de ruminantes, fazendo com que a dieta tenha pouca influência sobre a glicemia, exceto em animais com severa desnutrição.

Os valores de ureia sanguínea encontrados variaram de 40,20 a 48,40 respectivamente a dieta controle bem como a com inclusão de 30% de RUFM na dieta para o período em jejum e para o período de quatro horas após a alimentação 38,0 a 44,8% em vacas recebendo níveis crescentes até 30% de inclusão de RUFM na dieta, vale ressaltar que os valores encontrados ficaram dentro dos sugeridos por LIMA et al., (2004) que descreve que as concentrações de ureia devem permanecer na faixa de 15 e 50,35 mg/dL considerada adequada para vacas em lactação.

A margem bruta média de maior valor, juntamente com o menor ponto de equilíbrio ocorreu com a inclusão de 30% de RUFM, tornando esse nível de inclusão o mais vantajoso economicamente. Todavia, é importante salientar que efeitos como a redução na ingestão de matéria mais acentuada no tratamento com 30% de RUFM, bem como o excesso de NUL, denotam a necessidade de cautela ao adotar esse nível de inclusão.

### **3.5 Conclusão**

A utilização do resíduo úmido de fecularia de milho pode ser utilizada em inclusão na dieta de vacas da raça Holandês primíparas em lactação em até 30% não alteraram a produção, no entanto, se recomenda a sua utilização até níveis de 22,5% para que não haja maiores efeitos na restrição a ingestão da matéria seca da dieta.

### 3.6 Referências Bibliográficas

- ARMENTANO, L.E.; DENTINE, M.R. Wet corn gluten feed as a supplement for lactating dairy cattle and growing heifers. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.4, p.990-995, 1988.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**.16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- BERNARD, J.K.; DeLOST, R.C.; MUELLER, F.J. et al. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.11, p.3913-3919, 1991.
- BERNARD, J.K.; MCNEILL, W.W. Effect of high fiber energy supplements on nutrient digestibility and milk production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.991-995, 1991.
- Bowman JGP, Paterson JA. Evaluation of corn gluten feed in high-energy diets of sheep and cattle. **Journal of Dairy Science**; 66(10332):2057-2070, 1988.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECOM, P.R.. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 30(6):1837-1856.2001.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L. 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**. 63:1476-1483.1986.
- EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.
- FELLNER. V.; BELYEA, R.L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.996-1005, 1991.
- GENCOGLU H.; SHAVER. R. D; STEINBERG; ENSINK J; FERRARETTO.L. F; BERTICS ,S.L; LOPES J.C, AKINS. M .S; Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. **Journal of Dairy Science**. 93 :723–732, 2010.
- FERREIRA, S.F.; GUIMARÃES, T. P.; MOREIRA, K. K. G.; ALVES, V. A.; LEMOS, B. J.M.; SOUZA, F. M.; Caracterização fecal de bovinos. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária**, Garça, ano XI, n. 20, 2013.
- GOMES, S.P. **Tamanho de partícula do volumoso e frequência de alimentação sobre aspectos nutricionais e do metabolismo energético em ovinos**..Tese (Doutorado em Zootecnia). Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Escola de Veterinária-Universidade Federal

de Minas Gerais.2008 83p

GUNDERSON, S.L.; AGUILAR, A.A.; JOHNSON, D.E. et al. Nutritional value of wet corn gluten feed for sheep and lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.1204-1210, 1988.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem feeds. **Journal of Dairy Science,Savoy**, v.82, p.171-794, 1999.

HOOVER, W.H.; STOCKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.

KAISER, R., AND R. SHAVER. Benchmarking high-producing herds. Pages 179–190 in Proc. **Western Canadian Dairy Seminar, Red Deer**, Alberta, Canada. University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.2006.

JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.

LANA, R.P. **Nutrição e Alimentação Animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LIMA, M.L.P.; BERCHIELLI, T.T.; LEME, P.R.; et al. Concentração de nitrogênio uréico plasmático (nup) e produção de leite de vacas mestiças mantidas em gramíneas tropicais sob pastejo rotacionado, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1616-1626, 2004.

LOPES FILHO, J. F; RAMOS, A. P.; ROMERO, J. T. Difusividades da água, dióxido de enxofre e ácido lático em grãos de milho durante a maceração para o processo de moagem úmida. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, 257-263 p, 2006.

MENEGHETTI, C. D. C.; DOMINGUES J. L.; et al. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 2, p.512-536, Março/Abril 2008.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JUNIOR., G.C., (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy.p.450-493.1994

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**.7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 2001. 381p2001.

PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. Polpa cítrica e farelo de glúten de milho. In: PEDROSO, A. M.; Treinamento on line: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação. Piracicaba: **AgriPoint**;. v.2, p. 1-35.2006

SARWAR, M.; FIRKINS,J.L.; EASTRIDGE,M.L.; Effects of varying forage of concentrate

carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 1533-1542, 1992.

SAS INSTITUTE.. SAS PROPRIETARY SOFTWARE, RELEASE 9.2. **SAS INST. INC.**, CARY, N.C.2009

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.11, p.3562-3577, 1992.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland**, v18, n.2, p.104-111, 1963

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. 74(10):3583-3597. 1991

#### **4 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO ÚMIDO DE FECULARIA DE MILHO SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL E DIGESTIBILIDADE EM BOVINOS**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar a utilização de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em níveis de inclusão na dieta, sobre a ingestão, digestibilidade dos nutrientes, pH, N-NH<sub>3</sub> e ácidos graxos voláteis ruminais. Utilizou-se cinco bois castrados da raça jersey, com cânula ruminal, os quais foram distribuídos em um delineamento experimental quadrado latino 5x5, com períodos de 20 dias (14 dias para a adaptação e 6 dias para coletas). Os tratamentos foram níveis de inclusão de resíduo úmido de milho em 0; 7,5; 15; 22,5 e 30 g/kg da MS das dietas. Avaliou-se a ingestão e a digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, além dos parâmetros da fermentação ruminal. As ingestões de matéria seca, matéria orgânicas e nutrientes digestíveis totais, não foram alteradas pelos níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho, no entanto, ocorreu um aumento linear na ingestão de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e uma redução linear na ingestão de carboidratos não fibrosos. As digestibilidades da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais não foram alteradas. O pH ruminal e a concentração de NNH<sub>3</sub> ruminal não tiveram efeito com a inclusão de RUFM, entretanto apresentaram efeito quadrático em relação ao tempo após a alimentação. A utilização de resíduo úmido de fecularia de milho em níveis de inclusão de até 30% reduziu a produção de AGV totais, mas não alterou a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes, o pH ruminal e a concentração de nitrogênio amoniacal, podendo ser utilizado na alimentação de bovinos em manutenção.

