

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Substituição do milho por grão de arroz integral na dieta de vacas em lactação**

**Rudolf Brand Scheibler**

Pelotas, 2014

Rudolf Brand Scheibler

Substituição do milho por grão de arroz integral na dieta de vacas em lactação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de concentração: Produção e Nutrição de Ruminantes).

Orientador: Prof. Dr. Jorge Schafhäuser Junior

Co-orientadores: Dr. Jamir Luís Silva da Silva

Prof. Dr. José Laerte Nörnberg

Pelotas, 2014

Dados internacionais de publicação

S318s Scheibler, Rudolf Brand

Substituição do milho por grão de arroz integral na dieta de vacas em lactação / Rudolf Brand Scheibler. - 62f. - Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Área de concentração: Produção e Nutrição de Ruminantes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2014. - Orientador Jorge Schafhäuser Junior ; co-orientador Jamir Luís Silva da Silva e José Laerte Nörnberg.

1.Zootecnia. 2.Alimentos para animais. 3.Produção de leite. 4.Composição do leite. 5.Eficiência alimentar. 6. Perfil metabólico. 7. Grão de arroz. I. Schafhäuser Junior, Jorge. II.Silva, Jamir Luís da. III. Nörnberg, José Laerte. IV. Título.

CDD: 636.2085

Catálogo na fonte: Maria Beatriz Vagheti Vieira - CRB-10/1032  
Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

**Banca examinadora:**

Prof. Dr. Jorge Schafhäuser Junior (Presidente) - EMBRAPA CLIMA  
TEMPERADO

Prof.Dr. João Pedro Velho – Universidade Federal de Santa Maria

Prof.(a) Dr. Ione Maria Pereira Haygert Velho–Universidade Federal de Pelotas

Prof. (a) Dr. Isabella Dias Barbosa Silveira, Universidade Federal de Pelotas

*Aos meus pais Jacó Scheibler e Doralisa Brand Scheibler, minha irmã Sofia Brand Scheibler, a minha companheira Maria Cristina Pereira Lascombe e a todos meus verdadeiros amigos pelo amor, apoio, incentivo e confiança depositada. Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por me dar forças nas horas mais sofridas, me fazer acreditar que nem tudo está perdido e que as coisas acontecem do jeito que devem ser.

À minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão durante todo o tempo, especialmente aos meus pais, Jacó e Doralisa, minha irmã Sofia que não mediram esforços para que eu conseguisse chegar até aqui, mesmo nos vários momentos de dúvidas e incertezas. Sei que não teria conseguido se não fosse pelo carinho e ensinamentos recebido de vocês em todos os momentos.

A minha companheira, Maria Cristina Pereira Lascombe pelo apoio nas horas em que mais precisei, por compreender minhas limitações estando sempre ao meu lado para que juntos pudéssemos superar mais esta etapa muito importante em minha vida.

Um agradecimento mais que especial para meu orientador, Jorge Schafhäuser Jr. que assumiu comigo o compromisso da orientação, e por mais que dificuldades tenham aparecido esteve sempre disposto a “fazer acontecer”, por me mostrar que não sou o mais teimoso e difícil de convencer, muito obrigado, acredito que aprendi muito contigo e que temos um belo caminho pela frente, sabes que pode contar comigo para o que precisar.

Ao professor, orientador e amigo José Laerte Nörnberg por me dar um voto de confiança e permitir meu crescimento pessoal e profissional, sei que hoje tenho muito do senhor no meu jeito de ser, e isto me orgulha.

Agradeço a oportunidade de poder dizer que sou teu amigo, Fábio Antunez Rizzo, muito obrigado por saber lidar e entender um cara cabeça dura como eu, sei que esta parceria foi fundamental para que chegássemos até aqui e com certeza nos levará ao esperado. Um baita reconhecimento a toda tua família, Maria, João Vitor, Dona Nossentina, Danilo, Ane, que me fazem sentir fazer parte dela, muito obrigado pela força, carinho, atenção com que me trataram neste período em que realmente me mudei para o condomínio Rizzo.

Ao meu orientador Jamir Silva da Silva, pela parceria, ensinamentos e confiança durante este período de muito trabalho.

A família Embrapa, não existe palavras para descrever como se é bem recebido e tratado na Estação Terras Baixas. Agradeço em especial a Dadá, por mais que tudo ser uma segunda mãe, isso traduz todo carinho que nos dá cada dia. Aos demais colegas de LABNUTRI, Léster, Raquel, João ecológico, Régis, etc., obrigado pela parceria e apoio. Muito obrigado aos companheiros do SISPEL, Ednilson, Julio, Guaraci, Rogério, Gilson, Álcio, Christiano, pelas conversas, rizadas, e principalmente pela ajuda durante dias de experimento. Aos demais componentes da família, Pingo, Alda, Zé do álcool, Jussara, Faustini e outros pelos quebra galhos e principalmente por tornarem o dia-dia sempre melhor e agradável.

Se tiver uma turma que não pode ser esquecida são os estagiários, que é de conhecimento geral que sem os melhores nada teria acontecido obrigado Vitor, Lívia, Gustavo, Patrícia, Joel, Daiana e outros por estarem à disposição e trabalharem muito para que as coisas realmente aconteçam. Cada um sabe o quão importante foram para que minhas manias fossem concretizadas, tenho de vocês mais que uma parceria e sim uma amizade que levarei para sempre.

Ao meu amigo, colega de trabalho, parceiro científico, Diego Prado de Vargas pela força e ajuda a qual empregou durante estes anos que trabalhamos juntos.

A minha grande amiga Ana Paula Binato de Souza, que me atura há uns quantos 6 anos e sempre esteve disposta a me ajudar no que fosse necessário, a sua família, incluindo o gordinho pelo especial carinho em mim depositado.

Aos demais amigos que seguem às vezes mesmo que distante do meu lado, não teria palavras para agradecer e descrever o quanto são importantes em minha vida, espero poder retribuí-los principalmente estando presente na vida de vocês também.

Obrigado a todos!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

## Resumo

SCHEIBLER, Rudolf Brand. **Substituição do milho por grão de arroz integral na dieta de vacas em lactação**. 2014. 60f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS.

Foram avaliados os efeitos da substituição do grão de milho por grão de arroz integral sem casca na dieta de vacas Jersey em lactação. Foram testados os níveis zero, 33, 63 e 100% de inclusão de arroz. Utilizou-se oito vacas distribuídas em um duplo quadrado latino. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos para consumo de matéria seca, e seus constituintes nutricionais exceto para consumo de extrato etéreo, em função menor participação deste no grão de arroz. Da mesma maneira não foram detectados efeitos nas digestibilidades aparentes, na produção e composição do leite, na eficiência alimentar assim como no perfil metabólico sanguíneo, evidenciando que o grão de milho como fonte energética pode ser substituído em até 100% por grão de arroz integral sem casca, sem causar efeitos produtivos e/ou metabólicos em vacas em lactação. Para utilização desta nova fonte energética deve-se avaliar sua viabilidade perante as condições de mercado.

**Palavras-chave:** alimentos para animais, composição do leite, eficiência alimentar, grão de arroz, perfil metabólico, produção de leite.

## **Abstract**

**SCHEIBLER, Rudolf Brand. Replacing corn with brown rice grain in the diet of lactating cows. 2014 60f. Thesis (Master). Postgraduate Program in Animal Science. Federal University of Pelotas, Pelotas - RS.**

The effects of replacing corn grain by brown rice grain to lactating Jersey cows were evaluated. Zero, 33, 63 and 100 % of rice inclusion levels were tested with eight cows, distributed in a double latin square. No differences were observed ( $p > 0.05$ ) between treatments for DMI and its nutritional constituents, except for EEI due its lesser concentration in rice. Likewise were not detected effects on apparent digestibility, milk production and composition, feed efficiency as well as in blood metabolic profile, showing that the grain corn as an energy source can be replaced until 100% by brown rice grain without productive and metabolic effects to lactating cows. The usage of this new energy source must consider the market condition in opposite to other tradicional sources to dairy cows.

**Keywords:** animal feeding, blood profile, feed efficiency, milk production, milk composition, rice grain.

## **Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Cronograma detalhado do projeto de pesquisa.....	29
<b>Figura 2.</b> Orçamento do projeto de pesquisa.....	30

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Composição das dietas experimentais consumidas.....	34
<b>Tabela 2.</b> Composição bromatológica das dietas experimentais.....	34
<b>Tabela 3.</b> Composição Bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais..	35
<b>Tabela 4.</b> Composição das dietas experimentais consumidas.....	58
<b>Tabela 5.</b> Composição bromatológica das dietas experimentais.....	58
<b>Tabela 6.</b> Composição Bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais..	59
<b>Tabela 7.</b> Consumo de matéria seca (CMS) matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), cálcio (CCa), nutrientes digestíveis totais (CNDT).....	59
<b>Tabela 8.</b> Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS) matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF) e os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida para lactação (NEL).....	60
<b>Tabela 9.</b> Médias de produção de leite (PL) (kg/dia), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC 4%) (kg/dia) e eficiência alimentar em kg leite/kg de MS consumida para leite in natura (EA), leite corrigido para 4% de gordura (EA 4%), também eficiência alimentar em kg de leite produzido/kg de FDN (EA FDN).....	60

**Tabela 10.** Médias por tratamento dos teores (g/kg) e produções (kg/dia) de gordura, proteína total, lactose, minerais, sólidos totais e a contagem de células somáticas (CCS) do leite produzido..... 61

**Tabela 11.** Efeito da inclusão de arroz na concentração de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), uréia (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e ácidos graxos não esterificados (AGNE) (mmol/L)..... 61

## Sumário

<b>AGRADECIMENTOS .....</b>	<b>4</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>8</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>9</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>10</b>
<b>Lista de tabelas.....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>17</b>
2.1. Arroz integral na dieta de ruminantes.....	17
2.2. Referências Bibliográficas.....	18
<b>3. PROJETO DE PESQUISA (MESTRADO).....</b>	<b>20</b>
3.1. Caracterização do Problema.....	21
3.2. Objetivos e Metas.....	23
3.3. Metodologia.....	23
3.4. Resultados e Impactos esperados.....	26
3.5. Participantes do projeto .....	26
3.6. Colaboradores e parceiros .....	27
3.7. Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para o desenvolvimento do projeto .....	27
3.8. Recursos financeiros de outras fontes aportados por parceiros .....	28
3.9. Aspectos Éticos .....	29
3.10. Cronograma de atividades do projeto .....	29
3.11. Orçamento Detalhado .....	30
3.12. Referências Bibliográficas .....	31
<b>4. RELATÓRIO DE TRABALHO DE CAMPO.....</b>	<b>32</b>
4.1. Local e instalações.....	32
4.2. Animais.....	33

4.3. Período experimental.....	33
4.4. Tratamentos e dietas experimentais.....	33
4.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	35
4.6. Manejo experimental.....	35
4.7. Análises e avaliações.....	38
4.8 Referências Bibliográficas.....	40
<b>5. ARTIGO.....</b>	<b>42</b>
Resumo.....	43
Introdução.....	44
Material e metodos.....	46
Resultados.....	50
Discussão.....	50
Conclusão.....	55

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país, não asiático, com maior produção e consumo de arroz. Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013), para a safra 2012/13 tem-se uma estimativa da produção nacional em torno de 12,35 milhões de toneladas sendo o estado do Rio Grande do Sul responsável por mais de 60% da produção brasileira e principal responsável por evitar o declínio da produção nacional absoluta.

A despeito das oscilações do mercado e climáticas, a série histórica da produção brasileira de arroz vem apresentando crescimento, sendo justificado pela elevação da produtividade das áreas cultivadas. Neste contexto o aumento da população brasileira vem sendo acompanhado por uma redução no consumo per capita do cereal, consequência de uma série de modificações nos padrões e hábitos de consumo observados na população. Esse fato mantém a demanda total de arroz relativamente estável (aproximadamente 12 milhões de toneladas).

Em relação à balança comercial, historicamente o país tem apresentado tendência de *déficit*, exibindo, no entanto, saldo positivo nas safras 2011/2012 e 2012/2013. A elevação da produção nacional, somada às históricas importações, principalmente dos países do Mercosul, predispõe à ocorrência de maior disponibilidade do produto no mercado. Uma vez a oferta sendo maior que a demanda, os preços do produto tendem a cair e, de forma geral o produtor é o mais afetado por ter a menor margem de comercialização nas negociações efetivadas nos elos ao longo da cadeia, esta queda em algumas situações pode ser tanta que nem mesmo os custos de produção são atendidos.

A diversificação do uso do arroz pode ampliar a quantidade utilizada, equilibrando a relação entre a oferta e demanda, no longo prazo. Com este intuito os agentes da cadeia produtiva orizícola vem fomentando a utilização do arroz na indústria cosmética, na elaboração de bebidas, produção e geração de energia alternativa, síntese de novos produtos alimentícios. Mais recentemente, zootecnistas

e outros profissionais da esfera da nutrição animal, vem pesquisando e incentivando o aproveitamento do arroz como componente da fração energética das dietas de animais de produção, dentre elas os bovinos leiteiros.

Tradicionalmente alguns coprodutos da industrialização do arroz, como as quirelas, farelo de arroz integral e desengordurado, são utilizados como ingredientes da formulação de dietas para animais domésticos. Entretanto, com o estímulo à ampliação da diversificação do uso do grão arroz, este passou a fazer parte do cenário da produção animal, constituindo-se em uma alternativa aos cereais tradicionalmente utilizados em dietas de animais de produção, principalmente tratando-se daquele grão considerado de baixa qualidade pela indústria alimentícia humana.

Alternativas alimentares para ruminantes, em especial para bovinos leiteiros, são determinantes para a margem de lucro das unidades produtoras e da mesma maneira, alternativas para os produtores de arroz, quanto ao escoamento do produto, que possam ser comercializados junto a outras unidades produtoras, bem como agregar valor ao produto, convertendo-o em carne e leite na própria propriedade, em sistemas que integrem a atividade agrícola e de produção leiteira, gerando ganhos recíprocos entre as duas atividades. Uma vez determinadas as bases técnicas que norteiem o uso do grão de arroz integral na alimentação de bovinos leiteiros, a opção do uso dos insumos tradicionais ou dessa potencial nova alternativa será determinado pela relação de preços entre eles.

Assim objetivou-se avaliar a inclusão de grão de arroz integral sem casca em substituição ao grão de milho na dieta de vacas em lactação, quanto à produção e composição do leite, consumo e digestibilidade aparente, eficiência alimentar e parâmetros sanguíneos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Arroz integral na dieta de ruminantes

O arroz (*Oryza sativa L.*) é mundialmente produzido para ser consumido por humanos. Entretanto, quando este não estiver dentro das especificações exigidas pela indústria, ou quando razões econômicas o permitirem, poderá ser utilizado na alimentação animal (BUTOLO, 2002).

Os recentes acontecimentos mercadológicos envolvendo a cadeia orizícola brasileira geraram o desafio de encontrar novas alternativas de utilização para este cereal. Concomitante a essa demanda criou-se no setor pecuário uma oportunidade de utilização de produtos mais nobres oriundos desta planta.

Essa disposição tornou o arroz integral um potencial e muito atrativo alimento para uso em ruminantes especialmente em regiões onde a produção de milho é limitada pelas condições edafoclimáticas, como na metade Sul do Rio Grande do Sul. O potencial deste grão como alimento pecuário ainda está sendo pesquisado e não é bem conhecido, mas cogita-se que níveis de produtividade semelhantes aos alcançados com o uso do milho possam ser atingidos.

O arroz integral é o grão descascado que não passa por processo de brunimento e polimento. Seu rendimento é cerca de 80% do peso do grão com casca.

De modo geral o arroz integral possui uma maior concentração de amido quando comparado ao milho, o que poderia melhorar sua digestibilidade em comparação àquele cereal. No entanto, além de outras frações do alimento poderem influenciar essa característica, a digestibilidade do amido existente no arroz é semelhante ao que compõem o milho (Chumpawadee et al., 2007). Pode-se esperar influência positiva dos teores de FDN e FDA do arroz, uma vez que os mesmos são em média menores do que os apresentados pelo milho.

Um dos aspectos intrínsecos do amido e que influencia na sua digestibilidade é sua relação amilose:amilopectina. Em média, no arroz, os teores de amilose correspondem a 20 – 24% do amido total e no milho estes níveis variam de 14 – 34%, reforçando mais uma vez o equilíbrio nutricional entre estes grãos (Jobim et al. 2003; Walter et al. 2008).

Embora os níveis de extrato etéreo do milho sejam maiores, as características lipídicas tanto do milho quanto do arroz são semelhantes. Os ácidos graxos de maior abundância no grão de arroz são o ácido palmítico (16:0), oleico (18:1) e linoleico (18:2) correspondendo respectivamente a 19,86; 41,02 e 34,74% e perfazendo cerca de 95% dos ácidos graxos presentes nos lipídios totais deste grão (Mano et al. 1999). No milho estes mesmos ácidos graxos também perfazem cerca de 95% dos ácidos graxos dos lipídios totais. No entanto, ocorre maior predominância do ácido linoleico com participação de aproximadamente 56% dos ácidos graxos. O ácido palmítico tem ocorrência de 12% enquanto que a do ácido oleico é de 29% (Novello, 2005).

Tanto no que se referem à quantidade, assim como a composição proteica, ambos os cereais também se equilibram. O aminoácido mais prevalente nestes grãos é o ácido glutâmico correspondendo a aproximadamente 20% dos aminoácidos totais do arroz e 17,5% dos aminoácidos totais do milho (Piao et al. 2002).

Não existem bibliografias concluindo sobre a quantidade de energia fornecida pelo arroz integral descascado em dietas para ruminantes. Porém se acredita que a energia seja muito semelhante àquela fornecida pelo milho, uma vez que a composição bromatológica dos dois alimentos é bastante semelhante. O teor total de fibra do milho tende a ser levemente mais elevado do que os apresentados pelo arroz e seu teor de amido é menor. Entretanto, estes contrapontos são, possivelmente, compensados pelo seu teor lipídico que é consistentemente maior.

## **2.2. Referências bibliográficas**

BUTOLO, J. E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. Botucatu/SP. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – 2002.

CHUMPAWADEE, S.; CHANTIRATIKUL, A.; CHANTIRATIKUL, P. Chemical compositions and nutritional evaluation of energy feeds for ruminant using *in vitro* gas production technique. *Pakistan Journal of Nutrition*, n. 6, p. 607 – 612, 2007.

JOBIM C.C.; BRANCO, A.F.; SANTOS, G.T. Silagem de grãos úmidos na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5, 2003. Anais...2003.p.357-376.

WALTER, M.; MARCHEZAM, E.; AVILA, L. A. de. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, n. 4, p. 1184 – 1192. 2008.

MANO, Y.; KAWAMINAMI, K.; KOJIMA, M.; OHNISHI, M.; ITO, S. Comparative composition of brown rice lipids (lipid fractions) of indica and japonica rices. *Bioscience Biotechnology And Biochemistry*, n. 63, p. 619 – 626. 1999.

NOVELLO, D. Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frango de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca. 2005. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná.

PIAO, X. S.; LI, D.; HAN, I. K.; CHEN, Y.; LEE, J. H.; WANG, D. Y.; LI, J. B.; ZHANG, D. F. Evaluation of Chinese brown rice as an alternative energy source in pig diets. ***Asian-Australian Journal Animal Science***, n. 1, p. 89 – 93. 2002.

### **3.PROJETO DE PESQUISA (MESTRADO)**

**TECNOLOGIAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA: NOVAS  
FORMAS DE USO DO ARROZ NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL**

(Código do projeto: 4191)

### **3.1.Caracterização do Problema**

Com o aumento de produção e produtividade da cultura do arroz, que vem acontecendo de modo quase que linear nos últimos 30 anos, a tendência do mercado é cada vez mais tornar-se seletivo aos produtos de melhor qualidade. Além disso, o modo de vida contemporâneo tem levado principalmente a população urbana, a novos hábitos alimentares, que muitas vezes eliminam ou reduzem a participação de arroz no cardápio cotidiano.

Durante o processo produtivo (lavoura) e períodos de armazenagem, o grão de arroz pode sofrer perdas de qualidade de diversas formas, relacionadas a fatores climáticos, de manejo, relacionados a equipamentos e maquinários, ao uso incorreto de fertilizantes, insumos, água, entre outros. O produto que não apresenta elevada qualidade de grãos pode encontrar maiores dificuldades de comercialização, além de terminar por ter seu valor final de venda reduzido por descontos ligados à qualidade.