**Palavras-chave:** amido, coproduto, digestibilidade, rúmen

## **EFFECT OF CORN STARCH WET RESIDUE ON RUMINAL FERMENTATION AND DIGESTIVE PARAMETERS IN CATTLE**

**Abstract** The objective of this study was to evaluate the use of corn fecular wet residue (CFWR) in dietary inclusion levels, ingestion, nutrient digestibility, pH, N-NH<sub>3</sub> and ruminal volatile fatty acids of cannulated cattle. Five castrated jersey males with ruminal cannula were used and distributed in a 5x5 Latin square experimental design with periods of 20 days (14 days for adaptation and six days for collection). The treatments were inclusion levels of wet corn residue in 0; 7.5; 15; 22.5 and 30 g / kg DM of the diets. Dry matter intake, dry matter and nutrient digestibility and ruminal fermentation parameters were evaluated. Intakes of dry matter, organic matter, and total digestible nutrients were not altered by the inclusion levels of corn starch wet residue, however, there was a linear increase in the intake of crude protein, ether extract, neutral detergent fiber, fiber. in acid detergent and a linear decrease for non-fibrous carbohydrate intake. The digestibilities of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, and neutral detergent fiber, acid detergent fiber, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients were not changed. Ruminal pH had no effect by RUFM inclusion levels, however there was an effect in relation to time after feeding. The ruminal NNH<sub>3</sub> contents were not altered by the inclusion levels of corn fecular damp residue, only the times after feeding have effect. The inclusion of corn starch wet residue in the diets reduces the proportions of volatile fatty acids and does not influence ruminal fermentation, despite having a reduction in the intake of some nutrients.

**Keywords:** starch, co-product, digestibility, rumen

## 4.1 Introdução

A pecuária brasileira é uma atividade que vem apresentando considerável destaque, estando entre as maiores produtoras mundiais. Desta forma, buscam-se alimentos alternativos que possibilitem aos animais atingirem o máximo do seu potencial de produção e menores custos de produção. Entretanto, fatores como as alterações no consumo e aproveitamento dos nutrientes ingeridos são elementos fundamentais a serem avaliados para maximizar a produtividade do setor.

Os processamentos tecnológicos industriais realizados nos alimentos podem permitir a obtenção de produtos que promovam uma melhor sincronização entre as taxas de degradação ruminal e consumo, contribuindo com um aproveitamento adequado dos nutrientes (YANG et al., 2010; XIN et al., 2010; PEREIRA et al., 2001; FERARRETTO et al., 2014) e obtendo-se alternativas onde é possível ter um aumento de produtividade e lucratividade quando os nutrientes são ingeridos e aproveitados de maneira adequada.

Estratégias e modelos nutricionais permitem balancear as dietas e favorecer o consumo e a digestibilidade de nutrientes. Uma vez ingeridos pelos animais, dependendo dos níveis utilizados podem trazer efeitos benéficos ou serem prejudiciais a sua capacidade produtiva. As exigências para manutenção e desempenho estão diretamente correlacionadas com a ingestão de nutrientes, sendo de suma importância o uso de alimentos que não reduzam drasticamente essa variável. (DA SILVA et al., 2005; VARGAS JÚNIOR et al., 2008).

A utilização de coprodutos gerados a partir de processos industriais é uma alternativa para alcançar esses objetivos, podendo reduzir os custos na alimentação de ruminantes. Os coprodutos agroindustriais apresentam-se como boas fontes de proteína, energia e fibra, contribuindo e colaborando com a preservação dos recursos naturais e ambientais tornando a produção mais sustentável.

Desse modo, esse trabalho adotou como a hipótese a afirmativa de que a inclusão de resíduo úmido de feccularia de milho não altera se a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros de fermentação ruminal, sendo possível manter o desempenho dos bovinos. Objetivou-se assim, avaliar as características de fermentação ruminal, da ingestão e digestibilidade de nutrientes em bovinos alimentados com níveis crescentes de inclusão de resíduo úmido de feccularia de milho.

## 4.2 Material e Métodos

### Modelo e local experimental

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Estação Experimental Prof. Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, pertencentes à Universidade Estadual do Oeste do Paraná localizada a latitude 24°31'55.3 S", longitude 54°01'08.0 O" e 392 metros de altitude, sendo iniciado após a aprovação do protocolo de experimentação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da UNIOESTE – CEUA - Protocolo 29/16.

Foi utilizado o resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) (Pilão Amidos Ltda, Guaíra - PR.) na forma *in natura* e úmida, transportada e armazenada em silos tipo Bags, os quais eram de tecido de polipropileno de alta resistência, contendo um envelopamento interno de uma manta plástica evitando uma possível entrada de raios solares e a circulação de ar, evitando perdas ou deformidades do subproduto.

Foram utilizados cinco machos castrados da raça Jersey, munidos de cânula ruminal, com peso corporal médio de 750±52. Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental em quadrado latino 5x5, com cinco tratamentos e cinco períodos experimentais de 20 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação a dieta e 6 dias para a coleta de dados. Os tratamentos testados foram níveis de inclusão 0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30% de RUFM na matéria seca na dieta.

### Dietas e procedimentos de coletas

As dietas experimentais foram formuladas, procedendo-se inicialmente a análise bromatológica dos alimentos (Tabela 1) quanto aos teores de matéria seca (MS; método 934.01), cinzas (CZ; método 938.08), proteína bruta (PB; método 981.10), extrato etéreo (EE; método 920.85) e a determinação de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica (MO) foi calculada pela diferença entre cinzas e a MS total.

As dietas foram formuladas para atender as exigências dos animais de acordo com o NRC (2001), sendo compostas por uma proporção 50:50, sendo que o volumoso utilizado foi a silagem de milho e o concentrado continha milho moído, farelo de soja, RUFM, suplemento

mineral, conforme os tratamentos (Tabela 2). A dieta foi ofertada ao nível de 1,5% do PV evitando uma sobre alimentação e ganho excessivo de peso aos animais.

As dietas foram ofertadas como dieta total duas vezes ao dia: às 06h30min e 16h30min horas, na proporção de 70% e 30% respectivamente. Posteriormente, os mesmos tinham acesso a um piquete de descanso sem pastagem das (11:00 às 14:00 horas e das 18:00 até o horário da alimentação do dia seguinte).

Tabela 1. Composição, digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos ingredientes das dietas experimentais

Composição	RUFM	Farelo de soja	Milho moído	Silagem de milho
Composição (g/kg de MS)				
MS <sup>1</sup>	243,50	870,77	873,55	326,89
MO <sup>2</sup>	991,69	926,50	982,61	957,14
EE <sup>3</sup>	80,99	15,62	43,75	40,35
PB <sup>4</sup>	10,52	472,96	87,46	70,97
FDN <sup>5</sup>	620,88	211,32	102,42	446,57
FDA <sup>6</sup>	221,26	125,88	671,58	284,83
CT <sup>7</sup>	805,47	427,87	851,78	845,83
CNF <sup>8</sup>	184,59	215,50	749,36	399,26
NDT estimado <sup>9</sup>	871,87	901,63	918,17	760,57
DIVMS <sup>10</sup>	775,32	962,37	956,12	760,21
DIVMO <sup>11</sup>	793,64	828,06	977,19	777,17

<sup>1</sup>MS: Matéria Seca; <sup>2</sup>MO: Matéria Orgânica; <sup>3</sup>EE: Extrato Etéreo; <sup>4</sup>PB: Proteína Bruta; <sup>5</sup>FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>6</sup>FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>7</sup>CT: Carboidratos Totais; <sup>8</sup>CNF: Carboidrato Não Fibrosos; <sup>9</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais. NDT (%) = Volumoso,  $-11,9095+1,1369*\text{DIVMO}$  e Concentrado,  $5,60+0,8646*\text{DIVMO}$ ; <sup>10</sup>DIVMS digestibilidade *in vitro* da (MS).: <sup>11</sup>DIVMO digestibilidade *in vitro* da (MO).:

Já os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados respectivamente segundo as equações propostas por Sniffen et al. (1992):  $\text{CT} = 100-(\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{MM})$  e  $\text{CNF} = \text{CT} - \text{FDN}$

Os valores de nutrientes digestíveis totais de cada ingrediente foram calculados pela equação descrita por Cappelle et al. (2001): NDT (%) Volumoso,  $-11,9095+1,1369*\text{DIVMO}$ ; Concentrado  $5,60+0,8646*\text{DIVMO}$

A digestibilidade *in vitro* da (MS) foi realizada pela técnica descrita por TILLEY TERRY (1963), adaptada por HOLDEN (1990). Amostras de 0,25 g de cada alimento moído foram pesadas e acondicionadas em sacos de tecido-não-tecido (TNT) – 100 g m<sup>-1</sup>, cortados e selados no tamanho de 5,0 × 5,0 cm, conforme Casali et al. (2008) e, posteriormente, incubadas em jarro fermentador ruminal Daisy®, contendo líquido ruminal e solução tampão.