Dentro do contexto atual da cadeia produtiva do arroz, assim como frente às perspectivas para os próximos anos, a tendência é que ocorram excedentes de produto, o que vem gerando uma pressão negativa sobre os preços, de modo que em determinados períodos o preço de comercialização encontra-se abaixo do preço mínimo estipulado pelo governo. Na safra 2009/2010, segundo dados de SOSBAI (2010), considerando a produção brasileira, somada às importações asiática e de parceiros do Mercosul, e abatidos o volume das exportações, houve um excedente próximo a 1 milhão de toneladas. Na safra 2010/2011 esse excedente atingiu cerca de 2,5 milhões de toneladas. A produção para a safra de 2011/2012, segundo IRGA, mesmo com redução na área plantada e problemas frente a estiagem ficou em torno de 7,7 milhões de toneladas. A crise do setor orizícola, pela desvalorização do produto é oriunda de uma demanda menor que a oferta, sendo esta com mais intensidade nos Estados do Sul do Brasil (RS e SC), que são responsáveis por mais de 70% da produção nacional. Somente o Rio Grande do Sul, mantendo uma escrita histórica, na última safra foi responsável por mais de 60% da produção brasileira de arroz, segundo dados do IRGA e FEDERARROZ.

Ao mesmo tempo em que a cadeia produtiva do arroz passa por uma crise, o setor lácteo, que tem grande participação do PIB agrícola do Estado do Rio Grande do Sul, importa milho de outros Estados da federação a preços condizentes com a

escassez atual do produto, devido à frustração de safras nos principais Estados produtores e à crescente utilização do milho para a produção de etanol, em outros países.

A estatística recente da produção de milho no Rio Grande do Sul (EMATER) mostram uma produção em torno de 3,3 milhões de toneladas, mostrando uma queda 42% em relação à safra passada, contra um consumo de cerca de 7 milhões.

Com base na análise do mercado, levando-se em consideração o passado recente, a atual conjuntura e as previsões para as próximas safras, é de fundamental importância à prospecção de novas alternativas de uso para o grão de arroz, sobretudo aquele produto com qualidade inferior que, por ser preterido pelo mercado consumidor, precisa ter uma alternativa de utilização, caso contrário, contribui negativamente para a estabilidade do setor.

Com o aumento da competitividade de mercado e a exigência por qualidade do produto, os nutricionistas buscam, cada vez mais, alimentos que atendam as necessidades nutricionais dos animais com redução no custo de produção, uma vez que a dieta representa a parte mais onerosa em uma criação de animais de produção, onde o concentrado representa mais de 50% do custo total, sendo que em dietas de vacas lactantes o milho perfaz aproximadamente 50-60% do concentrado.

O uso de alimentos alternativos ao milho é uma opção para a redução desses custos. No entanto, alguns fatores como a composição nutricional, a presença de princípios tóxicos e de fatores antinutricionais devem ser levados em consideração no momento da utilização dos mesmos na alimentação de uma determinada categoria animal. Uma característica é que o arroz apresenta um teor de amido entre 72 e 82%, segundo Freiet al. (2003), variando conforme o cultivar e o grau de processamento e que apresenta relação entre amilose e amilopectina diferente de outros cereais amiláceos, o que pode vir a modificar o processo digestivo ruminal. Além disso, o custo desse alimento deve ser considerado e comparado, não apenas no que se refere a custo por tonelada de ração, mas também no desempenho produtivo, qualidade do leite, condições metabólicas e digestivas que possam ocorrer devido à utilização deste ingrediente.

Nesse sentido, buscam-se alternativas alimentares para a alimentação de ruminantes, em especial para bovinos leiteiros, a fim de que se aumente a margem de lucro das unidades produtoras.

Também se busca alternativas para os produtores de arroz, de forma a dar-lhes opções quanto à comercialização do arroz produzido, podendo este ser vendido a outras unidades produtoras bem como agregar valor ao produto transformando este em carne e leite na própria propriedade, sistemas que integrem a atividade agrícola e de produção leiteira, com potencial de geração de ganhos recíprocos entre as duas atividades. Uma vez determinadas as bases técnicas que norteiem o uso do arroz integral na alimentação de bovinos leiteiros, a opção do uso dos insumos tradicionais ou dessa potencial nova alternativa será determinado pela relação de preços entre eles.

### **3.2.Objetivos e Metas**

Estabelecer recomendações para a utilização do arroz integral descascado não polido na alimentação de vacas em lactação em substituição às fontes de carboidratos tradicionalmente utilizadas para a composição de dietas, com base no desempenho animal e viabilidade econômica do uso de forma a estabelecer níveis ótimos de substituição do milho grão, podendo este ser utilizado como parâmetro para outras categorias e espécies de ruminantes.

Os resultados gerados por este projeto irão balizar uma nova possibilidade da utilização do grão de arroz na alimentação animal, reduzindo os impactos negativos dos excedentes de arroz no mercado.

A possibilidade do uso do arroz integral sem casca não polido para alimentação de ruminantes, abre a possibilidade do uso, em sistemas de produção que trabalhem com as atividades agrícola e pecuária de forma integrada, diretamente na propriedade, agregando valor ao arroz pela sua transformação em carne e leite, desonerando o produtor do desembolso para aquisição de milho.

### **3.3.Metodologia**

O experimento de campo será conduzido no Sistema de Pecuária de Leite – SISPEL, localizado na Estação Experimental de Terras Baixas (EETB) da EMBRAPA Clima Temperado, situada no município de Capão do Leão – RS.

Sendo utilizadas 8 vacas Jersey PO, distribuídas em dois quadrados latinos, selecionadas a partir de rebanho de cerca de 60 animais, estarão entre a segunda e

a quarta lactação, com datas de parição distintas mas aproximadas, produzindo em média, 20kg de leite, sendo 30kg no pico da lactação, com peso vivo médio de 450kg, mantidas em galpão *freestall*, individualmente com disponibilidade de água. Os períodos experimentais serão de 15 dias, sendo os primeiros 10 dias de adaptação às dietas e os últimos cinco dias de cada período para realização das coletas. Cada animal será considerado como uma parcela experimental.

As vacas serão ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, com intervalo de 10 horas entre a ordenha da manhã (7h e 30min.) e a tarde (17h e 30min.), sendo as produções individuais de leite medidas em cada ordenha para efeito de controle experimental.

Diariamente, antes de iniciar a ordenha, serão realizados testes com a caneca de fundo preto para verificação da presença de mastite clínica, e, mensalmente será feito o teste de CMT (California Mastitis Test) para verificação de mastite subclínica.

No início da fase experimental e ao final de cada período as vacas serão pesadas durante dois dias consecutivos, sendo a média utilizada como a média de cada período.

As dietas serão formuladas levando em consideração o peso dos animais, e uma estimativa do seu potencial de produção. Serão testadas em um simulador de desempenho de dietas (NRC, 2001). Estas serão compostas por volumosos a base de silagem de milho e feno de alfafa, em uma relação de aproximadamente 50:50 respectivamente, sendo fornecidos 2 vezes ao dia, objetivando sobras de 5 – 10%, para garantir que o consumo seja à vontade. Os concentrados serão à base de farelo de trigo, farelo de soja e milho grão e grão de arroz integral sem casca, este será fornecido separado objetivando o consumo total, em três momentos do dia. Será preconizada uma relação volumoso:concentrado de aproximadamente 50:50.

Serão testando níveis crescentes (0, 33, 66, 100%) de inclusão de arroz integral sem casca, em substituição ao grão de milho, sendo as dietas isoproteicas, isofibrosas e isoenergéticas.

O consumo de matéria seca será obtido pela diferença entre a quantidade de alimento consumido e as sobras diárias, durante os 5 dias de coleta experimental. Os coeficientes de digestibilidade das dietas e seus componentes nutricionais serão determinados com base na mensuração de consumo e estimativa da excreção de fezes, utilizando como marcador cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ).

Os ingredientes e respectivas dietas serão analisados bromatologicamente, bem como as fezes de cada período, a fim de determinar a digestibilidade individual de cada constituinte nutricional. Serão analisados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) segundo técnicas descritas em Silva & Queiroz (2002), no Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado. Os teores Cálcio, Fósforo, Magnésio, Cromo segundo Silva & Queiroz (2002), Amido e frações conforme Hall (2000) e Walter (2005), após análises estas serão utilizadas para os cálculos do fracionamento dos carboidratos metodologia descrita por Sniffenet al. (1992), no Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Será analisado o perfil metabólico sanguíneo, sendo realizadas as análises de glicose, colesterol total e frações, triglicerídeos, uréia, macrominerais e as concentrações de aspartatoaminotransferase (AST), gama glutamiltransferase (GGT), beta-hidroxibutirato (BHBA), ácidos graxos não esterificados (AGNE), em laboratório comercial, na cidade de Pelotas, RS.

As análises do leite para gordura, proteína, caseína, sólidos totais, lactose, e uréia serão realizados por espectroscopia infra vermelho e por citometria de fluxo, executadas no LABLEITE da Embrapa Clima Temperado.

Será determinado o perfil de ácidos graxos (incluindo os CLA: C18:2 cis-9 trans-11 e C18:2 trans-10 cis-12 e o ácido trans vacênico-precursor de CLA) das amostras será determinado, após extração da fração lipídica, seguida de saponificação e esterificação dos ácidos graxos, por cromatografia gasosa (equipamento Agilent 6890) com detector de ionização de chama (FID), utilizando-se coluna capilar de sílica fundida, SP-2560 (100m x 0,2mm x 0,2µm; Supelco). As corridas terão uma duração de cerca de 70 minutos. A temperatura do injetor será de 250°C e do detector de 300°C. A injeção será no modo “split”, com relação 21:1. O gás de arraste será o hidrogênio com fluxo de 40ml/minuto e 18psi de pressão na cabeça da coluna. Os picos dos ácidos graxos serão identificados por comparação com os tempos de retenção de padrões (CLA: mix de ésteres do ácido octadecadienoico cis-9, trans-11 e cis-10, trans-12 Sigma; ácido vacênico: éster

metílico do ácido trans 18:1 Sigma; demais ácidos graxos: mix com 37 ésteres de ácidos graxos Supelco), no NIDAL. Também será realizado o fracionamento do nitrogênio total (NT) do leite em nitrogênio não proteico (NNP), nitrogênio da proteína verdadeira (N-PV), nitrogênio caseínico (N-cas) e nitrogênio do soro (N-soro), conforme Silva et al. (1997) no NIDAL.

Todas as variáveis estudadas serão submetidas a análise de regressão polinomial linear, quadrática.