As coletas de líquido ruminal foram realizadas em três bois da raça Jersey, castrados, munidos de cânulas ruminais, considerando-os como repetições. Os animais foram mantidos em um piquete de grama da variedade Tifton (*Cynodon* sp.), recebendo alimentação no cocho, sendo ele de silagem de milho e concentrado composto por milho moído, farelo de soja, e mistura mineral.

Tabela 2. Composição percentual e químico-bromatológica das dietas experimentais em g/kg de matéria seca

Ingredientes	Nível de inclusão				
	0%	7,5%	15%	22,5%	30%
Silagem de milho	500,00	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	393,00	325,50	251,00	179,50	108,00
Farelo de soja	87,00	82,50	79,00	75,50	72,00
RUFM <sup>1</sup>	-	75,00	150,00	225,00	300,00
Mistura mineral <sup>2</sup>	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
<b>Composição bromatológica (g/kg)</b>					
MS <sup>3</sup>	584,51	539,89	490,02	442,78	395,53
MM <sup>4</sup>	54,66	50,78	52,85	51,97	51,09
MO <sup>5</sup>	945,34	949,22	947,15	948,03	948,91
EE <sup>6</sup>	50,85	53,29	55,58	58,01	60,43
PB <sup>7</sup>	110,00	110,86	110,58	110,56	110,54
FDN <sup>8</sup>	281,87	320,62	397,32	43,83	442,56
FDA <sup>9</sup>	417,30	387,99	354,12	322,25	29039
CT <sup>10</sup>	794,89	795,88	791,33	789,34	787,35
CNF <sup>11</sup>	512,88	475,17	432,43	391,94	351,45
NDT estimado <sup>12</sup>	819,57	818,92	812,75	809,34	805,93

<sup>1</sup>RUFM: Resíduo úmido de fecularia de milho; <sup>2</sup>Mistura mineral (produto comercial) Composição química (quantidades/kg do produto): Ca - 162 g/kg, P - 80 g/kg, Co - 805 mg/kg, Mg - 15 g/kg, Mn - 2,300 mg/kg, Zn - 4,100 mg/kg, Se - 20 mg/kg, So - 118 g/kg, F - 800 mg/kg, Fe - 2,800 mg/kg, Cu - 2,800 mg/kg, (produto comercial); <sup>3</sup>MS: Matéria Seca; <sup>5</sup>MO: Matéria Orgânica; <sup>6</sup>EE: Extrato Etéreo; <sup>7</sup>PB: Proteína Bruta; <sup>8</sup>FDN: Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>9</sup>FDA: Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>10</sup>CT: Carboidratos Totais; <sup>11</sup>CNF: Carboidratos Não Fibrosos; <sup>12</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais..

A digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) foi calculada pela diferença do alimento antes e após a incubação.

### Procedimentos de coletas e análise

Os animais foram alojados em instalações do tipo *tie-stall* com cochos individuais e água à vontade. Sendo que no início e final de cada período experimental, realizou-se a estimativa do peso corporal dos animais por meio da fita barimétrica antes da alimentação da manhã segundo descrito por Edmonson et al. (1989). Calculando assim, a ingestão da matéria

seca e dos nutrientes pela diferença entre o fornecido e as sobras.

Do 15° ao 20° dia do período experimental, além da pesagem da quantidade ofertada de alimento e de sobras, realizaram-se coletadas de amostras de silagem, concentrados e sobras, os quais foram armazenadas e congeladas em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Amostras de fezes foram coletadas nos 15° ao 20° dia, diretamente da ampola retal conforme a seguinte distribuição: 15° dia (8 horas), 16° dia (10 horas), 17° dia (12 horas), 18° dia (14 horas), 19° dia (16 horas), 20° dia (18 horas).

Uma vez terminado o período experimental, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de ventilação de ar forçada ( $55^{\circ}\text{C} - 72\text{ h}$ ) e moídas em moinho do tipo Willey com peneira de crivo de um milímetro. Posteriormente, as amostras foram misturadas formando um pool de cada alimento, sobras e fezes transformando-as em uma única amostra por animal por período. Após as mesmas foram analisadas bromatológica.

Para estimar a excreção fecal diária, o indicador interno utilizado foi a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), estimado nas amostras do alimento fornecido, sobras e composições fecais, pelo procedimento de digestibilidade *in situ* descrita por Cochran et al. (1986). A FDNi foi obtida após 240 horas de incubação, em filtros F57 da ANKOM®, seguida pela análise de fibra em detergente neutro (CASALI et al., 2008).

Realizou-se a coleta de líquido ruminal no 20° dia de cada período experimental para a avaliação do pH, nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) e dos ácidos graxos voláteis (AGV) ruminais, via cânula ruminal, nos seguintes horários: 0, 2, 4, 6, 8, e 10 horas após a alimentação da manhã. O tempo zero (0) correspondeu à coleta antes da primeira alimentação e as dez (10) horas correspondente antes da segunda alimentação. Imediatamente após a coleta, o líquido ruminal foi filtrado em tecido de algodão e o pH foi aferido com o auxílio de um pHmetro digital.

Para a determinação do N-amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) foi adicionado 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 em 50 mL de amostra, sendo armazenadas em frascos e congeladas. As concentrações de  $\text{N-NH}_3$  foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica descrita por FERNER (1965) e adaptada por VIEIRA (1980).

Para a determinação dos AGV (acético, propiônico e butírico), as amostras foram acidificadas com ácido sulfúrico (1:1) e congeladas ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) para posterior análise laboratorial

(LAZARO, 2009). Posteriormente, foram descongeladas, centrifugadas, filtradas em filtro de seringa com membrana de 0,20  $\mu\text{m}$  e acondicionadas em *vials*.

A determinação foi realizada por cromatografia líquida de alta precisão (HPLC) da marca Varian, da série de modelo 920-Lc com detector de PDA, (LAZARO, 2009), conforme condições cromatográficas a seguir: fase móvel de água ultra pura com solução de acetonitrila (3%) e de ácido sulfúrico (0,005 M), fluxo de 0,8 mL min<sup>-1</sup>, temperatura da coluna (50°C), comprimento de onda (208nm) e injeção de 20  $\mu\text{L}$ . A quantificação dos ácidos foi realizada através do método padrão externo, onde a porcentagem em massa de uma amostra é determinada a partir de um gráfico de calibração.