### **3.4. Resultados e Impactos esperados**

Estabelecer níveis ótimos de inclusão do grão de arroz integral sem casca na dieta de ruminantes, em especial vacas em lactação, em substituição a fontes de carboidratos tradicionalmente utilizadas, o grão de milho, com base no desempenho animal e características qualitativas do produto leite.

Estabelecer, por intermédio da avaliação bioeconômica da substituição do milho por arroz na dieta de vacas em lactação, parâmetros para a eleição do seu uso em função das oscilações de preço em diferentes cenários e em função de características específicas dos produtos gerados.

Gerar alternativas tanto para a cadeia produtiva do leite, em sua utilização, bem como para a orizicola, quanto a comercialização e/ou utilização dentro do sistema de produção integrado lavoura-pecuária.

### **3.5. Participantes do projeto**

**1. Coordenador:** DSc. Ricardo Zambarda Vaz, Dr. Produção Animal, Professor do Departamento de Pós Graduação em Zootecnia; CPF: 566.455.030-91, SIAPE 1972376, Email: [rvaz@terra.com.br](mailto:rvaz@terra.com.br)

**2. Orientador:** Jorge Schafhäuser Junior, Zootecnista, Dr. Nutrição de Ruminantes, pesquisador A do CPACT/EMBRAPA. CPF: 566.228.729-53, 01/04/1967.

**3. Executor:** Rudolf Brand Scheibler, Zootecnista UFSM, Mestrando do PPGZ da Ufpel, Bolsista CAPES/EMBRAPA. CPF 835.949.730-34, 19/05/1987.

**4. Co-orientador:** Jamir Luís Silva da Silva, Engenheiro Agrônomo, Dr. Zootecnia, Pesquisador A CPACT/EMBRAPA. CPF: 354.031.020-53, 13/05/1963.

- 5. Co-orientador:** José Laerte Nörnberg, Médico Veterinário, Bolsista de produtividade em pesquisa, Professor Associado no Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos do Centro de Ciências Rurais – UFSM. CPF: 242.621.020-68, 06/02/1956.
- 6. Executor:** Fábio Antunes Rizzo, Médico Veterinário Ufpel, Pós-graduado em produção de leite UTP, Mestrando do PPGZ da Ufpel, Bolsista CAPES/EMBRAPA. CPF 754.973.520-49, 15/03/1974.
- 7. Executor:** Livia Argoud Lourenzo, Graduanda em Zootecnia Ufpel, Bolsista EMBRAPA. CPF 023.230.740-75, 29/05/1990.
- 8. Colaborador:** Alcio Azambuja de Azambuja, Eng. Agrônomo, Analista SISPEL, Embrapa Clima Temperado. CPF: 475.316.570-15, 09/10/1967.
- 9. Colaborador:** Diego Prado de Vargas, Médico veterinário, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos da UFSM, Bolsista CAPES. CPF 007.963.900-37, 28/05/1982.

### **3.6. Colaboradores e parceiros**

Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPGZ), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL).

### **3.7. Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para o desenvolvimento do projeto**

#### **Embrapa Clima Temperado:**

- a) Unidade de produção e pesquisa em bovinocultura leiteira, com capacidade para confinamento em *freestall* de 80 vacas, sala de ordenha computadorizada, em espinha de peixe, 4x4 com oito unidades de ordenha, tanque de expansão com capacidade para 2.500 litros, em torno de 50 vacas em produção, área total de pastagens e culturas forrageiras de 115 hectares, módulos de aproximadamente 30 hectares, sistematizado para pastejo rotacionado intensivo e irrigação, maquinaria (tratores e implementos) para confecção de pastagens, feno e silagem, silos

trincheira, em alvenaria, com capacidade para 1.300 toneladas, bateria de silos metálicos para armazenagem 10 toneladas de grãos para formulação de rações, fábrica de rações com capacidade de produção de 1 tonelada/hora, galpão de 500m<sup>2</sup> para armazenagem de insumos, rebanho com mais de 150 animais da raça Jersey PO e PC, quadro de pessoal operacional de oito funcionários, entre técnicos agrícolas e médico veterinário.

- b) Laboratório de análise da qualidade do leite com equipamento Bentley 2300, para análise dos teores de proteína, lactose, gordura e sólidos totais (300 amostras/hora), contagem de bactérias totais (CBT), com capacidade de 150 amostras/hora.
- c) Laboratório de nutrição animal, equipado para realizar análises de alimentos pelo método Weende e Van Soest, pela metodologia clássica e por Espectroscopia proximal de Infravermelho (NIRS).
- d) Biblioteca física e virtual com dezenas de milhares de títulos.

### **Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL / UFSM)**

- a) Laboratório de bromatologia e nutrição animal, com disponibilidade para fracionamento de alimento pelos métodos de Weende e Van Soest.
- b) Laboratório de cinética ruminal.
- c) Laboratório de fracionamento lipídico, por cromatografia gasosa (equipamento Agilent 6890).
- d) Equipe de professores vinculados ao Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos, incluindo 2 doutores em zootecnia.

### **3.8. Recursos financeiros de outras fontes aportados por parceiros**

O Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) colaborará com subsídio para elaboração de análises de minerais, fracionamento proteico e perfil de ácidos graxos totalizando aproximadamente, R\$ 4.000,00 reais, referentes a manutenção de equipamentos e disponibilidade de reagentes.

O Laboratório de Nutrição Animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado contribuirá para realização das análises bromatológicas e manutenção do sistema produtivo de leite contribuindo com aproximadamente R\$ 3.500,00.



### 3.11. Orçamento Detalhado

<b>Materiais e Insumos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
	<b>e</b>	<b>Unitário</b>	
Despesas com a alimentação dos animais	14.500kg	R\$ 0,35	R\$ 5.075,00
Material para coleta e acondicionamento de amostras	-	-	R\$ 588,00
Reagentes utilizados para determinação da composição bromatológica	-	-	R\$ 5.212,00
Óxido Cromo	3kg	R\$ 1.524,00	R\$ 4.572,00
<b>Análises Laboratoriais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
	<b>e</b>	<b>Unitário</b>	
Análises Bioquímicas e de Perfil Hepático Sanguíneo (prestação de serviços de terceiros)	72 amostras	R\$ 94,89	R\$ 6.832,00
<b>Análises laboratoriais com colaboradores externos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>Total</b>
	<b>e</b>	<b>Unitário</b>	
Perfil de Ácidos Graxos no Leite (parceria com colaborador externo – NIDAL/ UFSM)	64	R\$ 75,00	R\$ 4.800,00
<b>Despesas com Transporte e Hospedagem</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço</b>	<b>TOTAL</b>
	<b>e</b>	<b>Unitário</b>	
Deslocamento Pelotas – Santa Maria	5	R\$ 140,00	R\$ 700,00
Despesas com hospedagem	10	R\$ 65,00	R\$ 650,00
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 28.429,00</b>		

### 3.12. Referências Bibliográficas

FREI, M. et al. Studies on in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chemistry*, v.83, p.395-402, 2003.

HALL, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates, nutritional relevance and analysis. A laboratory manual. Florida: University of Florida, 2000. 42p. (Bulletin 339)

IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. Semeadura e colheita de arroz no RS. Acompanhamento da colheita – 2011/12. Disponível em: [http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1337888742Semeadura\\_e\\_Colheita\\_do\\_Arroz\\_no\\_RS.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1337888742Semeadura_e_Colheita_do_Arroz_no_RS.pdf) Acesso em: 02/07/2012.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. Washington, D. C. National Academy Press. 2001.

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

SILVA, P.H.F.; PEREIRA, D.B.C.; OLIVEIRA, L.L. et al. Físico-química do leite e derivados – métodos analíticos. Juiz de Fora: Oficina de Impressão Gráfica e Editora Ltda, 1997. 190p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOSBAI. Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. 28° Reunião Técnica da Cultura do Arroz irrigado. Bento Gonçalves. 2010. Porto Alegre: SOSBAI. 188p. II.

WALTER, M. Amido resistente: metodologias de quantificação e resposta biológica em ratos. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2005. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

## 4. RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO

### 4.1. Local e instalações

O experimento de campo foi conduzido no sistema de Pecuária de Leite – SISPEL, localizado na Estação Experimental de Terras Baixas (EETB) da EMBRAPA Clima Temperado, situada no município de Capão do Leão – RS. Neste as vacas foram mantidas individualmente em galpão *freestall* com disponibilidade de água e cochos separados para concentrado e volumoso.

Utilizou-se ordenhadeira mecânica tipo espinha de peixe durante os períodos de adaptação e ordenhadeira balde ao pé para os dias de coleta de leite. Foram utilizados tronco de contenção para fornecimento de cromo e balança anexos à sala de ordenha. Para preparo e formulação dos concentrados utilizou-se triturador de grãos, misturador vertical, balanças edesintegrador de forragem para picar feno de alfafa.

As análises bromatológicas dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABNUTRI) da EMBRAPA Clima Temperado.

No Núcleo Integrado em Desenvolvimento de Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) foi determinado o perfil de ácidos graxos do leite, sendo as demais variáveis, gordura, proteína, sólidos totais, lactose e contagem de células somáticas foram realizadas no LABLEITE da EMBRAPA Clima Temperado.

O perfil metabólico sanguíneo foi determinado em laboratório comercial na cidade de Pelotas, RS.

## **4.2. Animais**

Foram utilizadas oito vacas Jersey PO, selecionadas a partir de rebanho de cerca de 60 animais, estando entre a segunda e a quarta lactação. Antes do início do experimento as vacas utilizadas apresentavam em média  $58 \pm 28$  dias pós parto, com peso médio de  $379 \pm 28$  kg, produzindo  $20 \pm 2$  kg de leite/dia no período de adaptação anterior ao início do experimento.

## **4.3. Período experimental**

O experimento iniciou em 10 de outubro respeitando inicialmente 17 dias de adaptação dos animais, posteriormente os períodos experimentais foram de 15 dias sendo os 10 dias iniciais de adaptação as dietas e 5 dias para coleta de sobras de cocho, fezes, avaliação de produção de leite e peso vivo. Para as análises de composição do leite e sangue foram coletadas amostras no 14º e 15º dias de cada período experimental.

## **4.4. Tratamentos e dietas experimentais**

Os tratamentos eram constituídos por níveis crescentes de arroz integral sem casca em substituição ao grão de milho, perfazendo:

R0 – concentrado contendo 100% de milho como fonte energética

R33 – concentrado contendo 33% de arroz em substituição ao milho

R66 – concentrado contendo 63% de arroz em substituição ao milho

R100 – concentrado contendo 100% de arroz como fonte energética

Para as substituições foram considerados as proporções em base seca, sendo os demais ingredientes, farelo de soja, premix vitamínico mineral, sal comum e fosfato bicálcico mantidos nas mesmas quantidades devido a composição semelhante dos grãos em questão. O volumoso utilizado foi à base de silagem de milho e feno de alfafa picado. A composição das dietas experimentais pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais consumidas nos diferentes tratamentos.

Ingredientes (kg de MS)	Tratamentos			
	R0	R33	R66	R100
Volumoso <sup>a</sup>	9,40	9,38	9,52	9,21
Concentrado	8,64	8,65	8,66	8,68
Milho, grão	6,49	4,32	2,36	-
Arroz, grão	-	2,17	4,14	6,52
Soja, farelo	1,86	1,86	1,86	1,86
Sal, comum	0,030	0,030	0,030	0,030
Mineral-vitamínico <sup>b</sup>	0,239	0,239	0,239	0,239
Fosfato bicálcico	0,028	0,028	0,028	0,028
Total	18,04	18,03	18,18	17,89

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>mistura de 487g de silagem de milho/ kg de mistura sendo o restante feno de alfafa em base seca. <sup>b</sup>Composição mínima por kg: Ca-229g; P-95g; Mg-1,1g; Na-60g; S-12g; Vit. A-120.000 UI; Vit. D3-30.000 UI; Vit. E-1200 UI; Se-20g; Zn-3g; Lasalocida-1000mg.

As dietas foram formuladas levando em consideração o peso dos animais, e uma estimativa do seu potencial de produção. Sendo testadas em um simulador de desempenho de dietas (NRC, 2001), para serem isoproteicas, isofibrasas e isoenergéticas (Tabela 2).

Tabela 2. Composição bromatológica das dietas experimentais consumidas

Composição (g/kg de MS)	Tratamentos			
	R0	R33	R66	R100
MS	475,31	476,14	483,70	482,75
MM	72,41	72,07	71,48	70,26
PB	171,38	170,95	170,82	171,03
EE	30,10	29,41	29,25	28,41
FDN	317,26	316,64	316,28	311,62
CNF	404,36	406,60	407,58	413,91
NDT	706,53	711,49	711,87	713,96
NEL <sup>a</sup>	1,77	1,78	1,78	1,79
Ca	7,23	7,26	7,25	7,29

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>Energia Líquida de Lactação em Mcal/kg de MS.

Os teores de matéria seca dos ingredientes em substituição (grão de milho e grão de arroz) utilizados para formulação das dietas previamente ao início do experimento não se mantiveram, sendo assim as proporções de substituição reais em base seca foram zero%, 33,43%, 63,67% e 100% de substituição do milho em grão por arroz sem casca.

Tabela 3. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes	MS	MM	PB	EE	FDN	CNFcp	NDT	NEL*	Ca
	%	% MS							
Milho, silagem	22,38	6,81	8,74	4,04	60,70	19,57	63,76	1,52	0,22
Alfafa, feno	81,23	10,39	21,49	3,13	46,76	21,79	56,11	1,41	1,08
Milho, grão	81,07	2,09	8,94	3,10	9,26	77,23	86,78	2,16	0,04
Arroz, grão	84,81	1,59	8,83	2,72	8,10	79,25	87,13	2,16	0,04
Soja, farelo	84,95	6,73	56,47	2,09	13,78	14,13	78,78	2,37	0,30
Sal, comum	98,54	97,20	-	-	-	-	-	-	-
Mineral-vitamínico	95,64	86,47	-	-	-	-	-	-	22,17
Fosfato bicálcico	93,19	90,60	-	-	-	-	-	-	23,01

MS – matéria seca; MM – matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; NDT – nutrientes digestíveis totais; NEL – energia líquida de lactação (Mcal/kg MS); Ca – cálcio.

#### 4.5. Delineamento experimental e análise estatística

Como delineamento experimental foi utilizado um duplo quadrado latino (4 x 4) rotativo, com quatro tratamentos e quatro períodos, sendo cada animal considerado uma unidade experimental.

As análises estatísticas foram realizadas no aplicativo SAS® - Statistical Analysis System versão 9.0 (SAS Institute Inc., Cary - NC, USA).

Os dados foram investigados quanto à presença de *outliers*, através do resíduo estudentizado, testados quanto à normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e quanto à homocedasticidade pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância univariada (ANOVA), pelo procedimento GLM em delineamento quadrado latino (4 x 4) duplo, com quatro tratamentos, quatro períodos experimentais e quatro animais em cada um dos dois quadrados, conforme modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + P_k + A_{(i)l} + e_{ijk}$$

em que,  $\mu$  = constante geral;  $Q_i$  = efeito do quadrado latino; sendo  $i = 1$  e  $2$ ;  $T_j$  = efeito do tratamento  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  $P_k$  = efeito do período experimental  $k$ , sendo  $k=1, 2, 3$  e  $4$ ;  $A_{(i)l}$  = efeito do animal ou sequência de tratamento  $l$ , aninhada ao efeito de quadrado latino, e  $e_{ijk}$  = erro experimental, associado a cada observação, pressuposto NID  $(0, \sigma^2)$ .

Em seguida, as médias dos tratamentos foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos ordinários com o comando LSMEANS (LeastSquaresMeans). Após a identificação de significância de tratamento nos efeitos fixos do modelo estatístico, foi efetuada análise de regressão linear simples, com o intuito de investigar as alterações nas variáveis dependentes em função dos diferentes níveis de substituição do grão de milho por grão de arroz integral sem casca.

Os parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo procedimento GLM, enquanto a sua falta de ajuste, pela opção LACKFIT na declaração MODEL, sendo o coeficiente de determinação ( $r^2$ ), expresso em relação à fonte tratamentos (regressão + falta de ajuste).

#### 4.6. Manejo experimental

Os animais utilizados no experimento foram confinados em *freestall* 17 dias antes do início da fase experimental para garantir adaptação ao sistema e as dietas, sendo fornecido de forma gradativa iniciando com quatro até dez quilogramas de concentrado por dia, contendo proporções iguais de milho e grão de arroz integral. Iniciado o experimento a mistura concentrada foi fracionada e fornecida em três momentos do dia, após cada ordenha e próximo ao meio dia, sendo disponibilizada em cochos individuais separados do volumoso objetivando consumo total. Para garantir a homogeneidade dos ingredientes o grão de milho, grão de arroz e farelo de soja foram moídos em triturador de grãos sendo posteriormente cada ingrediente misturado antes da mistura nas devidas proporções. O material volumoso, silagem de milho e feno de alfafa, foi misturado diariamente obedecendo a uma proporção aproximada de 1:1 na matéria seca, sendo fornecido em dois momentos, pela manhã e início da tarde, objetivando consumo à vontade e sobras mínimas de 10%. O feno de alfafa foi picado em fracionador de forragem estacionário, em tamanho médio de três cm, a fim de obter mistura homogênea e menor seleção das partes. Tanto o feno como a silagem foram amostradas diariamente, durante os 5 dias de coleta, a

silagem foi acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer sendo no final de cada período formado uma amostra composta. A relação entre volumoso:concentrado preconizada foi de 50:50 respectivamente.

Foram disponibilizados cochos individuais de água, com capacidade para 50 litros, sendo estes lavados diariamente e abastecido duas ou mais vezes ao dia conforme necessidade.

As sobras de volumoso foram retiradas e pesadas diariamente pela manhã antes do fornecimento da nova dose, durante o período de coleta foram coletadas amostras representativas, armazenadas em freezer perfazendo uma amostra composta por período e por indivíduo.

Para estimativa da excreção fecal e consequente digestibilidade aparente no trato digestivo total, administrou-se dez gramas de óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), fracionado em duas doses após as ordenhas da manhã e da tarde, iniciando o fornecimento 96 horas antes do período de coleta, este foi administrado envelopado em bucha de papel manteiga, com auxílio de tronco imobilizador. As coletas de fezes foram realizadas pela manhã e pela tarde, durante os cinco dias de coleta, próximo ao momento da ordenha por evacuação voluntária ou diretamente da ampola retal, em tronco de contenção. Estas foram congeladas em freezer, sendo no final de cada período, misturadas, em proporções iguais, formando uma amostra composta por período e por vaca.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, com intervalo de 12 horas entre a ordenha da manhã (7h) e a tarde (19h), sendo as produções individuais de leite medidas em cada ordenha para efeito de controle experimental. Diariamente, antes de iniciar a ordenha, foram realizados testes com caneca de fundo preto para verificação da presença de mastite clínica equinzenalmente feito o teste de CMT (*California Mastitis Test*) para verificação de mastite subclínica.

As coletas de sangue foram realizadas nos dois últimos dias de cada período experimental imediatamente após a ordenha da manhã, foram coletadas amostras individuais de sangue, por punção jugular com auxílio de *vacutainer* contendo gel separador.

Os animais foram pesados individualmente, nos dois últimos dias de cada período de coleta, após ordenha da manhã antes que recebessem nova alimentação.

Durante cada ordenha o *freestall* foi limpo primeiramente com um sistema de refluxo de água, sendo posteriormente lavado com mangueira de alta pressão.

#### 4.7. Análises e avaliações

Os ingredientes das dietas, as sobras de volumoso bem como as fezes de cada período, foram analisados bromatologicamente a fim de determinar a digestibilidade individual de cada constituinte nutricional. Foram determinados os teores de matéria parcialmente seca (MPS) das amostras de silagem, sobra de volumoso e fezes, estas e as amostras de concentrado e feno foram analisadas após moagem em moinho do tipo *Willey* com peneira de crivo de um mm para: matéria seca (MS) em estufa a 105°C, matéria orgânica (MO) por incineração em mufla a 550°C durante 5 horas, proteína bruta (PB) pelo método micro Kjeldahl (N x 6,25), extrato etéreo (EE) por extração com éter dietílico em sistema Soxhlet, segundo AOAC (1996), fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas (FDAc) e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas (FDNc), e suas correções para proteína, com adição de  $\alpha$ -amilase termoestável mas sem uso de sulfito, lignina em detergente ácido (LDA) segundo VanSoest et al.(1991).

Os teores de cálcio dos ingredientes das dietas, das sobras de volumosos e das fezes foram determinado por digestão nitro-perclórica e leitura em absorção atômica segundo metodologia descrita por (Sarruge&Haag, 1974), utilizou-se desta mesma metodologia para determinação dos teores de cromo (Cr) presentes nas fezes, bem como a determinação real do elemento cromo no óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) fornecido aos animais.