### **Análises estatísticas**

Para análise estatística referente a ingestão e digestibilidade, os dados foram testados quanto a normalidade das variáveis pelo teste de Shapiro-Wilk. Os dados foram analisados utilizando o procedimento MIXED do SAS 9.3. O modelo utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + p_j + T_k + \epsilon_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $a_i$  = efeito aleatório do animal;  $p_j$  = efeito aleatório do período;  $T_k$  = efeito fixo da inclusão do RUFM.  $\epsilon_{ijk}$  = erro residual associado a cada observação.

Para a avaliação dos parâmetros ruminais realizou-se análise de medidas repetidas no tempo, onde foram incluídos no modelo o efeito fixo de tempo e sua interação com o tratamento de acordo com o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + p_j + a_k + T_l + DT_{il} + \epsilon_{ijkl}$$

Em que,  $Y_{ijkl}$ =observação,  $\mu$ =população média,  $D_i$ = efeito da dieta ( $i= 1$  a 5),  $p_j$ =efeito de período ( $j=1$  a 5);  $a_k$ =efeito de animal ( $k= 1$  a 5);  $T_l$ = efeito fixo de tempo ( $l=1$  a 5);  $DT_{il}$  = interação tempo e dieta e  $\epsilon_{ijkl}$ = erro residual.

Foram testadas várias estruturas de covariância de erros e utilizou-se a que melhor se ajustou aos dados, sendo selecionada com base no menor Critério de Informação Bayesiano.

A estrutura de componentes de variância utilizada para os dados de pH ruminal foi a toeplitz (TOEP), enquanto que para a concentração de amônia ruminal e os ácidos graxos voláteis, foi anti dependente de primeira ordem (ANTE(1)). Quando houve efeito de tratamento e de tempo, os mesmos foram analisados por meio de polinômios ortogonais, testando-se o modelo linear e quadrático. As equações de regressão foram determinadas através do procedimento REG do SAS. As diferenças foram declaradas quando  $P < 0,05$  e tendência quando  $0,05 < P \leq 0,10$ .

### 4.3 Resultados

Os valores dos referidos dados para peso corporal, ingestão de MS e nutrientes estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Ingestão diária de matéria seca e dos nutrientes de bovinos leiteiros alimentados com dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho em inclusão na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
PC (Kg)	738,00	774,00	771,00	780,00	773,00	20,647	0,317	-	-
IMS (kg/dia)	11,27	11,23	11,15	11,35	11,10	0,411	0,383	-	-
IMS (%PC)	1,46	1,47	1,46	1,46	1,44	0,451	0,380	-	-
IMO (kg/d) <sup>4</sup>	10,63	10,67	10,60	10,82	10,57	0,387	0,426	-	-
IPB (kg/d) <sup>5</sup>	1,18	1,22	1,21	1,27	1,22	0,506	0,033	0,033	-
IEE (kg/d) <sup>6</sup>	0,37	0,43	0,47	0,50	0,54	0,023	<0,001	<0,001	-
IFDN (kg/d) <sup>7</sup>	3,48	3,84	4,25	4,65	4,91	0,182	<0,001	<0,001	-
IFDN (% PC) <sup>8</sup>	0,45	0,50	0,56	0,60	0,64	0,016	<0,001	<0,001	-
IFDA (kg/d) <sup>9</sup>	2,14	2,21	2,32	2,49	2,56	0,159	<0,001	<0,001	-
ICNF (kg/d) <sup>10</sup>	5,18	4,83	4,28	3,99	3,54	0,583	<0,001	<0,001	-
INDT(kg/dia) <sup>11</sup>	8,27	8,36	8,18	7,94	7,92	0,440	0,473	0,106	-

PC: Peso corporal;<sup>2,3</sup>IMS: Ingestão de Matéria Seca; <sup>4</sup>IMO: Ingestão de Matéria Orgânica; <sup>5</sup>IPB: Ingestão de Proteína Bruta; <sup>6</sup>IEE: Ingestão de Extrato Etéreo; <sup>7,8</sup>IFDN: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>9</sup>IFDA: Ingestão de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>10</sup>ICT: Ingestão de Carboidratos não fibrosos; <sup>11</sup>INDT: Ingestão de nutrientes digestíveis totais. <sup>5</sup>IPB  $\hat{Y} = 1.1948 + 0.0018x$  (R<sup>2</sup> = 42.89%); <sup>6</sup>IEE  $\hat{Y} = 0.3804 + 0.0054x$  (R<sup>2</sup> = 99.33%); <sup>7</sup>IFDN (kg/dia)  $\hat{Y} = 3.4908 + 0.0490x$  (R<sup>2</sup> = 99.54%); <sup>8</sup>IFDN (%PV)  $\hat{Y} = 0.4540 + 0.0064x$  (R<sup>2</sup> = 99.72%); <sup>9</sup>IFDA  $\hat{Y} = 2.1260 + 0.0146x$  (R<sup>2</sup> = 97.80%)<sup>10</sup>ICNF  $\hat{Y} = 5.1860 - 0.0547x$  (R<sup>2</sup> = 99.33%)

A inclusão do resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) na dieta bovinos leiteiros não apresentaram interferência ( $P > 0,05$ ) para peso corporal (PC) e na ingestão de MS, MO e NDT conforme se incluiu se níveis de RUFM na dieta dos animais.

A ingestão de PB, EE, FDN e FDA apresentaram efeitos lineares crescentes ( $P < 0,05$ ), contudo a ingestão CNF caracterizou de maneira linear decrescente sobre efeito ( $P < 0,05$ ) em

bovinos leiteiros alimentados com dietas contendo níveis de fecularia de milho em inclusão na dieta.

As digestibilidades da MS, PB, EE, FDN, FDA, CNF assim como o NDT, não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de inclusão de RUFM nas dietas (Tabela 4).

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes (g/kg) em bovinos leiteiros alimentados com dietas, contendo resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM) em inclusão na dieta total

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					<sup>9</sup> EPM	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
DMS <sup>1</sup>	68,48	67,93	65,96	64,21	65,41	1,949	0,344	-	-
DMO <sup>2</sup>	74,23	74,45	73,07	69,53	70,47	1,995	0,123	-	-
DPB <sup>3</sup>	62,82	65,01	64,40	63,19	64,72	2,653	0,819	-	-
DEE <sup>4</sup>	76,32	78,32	74,89	67,79	72,21	3,870	0,286	-	-
DFDN <sup>5</sup>	46,40	48,38	49,96	51,18	54,11	3,467	0,403	-	-
DFDA <sup>6</sup>	47,35	46,38	45,37	45,03	47,37	3,906	0,817	-	-
DCNF <sup>7</sup>	92,91	92,36	94,01	90,79	86,28	4,289	0,617	-	-
NDT <sup>8</sup>	73,19	74,42	73,33	69,99	70,89	2,026	0,244	-	-

<sup>1</sup>DMS: Digestibilidade de Matéria Seca; <sup>2</sup>DMO: Digestibilidade de Matéria Orgânica; <sup>3</sup>DPB: Digestibilidade de Proteína Bruta; <sup>4</sup>DEE: Digestibilidade de Extrato Etéreo; <sup>5</sup>DFDN: Digestibilidade de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; <sup>6</sup>DFDA: Digestibilidade de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; <sup>7</sup>Digestibilidade de Carboidratos não fibrosos; <sup>8</sup>NDT: Nutrientes Digestíveis Totais; <sup>9</sup>EP: Erro Padrão.