As análises referentes ao perfil metabólico sanguíneo para glicose (GL), triglicerídeos (TG) e colesterol total (CT) foram determinados utilizando método enzimático colorimétrico automatizado, ácidos graxos não esterificados (AGNE) por espectrofotometria enzimática e ureia (U) por método cinético automatizado segundo protocolos específicos de laboratório comercial na cidade de Pelotas, RS. Após a coleta os *vacutainers* foram deixados em repouso por 10 minutos a temperatura ambiente e posteriormente centrifugados a 8000 rpm, durante 15 minutos, sendo posteriormente acondicionados em caixa isotérmica com gelo reciclável e enviados ao laboratório.

A produção de leite foi obtida fazendo-se a média de leite produzido nos cinco dias de coleta de cada período, esta foi corrigida para 4% de gordura através da equação:  $PLC\ 4\% (kg/dia) = (0,4 \times kg\ leite/dia) + (15 \times kg\ gordura/dia)$ , descrita no NRC (2001). Nos dois últimos dias de coleta de cada período a ordenha foi realizada em sistema balde ao pé, sendo o volume total de cada ordenha pesado, da ordenha da manhã foi reservado uma amostra (500 mL) acondicionada em frasco plástico em geladeira para proceder mistura com a ordenha da noite em proporções diretas com o volume de leite produzido. Deste foi separado duas amostras (100 mL) acondicionadas em frascos de vidro e congeladas para posterior determinação do perfil de ácidos graxos, outras duas amostras foram armazenadas em recipientes contendo conservante específico para determinação da composição física e contagem de células somáticas, sendo mantidos sob refrigeração até o envio ao laboratório.

As análises do leite para gordura, proteína total, sólidos totais, lactose, e contagem de células somáticas foram realizados por espectroscopia infra vermelho e por citometria de fluxo, seguindo protocolos do LABLEITE da Embrapa Clima Temperado, sendo este pertencente a Rede Brasileira de Qualidade do Leite através do credenciamento e certificação pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os valores utilizados para avaliação estatística da CCS foram transformados segundo metodologia descrita Shook (1993), onde o escore de células somáticas (ECS) =  $[\log_2(CCS/100)]+3$ . Os teores de matéria mineral do leite (MM) foram obtidos pela diferença entre os teores de sólidos totais e a soma de proteína, gordura e lactose.

As estimativas de produção fecal total (PFT) para os diferentes tratamentos e períodos foram obtidas levando em consideração as concentrações de cromo fecal através da fórmula:  $PFT = (g\ Cr\ fornecido/dia) / (g\ Cr / g\ MS\ fecal)$ .

Determinou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (DMS), da matéria orgânica (DMO), do extrato etéreo (DEE), da fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas (DFDN), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) das dietas experimentais, segundo fórmula:  $CDA\ (\%) = (g\ nutriente\ consumido - g\ nutriente\ excretado) / g\ nutriente\ consumido \times 100$ .

Os carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF) na matéria seca foram calculados através de equação proposta por Hall (2003), em que:  $CNF = 100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$ .

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados a partir das digestibilidade aparentes, segundo equação descrita por Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF (corrigindo para cinza e proteína).  $NDT(\%) = PB_{dig} + FDN_{dig} + CNF_{dig} + 2,25 * EE_{dig}$ . em que:  $PB_{dig}$ =PB digestível;  $FDN_{dig}$ =FDN digestível;  $CNF_{dig}$ = CNF digestíveis; e  $EE_{dig}$ =EE digestível.

Avaliou-se o consumo de matéria seca (CMS) considerando a quantidade ofertada e as sobras de matéria seca da mistura de volumoso após 24h, visto que para o concentrado obteve-se consumo total. Os consumos de cada nutriente (MO, PB, FDN<sub>c</sub>, EE, CNF) foram obtidos a partir da multiplicação dos teores de cada fração bromatológica pela matéria seca consumida.

A eficiência alimentar foi determinada através da média de produção de leite e produção corrigida para 4% em relação ao consumo médio de matéria seca em kg.

#### **4.8.Referênciasbibliográficas**

AKINS, Matt et al. Balancing carbohydrate sources for dairy cows during a period of high corn prices. In: **27th Annual Southwest Nutrition and Management Conference**. p. 107. 2012.

ALLEN, M. S. Adjusting concentration and ruminal digestibility of starch through lactation. In: **Proc. Four-State Dairy Nutr. &Mgmt Conf. Dubuque, IA**. p. 24-30. 2012.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC).**Official Methods of Analysis**, 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA. 1996.

FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. **Journal of dairy science**, v. 96, n. 1, p. 533-550, 2013.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods.**Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

NRC (NATIONAL RESEARCH COUNCIL). Nutrient requirements of dairy cattle. **7th rev. ed.**, p. 381, 2001.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Departamento de Química, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 56p. 1974.

SHOOK, G.E. Genetic improvement of mastitis through selection on somatic cell count. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v.9, n.3, p.563-58. 1993.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **The SAS system for windows**. v.9.0 Cary: SAS Institute Inc., 2002.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

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

## **5.ARTIGO**

### **USO DE GRÃO DE ARROZ INTEGRAL NA DIETA DE VACAS EM LACTAÇÃO**

Artigo formatado conforme as normas da revista *Animal Feed Science and Technology* (ISSN-03778401)

## Uso de grão de arroz integral na dieta de vacas em lactação

RUDOLF, BRAND.S.<sup>a\*</sup>, SCHAFHÄUSER,J.<sup>b</sup>, RIZZO, F.A.<sup>a</sup>, NÖRNBERG, J. L.<sup>c</sup>,  
VARGAS, D.P.<sup>c</sup>, SILVA, J.L.S.<sup>b</sup>, FLUCK, A.C.<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil

<sup>b</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil

<sup>c</sup> Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

\* endereço para correspondência: Tel.: +55 053 99221618, +55 053 32758488.

Endereço de e-mail: rudolf\_brand@hotmail.com

### Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do grão de milho por grão de arroz integral sem casca na dieta de vacas Jersey em lactação. Foram testados os níveis zero, 33, 63 e 100% de inclusão de arroz. Utilizou-se oito vacas distribuídas em um duplo quadrado latino. Não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para consumo de matéria seca, e seus constituintes nutricionais exceto para consumo de extrato etéreo, em função da menor participação deste no grão de arroz. Da mesma maneira não foram detectados efeitos nas digestibilidades aparentes, na produção e composição do leite, na eficiência alimentar assim como no perfil metabólico sanguíneo, evidenciando que o grão de milho como fonte energética pode ser substituído em até 100% por grão de arroz integral sem casca, sem causar efeitos produtivos e/ou metabólicos em vacas em lactação. Para utilização desta nova fonte energética deve-se avaliar sua viabilidade perante as condições de mercado.

Palavras-chave: alimentos para animais, composição do leite, eficiência alimentar, grão de arroz, perfil metabólico, produção de leite.

Abreviaturas:MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDN, fibra insolúvel em detergente neutro com uso de alfa amilase termoestável corrigida para cinzas e proteína; EE, extrato etéreo; FDA, fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para cinzas e

35 proteína; Ca, Cálcio; LDA, lignina em detergente ácido; MM, matéria mineral; PV, peso vivo;  
36 VLDL, lipoproteína de muito baixa densidade; PLC 4%, produção de leite corrigida para 4%  
37 de gordura; EA, eficiência alimentar; EA 4%, eficiência alimentar para leite corrigido para  
38 4% de gordura; CDA, coeficiente de digestibilidade aparente; DMS, digestibilidade da  
39 matéria seca; CMS, consumo de matéria seca; DMO, digestibilidade da matéria orgânica;  
40 CMO, consumo de matéria orgânica; DEE, digestibilidade do extrato etéreo; CEE, consumo  
41 de extrato etéreo; DPB, digestibilidade da proteína bruta; CPB, consumo de proteína bruta;  
42 CFDN, consumo de fibra insolúvel em detergente neutro, DFDN, digestibilidade da fibra  
43 insolúvel em detergente neutro, CNF, carboidratos não fibrosos; DCNF, digestibilidade dos  
44 carboidratos não fibrosos; NDT, nutrientes digestíveis totais; CNDT, consumo de nutrientes  
45 digestíveis totais; ED, energia digestível; EM ,energia metabolizável; ELI, energia líquida de  
46 lactação.

47

## 48 **1. Introdução**

49 O arroz é produzido em nível mundial para ser consumido pelas populações  
50 humanas. Avanços tecnológicos como o melhoramento genético e técnicas apuradas de  
51 cultivo, tem feito crescer a produtividade da cultura do arroz, ao mesmo tempo em que as  
52 populações ocidentais vem reduzindo o consumo, principalmente por mudanças dos hábitos  
53 alimentares relacionadas ao consumo de alimentos processado ou refeições rápidas.

54 O aumento de produtividade da cultura, associado à estabilidade ou redução de  
55 consumo tem ocasionado, nos últimos anos, um excesso de produto no mercado, pressionando  
56 negativamente os preços. Soma-se a isso o fato de que a produção de arroz na América do Sul  
57 é predominantemente de um tipo de arroz (longo fino) diferente daquele consumido pelas  
58 populações Asiáticas. Isso restringe a capacidade de exportação dos excedentes.

59 Mundialmente a produção de arroz tem aumentado e da mesma forma os estoques  
60 governamentais também, segundo dados da agência da Organização das Nações Unidas para a  
61 Agricultura e Alimentação (FAO/ONU) os estoque mundiais de arroz devem aumentar para  
62 safra 2013/14, chegando a 181 milhões de toneladas, o que aliado a uma produção de 497  
63 milhões de toneladas (beneficiado) predispõe a um excedente visto que o consumo mundial  
64 previsto gira em torno de 490 milhões de toneladas.

65 Somente na Tailândia estima-se um estoque superior a 12 milhões de toneladas,  
66 resultado de uma medida protecionista governamental objetivando aumento dos preços pagos  
67 pelo produto, entretanto, questiona-se qual a capacidade dos países em suportar tal volume em

68 estoque, sendo assim existe a possibilidade de aumentar a oferta e conseqüentemente queda  
69 nos preços pagos internacionalmente.

70 Uma alternativa para valorização dos preços de modo a regular a oferta e demanda  
71 do produto consiste em analisar novos destinos para o grão de arroz, assim a utilização direta  
72 do mesmo para o consumo animal pode fazer parte deste efeito regulador, principalmente do  
73 produto de menor qualidade que de forma geral desvalorizado para consumo humano.

74 O valor nutritivo de um alimento está diretamente relacionado à sua composição  
75 química, especialmente no que diz respeito ao conteúdo energético e proteico, importantes no  
76 balanceamento das rações. A variabilidade da composição química dos alimentos e a  
77 necessidade do seu conhecimento geralmente está relacionada à necessidade de otimização  
78 econômica e ao atendimento dos requerimentos nutricionais dos animais. O milho e o farelo de  
79 soja correspondem à maior parte do concentrado fornecido a animais de produção, como  
80 bovinos de leite, no Brasil. Apesar disso, o crescente uso da soja para produção de biodiesel e  
81 do milho para etanol, faz com que ocorra uma maior demanda dos produtos no mercado,  
82 tornando-os mais caros e fazendo com que a busca por alimentos alternativos seja cada vez  
83 maior.

84 A composição nutricional do grão de arroz sem casca é semelhante ao grão de milho,  
85 predispondo uma possível substituição entre os mesmos, em situações convenientes de oferta  
86 e conseqüente preço do produto.

87 Nesse sentido, alternativas alimentares para ruminantes, em especial para bovinos  
88 leiteiros, podem contribuir para a margem de lucro das unidades produtoras. Da mesma  
89 forma, alternativas para a cadeia produtiva do arroz, quanto à sua comercialização, que possa  
90 ser comercializado junto a outras unidades produtoras, bem como agregar valor ao  
91 produto, convertendo-o em carne e leite na própria propriedade, em sistemas que integrem a  
92 atividade agrícola e pecuária, gerando ganhos recíprocos entre as duas atividades. Uma vez  
93 determinadas as bases técnicas que norteiem o uso do arroz integral na alimentação de  
94 bovinos leiteiros, a opção do uso dos insumos tradicionais ou dessa potencial nova alternativa  
95 será determinado pela relação de preços entre eles. Assim objetivou-se deste estudo é avaliar a  
96 inclusão de grão de arroz integral sem casca em substituição ao grão de milho na dieta de  
97 vacas em lactação, quanto à produção e composição do leite, consumo e digestibilidade  
98 aparente, eficiência alimentar e parâmetros sanguíneos.

99

100

101

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Animais e localização

O experimento de campo foi realizado entre setembro e dezembro de 2012, no Sistema de Pesquisa e Desenvolvimento em Pecuária Leiteira(SISPEL), da Estação Experimental de Terras Baixas (ETB), do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) localizado no município de Capão do Leão (31° 52' 20" de latitude sul e 52° 21' 24" de longitude oeste, altitude média de sete metros acima do nível do mar), Rio Grande do Sul (RS), Brasil. As análises de composição do leite foram realizadas no Laboratório de Qualidade do Leite (LABLEITE) e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal (LABNUTRI), localizados nessa estação experimental. As análises dos componentes bioquímicos do sangue foram realizadas em laboratório comercial na cidade de Pelotas, RS, Brasil. O trabalho foi realizado com aprovação pelos comitês de ética da EMBRAPA Clima temperado e da Universidade Federal de Pelotas, RS, Brasil.

Foram utilizadas oito vacas Jersey, entre segunda e quarta ordem de lactação, com peso médio de 379±28 kg, produzindo 20±2 kg de leite/dia no período de adaptação anterior ao início do experimento. As vacas foram alojadas individualmente em galpão *freestall*, com disponibilidade de água.

### 2.2. Tratamentos e dietas experimentais

Foram avaliados níveis de inclusão de arroz integral sem casca em substituição ao grão de milho no concentrado perfazendo: R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33% de arroz; R66 – 63% de arroz; R100 – 100% de arroz. Os níveis de inclusão foram determinados em base seca. As dietas (Tabela 4) foram formuladas a partir de uma estimativa da composição bromatológica dos ingredientes (Tabela 6) para serem isoprotéicas, isofibrasas e isoenergéticas(Tabela 5), sendo testadas em simulador de desempenho NRC (2001). A porção volumosa foi composta de silagem de milho e feno de alfafa picado, na proporção aproximada de 1/1, sendo fornecidos 2 vezes ao dia, objetivando consumo *ad libitum* e sobras de 10%. Objetivou-se consumo mínimo de 500g de volumoso/kg de matéria seca consumida. O concentrado foi fornecido em três momentos do dia, em cocho individual separado do volumoso objetivando consumo total. A composição bromatológica dos ingredientes que compuseram as dietas experimentais pode ser observada na tabela 6.

### 2.3. Manejo experimental

136  
137 Previamente ao início do experimento (15 dias), vacas foram alojadas nas baias, para  
138 adaptação ao *freestall* e adaptação às dietas, foi fornecido gradativamente ração contendo  
139 partes iguais de grão de arroz e de milho, durante esse período a produção de leite e consumo  
140 foram medidos. Os períodos experimentais foram de 15 dias sendo dez dias de adaptação e  
141 cinco dias para coleta de dados. As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao  
142 dia, com intervalo de 12 horas entre a ordenha da manhã (7h) e a tarde (19h). As sobras de  
143 volumoso foram retiradas e pesadas diariamente pela manhã antes do fornecimento da nova  
144 dose, durante o período de coleta foram coletadas amostras representativas, armazenadas em  
145 freezer perfazendo uma amostra composta por período e por indivíduo. Durante 5 dias de cada  
146 período, foram coletadas amostras de silagem e feno, sendo a silagem acondicionada em sacos  
147 plásticos e armazenada em freezer (-20°C), no final de cada período obteve-se uma amostra  
148 composta para avaliação nutricional. Para estimativa da excreção fecal administrou-se 10  
149 gramas de óxido de cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), fracionado em duas doses após as ordenhas da manhã e da  
150 tarde, iniciando o fornecimento 96 horas antes do período de coleta.

151 As coletas de fezes foram realizadas pela manhã e pela tarde, durante os cinco dias  
152 de coleta, próximo ao momento da ordenha por evacuação voluntária ou diretamente da  
153 ampola retal, em tronco de contenção. Estas foram armazenadas em sacos plásticos,  
154 identificados, congeladas em freezer (-20°C) sendo no final de cada período misturadas, em  
155 proporções iguais, formando uma amostra composta por período e por vaca. As coletas de  
156 sangue foram realizadas no 14 e 15 dias de cada período experimental imediatamente após a  
157 ordenha da manhã, foram coletadas amostras individuais de sangue, por punção jugular com  
158 auxílio de *vacutainer* contendo gel separador. Estas foram mantidas em repouso por 10  
159 minutos sendo posteriormente centrifugadas a 8000 RPM durante 10 minutos, imediatamente  
160 após foram acondicionadas em caixa isotérmica e encaminhadas para laboratório comercial na  
161 cidade de Pelotas, RS, Brasil.

162 As amostras de leite individuais por vaca foram coletadas na ordenha da manhã e da  
163 tarde, no 14º e 15º dia de cada período, estas foram misturadas proporcionalmente a produção,  
164 acondicionadas em frascos específicos contendo conservante e mantidas sob refrigeração até  
165 encaminhamento ao laboratório.

### 2.4. Avaliações

166  
167 A produção de leite foi obtida fazendo-se a média de leite produzido nos cinco dias  
168 de coleta de cada período, esta foi corrigida para 4% de gordura através da equação: PLC 4%

170 = (0,4 \* kg leite/dia) + (15 \* kg gordura/dia), descrita no NRC (2001). As análises do leite  
 171 para gordura, proteínas totais, sólidos totais e lactose foram realizados por espectroscopia  
 172 infra vermelho, seguindo descritos pela AOAC (1996, método 972.16), já a contagem de  
 173 células somáticas (CCS) foi determinada por citometria de fluxo, sendo os valores utilizados  
 174 para avaliação estatística transformados segundo metodologia descrita Shook (1993), onde o  
 175 escore de células somáticas (ECS) =  $[\log_2(\text{CCS}/100)]+3$ . Matéria seca (MS), matéria orgânica  
 176 (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), segundo AOAC (1996, métodos 967.03,  
 177 942.05, 954.05 e 920.39 respectivamente), fibra insolúvel em detergente ácido corrigida para  
 178 cinzas (FDA) e fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas (FDN), e suas  
 179 correções para proteína, com adição de  $\alpha$ -amilase termoestável mas sem uso de sulfito, lignina  
 180 em detergente ácido (LDA) segundo VanSoest et al. (1991). O teor de cálcio (Ca) foi  
 181 determinado por digestão nitro-perclórica e leitura em absorção atômica segundo metodologia  
 182 descrita por Sarruge&Haag(1974), utilizou-se desta mesma metodologia para determinação  
 183 dos teores de cromo (Cr) presentes nas fezes, bem como a determinação real do elemento  
 184 cromo no óxido de cromo ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) fornecido aos animais. A composição bromatológica das  
 185 dietas experimentais pode ser observada na Tabela 5.

186 As estimativas de produção fecal total (PFT) para os diferentes tratamentos e  
 187 períodos foram obtidas levando em consideração as concentrações de cromo fecal através da  
 188 fórmula:  $\text{PFT} = (\text{g Cr fornecido/dia}) / (\text{g Cr/g MS fecal})$ .

189 Determinou-se os coeficientes de digestibilidade aparente (CDA) para matéria seca  
 190 (DMS), da matéria orgânica (DMO), do extrato etéreo (DEE), da fibra insolúvel em  
 191 detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDN), dos carboidratos não fibrosos  
 192 (DCNF) das dietas experimentais, segundo fórmula:  $\text{CDA} = (\text{g nutriente consumido} - \text{g}$   
 193  $\text{nutriente excretado}) / \text{g nutriente consumido} \times 100$ .

194 Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram corrigidos para cinzas e proteína,  
 195 calculados através de equação proposta por Hall (2003), em que:  $\text{CNF} (\%) = 100 - (\text{FDN}\% +$   
 196  $\text{PB}\% + \text{EE}\% + \text{MM}\%)$ .

197 Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados a partir das digestibilidade  
 198 aparentes, segundo equação descrita por Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF  
 199 corrigidos para cinza e proteína.  $\text{NDT} = \text{PBdig} + \text{FDNdig} + \text{CNFdig} + 2,25 \cdot \text{EEdig}$ . A partir  
 200 deste foi determinado à energia digestíveis (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida  
 201 de lactação (ELI) a partir das equações:  $\text{ED} (\text{Mcal/kg}) = (\text{NDT}(\text{g/kg}) * 4,409)/1000$ ;  $\text{EM}$   
 202  $(\text{Mcal/kg}) = (\text{ED} * 1,01) - 0,45$ ;  $\text{ELI} (\text{Mcal/kg}) = \text{EM} * 0,644$ .