Quanto aos níveis de inclusão de RUFM, O pH e  $\text{NNH}_3$  ruminais não foram influenciados ( $P>0,05$ ). Entretanto em relação aos tempos após a alimentação, o pH ruminal apresentou um efeito quadrático (Figura3) ( $P<0,01$ ). Dessa maneira ocorreu uma interação entre o RUFM e o tempo após a alimentação ( $P>0,05$ ). A concentração de N- $\text{NH}_3$  apresentou efeito quadrático (Figura 4) em relação ao tempo após a alimentação ( $P<0,01$ ).

A concentração de ácidos graxos voláteis totais (AGV) (Tabela 5) se caracterizou de maneira quadrática, apresentando os maiores valores próximos ao nível de 15% ( $P<0,05$ ). Obtendo assim um efeito dos níveis inclusão de RUFM na dieta de bovinos em manutenção, resultando em efeito quadrático para o acetato, propionato e butirato. A relação acetato propionato apresentou um efeito linear decrescente ( $P=0,034$ ) com a inclusão de níveis de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta.

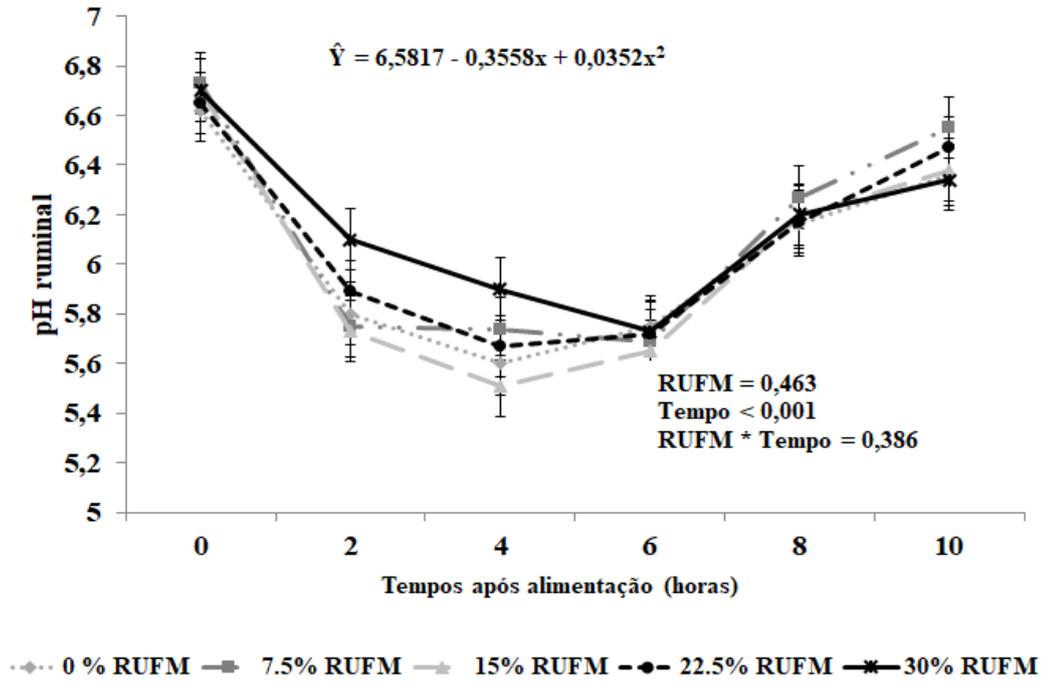


Figura 3. Valores de pH ruminal em bovinos leiteiros alimentados com níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho, em função do tempo após a alimentação

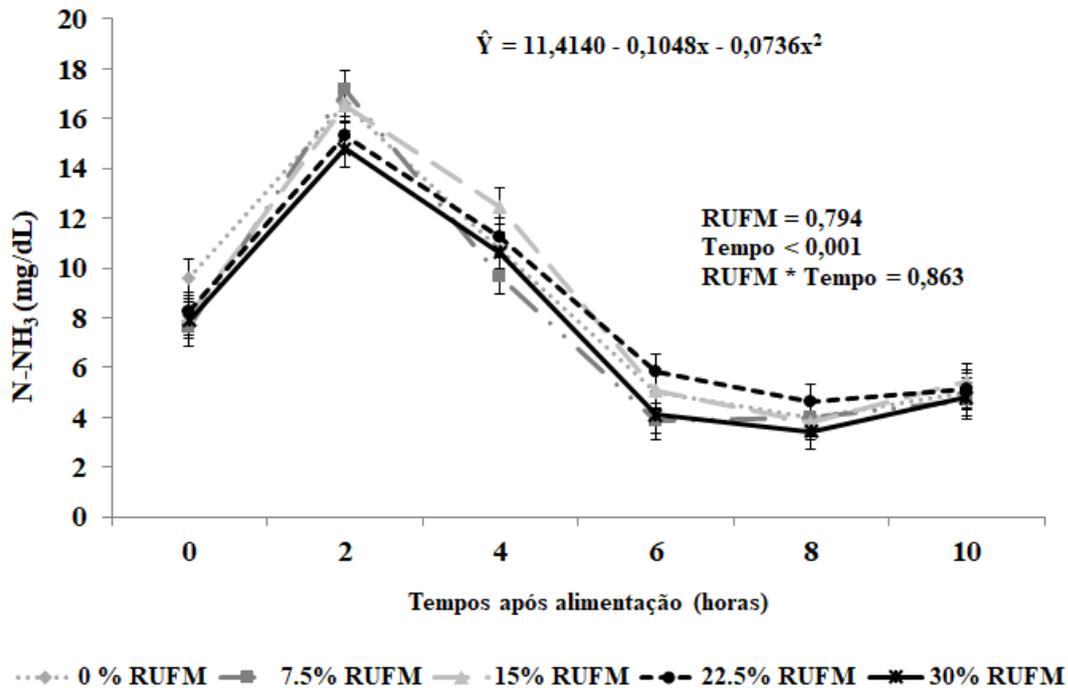


Figura 4. Valores de Nitrogênio Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) ruminal em bovinos leiteiros alimentados com níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho, em função do tempo após a alimentação

Tabela 5. Valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e Ácidos graxos voláteis ruminal de bovinos leiteiros, recebendo dietas, contendo níveis de inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho (RUFM)

Variáveis	Níveis de inclusão de RUFM (%)					EPM <sup>1</sup>	RUFM	Contraste	
	0	7,5	15	22,5	30			Linear	Quad.
pH <sup>2</sup>	6,05	6,12	6,03	6,10	6,13	0,13	0,430	-	-
N-NH (mg/dL)	8,50	7,84	8,58	8,41	7,62	0,74	0,795	-	-
AGV (mM) <sup>4</sup>	78,96	79,41	80,64	76,60	74,73	1,88	0,044	-	0,078
Ácidos graxos voláteis (% do AGV)									
Acetato <sup>5</sup>	71,78	68,87	68,97	68,69	71,08	0,79	0,028	-	0,001
Propionato <sup>6</sup>	17,51	16,52	17,32	17,25	18,22	0,40	<0,001	-	0,002
Butirato <sup>7</sup>	11,25	14,59	13,69	14,04	10,68	0,87	0,001	-	<0,001
Ac:Prop <sup>8</sup>	4,21	4,28	4,15	4,22	4,02	0,10	0,066	0,034	-

<sup>1</sup>EP: Erro padrão da média; <sup>2</sup>N-NH<sub>3</sub>: Nitrogênio amoniacal; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 80,3274 - 0,1503x$  (R<sup>2</sup>=56,41); <sup>5</sup> $\hat{Y} = 55,9019 - 0,1349x + 0,0008x^2$  (R<sup>2</sup>= 77,18); <sup>6</sup> $\hat{Y} = 13,7257 - 0,0373x + 0,0013x^2$  (R<sup>2</sup>=71,80); <sup>7</sup> $\hat{Y} = 9,2787 + 0,3998x - 0,0146x^2$  (R<sup>2</sup>= 98,11);

Os valores dos AGV em função do tempo (Figura 5) demonstraram um efeito quadrático (P<0,05) para o acetato e propionato, enquanto para os teores de o butirato, ocorreu uma interação entre tempo e tratamento, resultando em um efeito quadrático para maioria dos tratamentos (0; 7,5; 15 e 22%) porem não ocorreu efeito para o tratamento 30%. A relação acetato propionato teve efeito linear decrescente nos tempos avaliados.

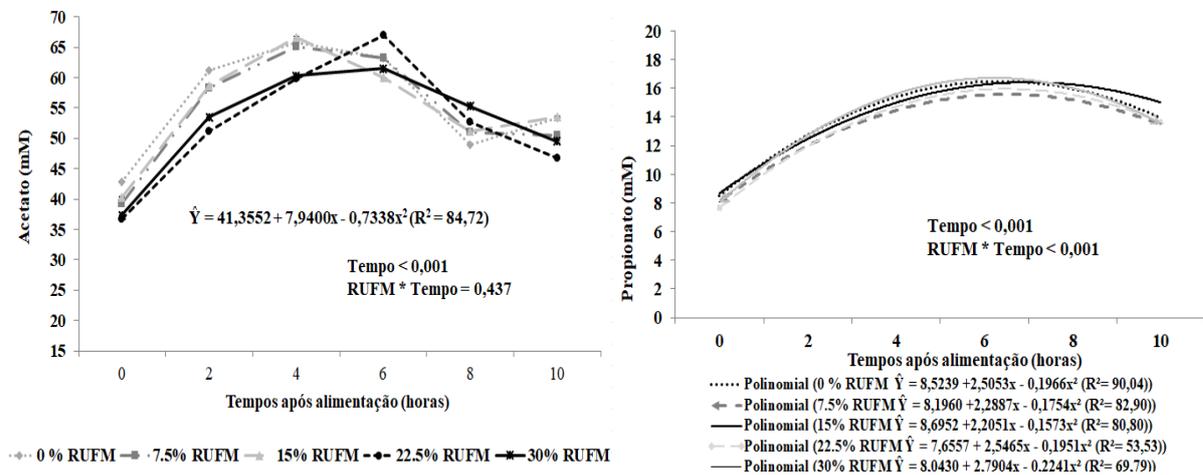


Figura 5. Concentração de Acetato e Propionato em bovinos em manutenção alimentados com Resíduo úmido de fecularia de milho em função do tempo após a alimentação

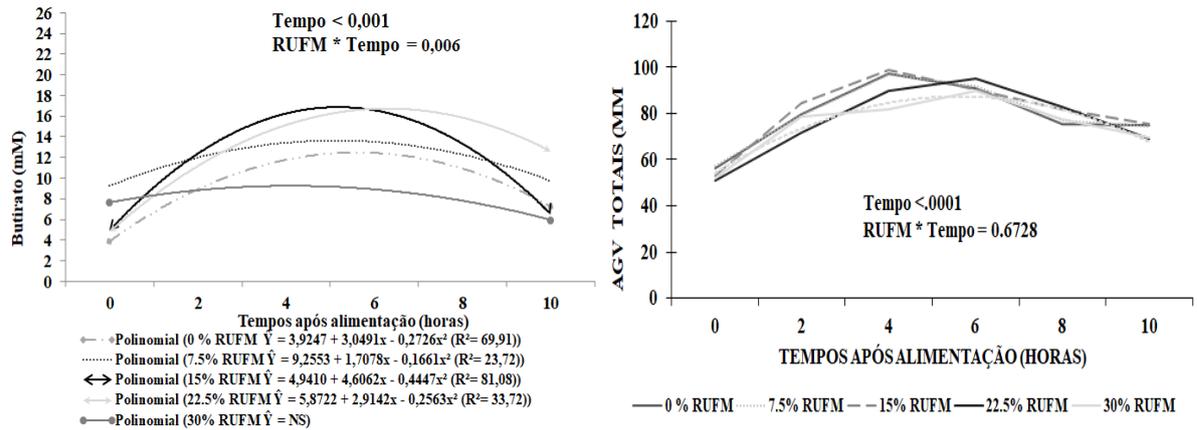


Figura 6. Concentração de Butirato e Ácido Graxos Voláteis Totais (AGV) em bovinos alimentados com Resíduo úmido de fecularia de milho em função do tempo após a alimentação

#### 4.4 Discussão

A inclusão de resíduo úmido de fecularia de milho na dieta de bovinos leiteiros em manutenção pode resultar em alterações na ingestão de nutrientes ocorrem como em outros subprodutos da indústria. Dependendo do nível e fonte a ser utilizada podem causar redução na ingestão. Esse efeito pode ocorrer devido à redução na palatabilidade e ao decréscimo da taxa de digestão (SANTOS, 2004; ROTGER 2006; SILVA et al., 20016). No entanto, no presente estudo não ocorreu redução de ingestão de MS.

Segundo o NRC (2000) e MERTENS (1994), onde a ingestão de dietas contendo em sua composição coprodutos de indústrias possa ter uma regulação do consumo voluntário, será estimada quando a densidade energética da dieta alcançar essa concentração, pois a demanda energética do animal poderá ser suprida em níveis menores de ingestão em rações com alto teor de energia.

A ingestão de PB, EE, FDN e FDA apresentam efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) conforme se teve a inclusão de níveis do RUFM na dieta, A ingestão de EE FDN aumentou devido aos maiores teores do RUFM, uma vez que ocorreu a extração de amido do milho o que concentra os teores de fibras também EE no RUFM.

Em relação a proteína é possível que o aumento tenha ocorrido devido as dietas isoproteicas e a ingestão de MS não foi influenciada. O fato ocorreu devido a uma solubilização da estrutura cristalina que recobre os grânulos de amido, resultando em uma maneira onde os nutrientes se tornariam mais acessíveis à degradação ruminal como descreve.

(NOCEK, 1988).

Para a ingestão de PB encontrou-se valores de 1,18 até 1,27 kg/dia, conforme os níveis de inclusão de RUFM nas dietas, valores esses próximos aos determinados por NEWMAN et al. (2015) (1,04 Kg/dia), PEREIRA et al. (2006) (1,63 Kg/dia) e DA SILVA et al. (2005) (1,13 Kg/dia), em que os autores avaliaram o consumo de nutrientes em bovinos mestiços confinados recebendo dietas com média de 13,43% PB e formuladas com 50% de volumosos e concentrados à base de milho e ureia.

A ingestão de FDN e FDA tiveram um aumento nas dietas conformes os níveis de RUFM, o que pode ser explicado por uma maior presença destes nutrientes na sua composição. Segundo VAN SOEST (1994), dietas com teores com elevada porção fibrosa, podem resultar em um efeito de enchimento ruminal, ocasionando uma redução na taxa de passagem favorecendo com o aumento de permanência dessa porção no rúmen e consequentemente alterando a digestibilidade dos alimentos.

No entanto, a maior ingestão de FDN e FDA não influenciaram na DFDN e DFDA devido a atender as necessidades nutricionais dos animais uma vez que, os parâmetros de fermentação ruminal não foram influenciados pelos níveis de inclusão de RUFM na dieta de bovinos.

A utilização de RUFM para esse estudo, embora tenha aumentado a ingestão de FDN, esta fração não é fisicamente efetiva de modo que não exerceu efeito na ingestão da MS, contudo não houve efeito na digestibilidade dos nutrientes, uma vez que estabeleceu um controle sobre a ingestão em 1,5% do PV.

A redução na ingestão dos CNF com os níveis crescentes de resíduo úmido de fecularia de milho ocorreu devido às características desse subproduto, pois o mesmo sofre uma diminuição da concentração dos carboidratos solúveis e grande parte de amido, onde a principal CNF é removida no seu processamento.

A redução dos componentes fibrosos dos alimentos proporcionado pela técnica de maceração e industrialização do milho, e descritos por Moura et al. (2014), onde poderá ocorrer uma implicação positiva ou negativa na ingestão dos eventuais ingredientes e das dietas, visto que o processo industrial pode alterar não somente a estrutura da parede celular, como também solubilizar a fração fibrosa dos alimentos conforme descritos por (SANTOS et al., 2013; McDONALD et al., 1991).

A ausência de efeitos da inclusão de RUFM sobre as digestibilidades pode ser devido ao nível máximo utilizado, que não causou possivelmente alterações a nível ruminal e assim, não reduziu degradação dos alimentos, como não influenciou na taxa de passagem no trato gastrointestinal.

Os valores de digestibilidade observados (Tabela 4) referentes à digestibilidade da MS e MO (66,40 e 72,35% respectivamente), permaneceram próximos aos encontrados por HARMISON et al (1997), os quais encontraram DMS e MO de 69,2 e 69,6% respectivamente, para dietas contendo farelo de glúten de milho em vacas lactantes e WEIDNER e GRANT (1994), que encontraram DMS e DFDN de 72,2% e 60,5% respectivamente, em novilhos confinados alimentados com níveis de carboidratos e fontes nitrogenadas. De acordo com FIRKINS (1997), a DFDN de alguns coprodutos como farelo de glúten de milho úmido e farelo de glúten de milho seco são mais digeríveis no rúmen do que o FDN de forragem como a silagem de milho.

Com relação ao pH ruminal não se verificou efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão de RUFM na dieta, entretanto houve um efeito quadrático ( $P<0,05$ ) perante ao tempo após a ingestão. A variação ao longo do dia é ocasionada pela disponibilidade da dieta e a velocidade a qual se ocorreu a ingestão dos alimentos, ocorrendo assim a redução do pH entre duas e seis horas após a alimentação, elevando-se novamente em períodos mais longos ao fornecimento de alimento (VAN SOEST, 1994).

Os valores de pH ruminal, se mantiveram independentemente do nível de inclusão de RUFM na dieta, permanecendo na faixa de 6 a 7, considerado adequado para manter a população fibrolítica e sem ocorrência de acidose ABDELA (2016) e colaborando com valores de BARBOSA et al. (2003), o qual, descreve que o comportamento fisiológico normal do pH de bovinos para otimização da taxa de digestão ruminal e de degradação da parede celular da fibra, apresenta variação de 5,5 a 7,0, valores próximos ao presente estudo.

Os teores de N-NH<sub>3</sub> ruminal não foram influenciados pelos níveis de inclusão de RUFM, demonstrando que não ocorreu efeito de redução na degradação da proteína, Segundo SILVEIRA et al., (2009), é necessário realizar a avaliação da concentração de N-NH<sub>3</sub> uma vez que a mesma proporciona a estabilidade da produção, absorção e utilização de amônia pelos microrganismos. Segundo NOLAN; DOBOS (2005) a degradabilidade da proteína bruta dietética se apresenta com seu o pico de nitrogênio amoniacal entre duas a quatro horas após

a alimentação, valores esses semelhantes ao encontrados durante o estudo.

Sendo assim a concentração média de N-NH<sub>3</sub> das dietas experimentais nesse estudo foi de 8,12 mg dL<sup>-1</sup>, ficando abaixo dos sugeridos e discutidos pela literatura. Uma vez, que SILVEIRA et al. (2002) relataram que a maximização da fermentação ruminal ocorre com níveis de N-NH<sub>3</sub> entre 19 e 23 mg dL<sup>-1</sup>, já VAN SOEST (1994) afirmou que 10 mg dL<sup>-1</sup> seria o suficiente para manter a síntese microbiana. Segundo MAEDA et al. (2007) a concentração ideal de N-NH<sub>3</sub> para maximizar a síntese microbiana é discutível uma vez que a disponibilidade de carboidratos fermentáveis é o fator determinante para se avaliar os teores ideais de N-NH<sub>3</sub>.

A redução linear nas concentrações de AGV totais pode estar relacionada a redução na ingestão de CNF a medida que aumentou os níveis de RUFM na dieta. Quanto ao efeito do tempo quadrático do acetatoeopropionato após a alimentação, pode ser relacionado com o início do processo de colonização e aderência pelos microrganismos ao substrato (BERGMAN, 1990). Assim, após concluída a colonização (horas), os microrganismos aderidos ao substrato realizam a hidrólise da celulose, hemicelulose, carboidratos solúveis e amido, liberando os monômeros, os quais são fermentados em AGV, aumentando a concentração destes aproximadamente 2 a 4 horas após a ingestão.

Os principais AGV's formados no rúmen são acetato, propionato e butirato, sendo que o propionato é o principal precursor de glicose em ruminantes. Em torno 20 a 25% dos AGV para crescimento, sendo uma parte perdida na forma de metano, e os 70 a 80% restantes são absorvidos no rúmen podendo ser convertido em glicose no fígado e utilizados pelo animal como fonte de energia (BOWMAN 1988).

A média referente à proporção de ácido acético e propiônico em relação aos AGV totais foram 69,88 e 17,43%, respectivamente, estando dentro da faixa de normalidade citada por Berchielli et al. (2006) para o ácido acético (54-74%) e para o ácido propiônico (16-30%), demonstrando fornecimento equilibrado de substratos para a fermentação no rúmen, principalmente de carboidratos fibrosos e não fibrosos.

#### **4.5 Conclusão**

A utilização de resíduo úmido de feccularia de milho em níveis de inclusão de até 30% reduziu a produção de AGV totais, mas não alterou a ingestão e a digestibilidade dos

nutrientes, o pH ruminal e a concentração de nitrogênio amoniacal, podendo ser utilizado na alimentação de bovinos em manutenção.

#### 4.6 Referências Bibliográficas

- ABDELA, N. Sub-acute ruminal Acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global perspective. **Achievements in the life sciences**, n. 10, 187196, 2016.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed., Arlington: AOAC International, 1990. 1025p.
- BARBOSA, J.D.; ÁVILA, S.C.; DIAS, R.V.C.; PFEIFER, I.B.; OLIVEIRA, C.M.C. Estudo comparativo de algumas provas funcionais do fluido ruminal e de metabólitos sanguíneos de bovinos e bubalinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 23(1):33-37, 2003.
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep. 2:583p, 2006.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**. 70(2):567-590, 1990.
- BOWMAN JGP, Paterson JA. Evaluation of corn gluten feed in high-energy diets of sheep and cattle. **Journal of Animal Science**.; 66(10332):2057-2070, 1988.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F, Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 37(2):335-342,2008.
- CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.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**. 30(6):1837-1856, 2001.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D.; GALYEAN, M.L.. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**. 63:1476-1483, 1986.
- DA SILVA, B. C.; PEREIRA, O. G.; PEREIRA, D. H. et al. Consumo e Digestibilidade Aparente Total dos Nutrientes e Ganho de Peso de Bovinos de Corte Alimentados com Silagem de *Brachiaria brizantha* e Concentrado em Diferentes Proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1060-1069, 2005.
- ERDMAN, R.A. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. Pages 210219 in *Silage Production*.1993.
- EDMONSON, A.J.; LEAN, I.J.; WEAVER, L.D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.1, p.68-78, 1989.

FERRARETTO, L. F.; TAYSOM, K.; TAYSOM, D. M. et al. Relationships between dry matter content, ensiling, ammonia-nitrogen, and ruminal in vitro starch digestibility in highmoisture corn samples. **Journal of Dairy Science**, v.97, n.5, p.3221-3227, 2014.

FIRKINS JL. Effects as feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion **Journal of Dairy Science**; 80 (7): 1426-1437.1997.

HARMISON ML, EASTRIDGE, FIRKINS JL. Effect of percentage of dietary forage neutral detergent fiber and source of starch on performance of lactating jersey cows. **Journal of Dairy Science**.; 80:905–911.1997.

WEIDNER J, GRANT RJ. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**; 77:513-521 1994.

HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Animal Science**. 68:3832-3842.1990.

LAZARO, C.Z. **Obtenção e caracterização filogenética de consórcio de bactérias fototróficas púrpuras não-sulfurosas consumidoras de ácidos orgânicos visando a produção de hidrogênio em reator anaeróbico de batelada**. 127 f. Dissertação (Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo. São Carlos, São Paulo, 2009.

MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V.; BEST, J.; PRADO, I.N.; MARTINS, E.N.; KAZAMA, R. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes níveis de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 36(3):716-726,2007. McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage. 2ed. Marlow: **Chalcombe Publications**, 340p.1991.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. Proceedings... Wisconsin:. p.450-493.1994

MOURA, A. M.; FREITAS, H. P.; MENDES, I. A. P. et al. Processamento do milho para vacas leiteiras em pastejo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.6, p.1813-1821, 2014.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA, D. N.; UENO, R. K. et al. Desempenho, digestibilidade da matéria seca e comportamento ingestivo de novilhos holandeses alimentados com diferentes dietas em confinamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.1623-1632, 2015.

NOCEK, J. E.; RUSSELL J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070, 1988.

NOLAN, J.V.; DOBOS, R.C. Nitrogen transactions in ruminants. In: **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J.(eds). 2ed. 177-206.2005

- NRC National Research Council. Nutrient requirements of domestic animal. Nutrient requirements of dairy cattle, 7.ed.revisada Washington: **National Academy of Science**, , 408p. 2001
- PEREIRA, D. H.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. de C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006
- PEREIRA, M. N. III Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro. In: PEREIRA, M. N.; PEREIRA, R. A. Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. 142p, 2014.
- ROTGER, A.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S. et al. Effects of nonstructural carbohydrates and protein sources on intake, apparent total tract digestibility, and ruminal metabolism in vivo and in vitro with high-concentrate beef cattle diets. **Journal Animal Science**, v.84, p.1188–1196, 2006.
- SANTOS, S. D. M. C. et al. In vitro gas production of corn silage inoculated with different level of *Lactobacillus buchneri*. IN: REUNIAÕ ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 50, 2013, Campinas. **Anais...Campinas: SBZ**, 2013.
- SILVA, C. J. da; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, T. S. et al. Características do amido do grão de milho processado por reconstituição e moagem para uso na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.4, p.710-718, 2016.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; MESSANA, J.D.; FERNANDES, J.J.R.; Pires, A.V. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade in situ, os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 38(3):570-579, 2009
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D.; SALMAN, A.K.D.; ANDRADE, P.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R.. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31(2):793-801.2002.
- 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**. 70(1):3562-3577.1992.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A.. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**. 18:104-111.1963.
- VARGAS JUNIOR, F. M. de; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S. et al. Influência do processamento do grão de milho na digestibilidade de rações e no desempenho de bezerras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2056-2062, 2008.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.V. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York:. p.476.1994

VAN SOEST, P.J. 1. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Ithaca: **Cornell University Press**.1994

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa, MG, 1980, 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

XIN, H. S.; SCHAEFER, D. M.; LIU, Q. P. Effects of Polyurethane Coated Urea Supplement on In vitro Ruminant Fermentation, Ammonia Release Dynamics and Lactating Performance of Holstein Dairy Cows Fed a Steam-flaked Corn-based Diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.4, p.491-500, 2010.

YANG, J. Y.; SEO, J.; KIM, H. J. et al. Nutrient Synchrony: Is it a Suitable Strategy to Improve Nitrogen Utilization and Animal Performance? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, n.7, p.972-979, 2010.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resíduo úmido de fecularia de milho concentrado energético e pode ser utilizado na alimentação de vacas da raça Holandês primíparas em lactação, bem como em bovinos em manutenção, porém seu armazenamento deve ser adequado, em locais arejados e com controlado teor de umidade, evitando perdas ou contaminações em seu produto final e na sua composição.

A utilização do resíduo úmido de fecularia de milho em inclusão na dieta surge como uma alternativa na alimentação de vacas da raça Holandês primíparas lactantes, apresenta como característica a elevação do retorno econômico ao produtor por atender as necessidades energéticas quando o mesmo for utilizado na forma de inclusão e ainda por contribuir para uma produção animais sustentáveis através do reaproveitamento dos resíduos agroindustriais.

O resíduo úmido de fecularia de milho em níveis de inclusão pode reduzir a produção de AGV totais, mas não alterou a ingestão e a digestibilidade dos nutrientes, o pH ruminal e a concentração de nitrogênio amoniacal, podendo assim ser utilizado na alimentação de bovinos em manutenção.

Contudo, pelo fato de a matéria-prima não possuir homogeneidade, este resíduo necessita de análise de sua composição bromatológica antes de ser acrescentado às dietas na formulação de rações. A utilização do RUFM é uma alternativa para produtores que visam reduzir os custos relacionados à alimentação de ruminantes e manter os níveis produtivos.

Porém, devem-se respeitar os níveis adequados de inclusão deste resíduo na dieta de bovinos, garantindo desempenho adequado dos animais. Sugere-se mais estudos a serem realizados a fim de proporcionar níveis adequados na dieta a fim de minimizar alguns efeitos em sua utilização sobre o desempenho animal.