203 Avaliou-se o consumo de matéria seca (CMS) considerando a quantidade ofertada e  
 204 as sobras de matéria seca da mistura de volumoso após 24h, visto que para o concentrado  
 205 obteve-se consumo total. Os consumos de MO, PB, FDN, EE e CNF foram obtidos a partir  
 206 da multiplicação dos teores de cada fração bromatológica a matéria seca consumida. A  
 207 eficiência alimentar foi determinada através da média de produção de leite e produção  
 208 corrigida em relação ao consumo médio de MS e FDN em kg.

209

## 210 **2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas**

211 O delineamento experimental seguiu um duplo quadrado latino (4 x 4), com quatro  
 212 tratamentos e quatro períodos. Cada animal foi considerado uma unidade experimental. As  
 213 análises estatísticas foram realizadas no aplicativo SAS® - Statistical Analysis System versão  
 214 9.0 (SAS, 2002). Os dados foram investigados quanto à presença de *outliers*, através do  
 215 resíduo estudatizado, testados quanto à normalidade residual pelo teste de Shapiro-Wilk e  
 216 quanto à homocedasticidade pelo teste de Levene. Posteriormente, foram submetidos à análise  
 217 de variância univariada (ANOVA), pelo procedimento GLM em delineamento quadrado  
 218 latino (4 x 4) duplo, com quatro tratamentos, quatro períodos, conforme modelo estatístico:

219  $Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + P_k + V_{(i)l} + e_{ijk}$  em que,  $\mu$  = constante geral;  $Q_i$  = efeito do quadrado latino;  
 220 sendo  $i = 1$  e  $2$ ;  $T_j$  = efeito do tratamento  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;  $P_k$  = efeito do período  
 221 experimental  $k$ , sendo  $k=1, 2, 3$  e  $4$ ;  $A_{(i)l}$  = efeito do animal ou sequência de tratamento  $l$ ,  
 222 aninhada ao efeito de quadrado latino, e  $e_{ijk}$  = erro experimental, associado a cada  
 223 observação, pressuposto NID (0,  $\sigma^2$ ).

224 Em seguida, as médias dos tratamentos foram ajustadas pelo método dos quadrados  
 225 mínimos ordinários com o comando LSMEANS (Least Squares Means). Após a identificação  
 226 de significância de tratamento nos efeitos fixos do modelo estatístico, foi efetuada análise de  
 227 regressão, com o intuito de investigar as alterações nas variáveis dependentes em função dos  
 228 diferentes níveis de substituição do grão de milho por grão de arroz integral sem casca. Os  
 229 parâmetros do modelo considerado foram estimados pelo procedimento GLM, enquanto a sua  
 230 falta de ajuste, pela opção LACKFIT na declaração MODEL, sendo o coeficiente de  
 231 determinação ( $r^2$ ), expresso em relação à fonte tratamentos (regressão + falta de ajuste). Foram  
 232 avaliados os efeitos de tratamento, período, vaca e quadrado \* tratamento. Os resultados foram  
 233 considerados significativos quando  $P < 0,05$ , e uma tendência quando  $0,05 < P < 0,1$ .

234

235

236

### 3. Resultados

O consumo diário de MS e de seus principais constituintes (kg/dia), bem como as relações entre CMS e CFDN com o peso vivo (g/kg de PV) por tratamento são apresentados na Tabela 7. Dentre as variáveis estudadas o CMS, CMO, CPB, CFDN, CCNF, CNDT, assim como as relações entre consumo de MS relativo ao PV e FDN relativo ao PV, não foram influenciados pela inclusão de arroz integral até o nível de 100% de substituição ao milho ( $P>0,05$ ). Entretanto o CEE foi menor ( $P<0,05$ ) quando as dietas continham 100% de inclusão de arroz, não diferindo entre os demais tratamentos. Houve tendência de aumento do CCNF ( $P=0,0710$ ) com a inclusão de grão de arroz nas dietas.

A substituição do grão de milho por arroz não influenciou ( $P>0,05$ ) os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS) matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF) e os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida para lactação (NEL)(Tabela 8).

Na Tabela 9 estão apresentados os dados referentes à produção de leite (PL, kg/dia) e produção corrigida para 4% de gordura (PLC 4%, kg/dia), além da eficiência alimentar da matéria seca (EA), eficiência alimentar corrigida para produção de leite a 4% de gordura (EA 4%) e eficiência alimentar da fibra (EA FDN), para esses não foram observadas diferenças ( $P>0,05$ ) com a substituição do grão de milho por grão de arroz integral.

Os teores (g/kg) e as produções (kg/dia) de gordura, proteína, lactose, minerais e sólidos totais do leite (Tabela 10), assim como a contagem de células somáticas, não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos tratamento empregados. A inclusão de arroz nas dietas não afetou ( $P>0,05$ ) o perfil metabólico sanguíneo (Tabela 11) dos animais utilizados para o estudo.

### 4. Discussão

#### 4.1. Consumo

Pela semelhança entre os grãos estudados poucos efeitos foram observados. O CEE foi menor no tratamento com 100% de arroz quando comparado com os demais, sendo que as dietas com participação de milho não diferiram entre si. Este fato justifica-se pela menor concentração dessa fração no grão de arroz comparado ao milho (31,0 e 27,2 g/kg de MS respectivamente). Apesar disso, não houve efeito no desempenho produtivo dos animais.

Considerando as médias gerais de todos os tratamentos para peso vivo, produção de leite corrigida para 4% de gordura ao tempo de lactação, utilizando-se a equação descrita pelo

271 NRC (2001) obteve-se estimativas de CMS de 17,09 kg/dia(43,2 g/kg de PV) valor que é  
272 inferior ao consumo médio observado no presente estudo.Segundo Van Soest (1994) e  
273 Hinders (1998),estes aspectos podem estar relacionados a um adequado manejo alimentar e  
274 boa qualidade dos alimentos que compuseram as dietas.

275 Os dados referentes ao CFDN foram superiores ao valor predito pelo NRC (2001),  
276 que sugere valores médios de consumo entre 10 e 13 g/kg de PV. O valor médio observado  
277 neste trabalho (14,4 g/kg de PV) demonstra que a concentração e o tipo de fibra das dietas não  
278 comprometeram o consumo voluntário de MS pelos animais. Segundo Allen (2000), o teor de  
279 FDN da dieta é um dos principais determinantes da regulação física do consumo tornando-se  
280 possivelmente o fator que mais afeta o consumo à medida que o requerimento energético do  
281 animal e o efeito de enchimento das dietas aumentam.Outros fatores que podem ter  
282 contribuído para que o CMS e CFDN sejam superiores às estimativas, refere-se ao fato de que  
283 parte do volumoso (feno) foi picado para permitir melhor homogeneização. Essa redução do  
284 tamanho de partícula e níveis altos de concentrado (aproximadamente 50%) que geralmente  
285 apresenta maior digestibilidade são fatores que aumentam a taxa de passagem ruminal e  
286 consequentemente o CMS e frações (VAN SOEST, 1994).Do mesmo modo, parece haverum  
287 certo consenso entre pesquisadores, de que animais submetidos a dietas mais fibrosas ao  
288 longo da vida, poderiam desenvolver uma capacidade maior de consumir esta fração, o que  
289 contribui para justificar os dados superiores aos sugeridos pelo NRC (2001) neste estudo e em  
290 outros trabalhos realizados nas mesmas condições.

291 Houve tendência de aumento do CCNF (P=0,07) com a inclusão de grão de arroz nas  
292 dietas, principalmente por uma maior concentração desta fração e em especial o amido no  
293 grão de arroz. O excesso de CNF nas dietas poderia predispor à ocorrência de acidose e outros  
294 distúrbios metabólicos. A fim de evitar tais problemas Nocek (1997) e o NRC (2001)  
295 recomendam concentração de CNF entre 330 e 420 g/kg de MS, as concentrações no presente  
296 estudo encontram-se nesta faixa com valores entre 404,36 e 407,58 g/kg de MS.

297

#### 298 **4.2. Digestibilidade aparente**

299 O fato de que os coeficientes de digestibilidade aparente não terem diferido entre os  
300 tratamentos reforça a hipótese testada no trabalho de que as pequenas diferenças nutricionais  
301 presentes nas fontes energéticas estudadas, não foram deletérias ao desempenho de vacas em  
302 lactação naquelas condições. Os coeficientes de digestibilidade principalmente da MS e FDN,  
303 apresentam relação direta com a capacidade de consumo, contribuindo para justificar os  
304 valores superiores destes parâmetros descritos anteriormente. Segundo Paterson et al. (1994),

305 em rações com DMS superior a 660 g/kg, há menor resíduo ruminal e rápida renovação de  
306 material no rúmen, pois forragens de melhor qualidade atingem mais rapidamente os pontos  
307 finais de digestão minimizando as limitações de consumo por enchimento ruminal.

308 Em experimento utilizando vacas Jersey no início da lactação, com ingredientes da  
309 dieta controle semelhante ao presente estudo Nörnberg (2003) obteve consumo de matéria  
310 seca inferior (16,69 kg/dia, 39,5 g/kg de PV), assim como DMS e seus constituintes. E, este  
311 fato pode ser justificado com base em que no experimento descrito pelo autor a proporção de  
312 concentrado (400 g/kg) e quantidade de concentrado consumido (6,96 kg/dia) também  
313 foram menores, visto que este geralmente aumenta a capacidade de CMS em parte por  
314 aumentar os coeficientes de digestibilidade mas também por aumentar a densidade de  
315 nutrientes da dieta.

316 De modo geral os resultados do trabalho apresentaram um arranjo nutricional que  
317 favoreceu vacas em lactação, com base nos coeficientes de digestibilidade aparente e valores  
318 de consumo. Observa-se que as dietas estavam bem equilibradas, no que se refere à fibra, pois  
319 mesmo com silagem milho e feno de alfafa com altas quantidades desta fração,  
320 apresentaram boa digestibilidade, influenciando entre outros fatores o consumo e a eficiência  
321 das dietas estudadas.

322

### 323 **4.3. Produção de leite e eficiência alimentar**

324 Tratando-se de vacas em lactação, torna-se necessário ao decidir pela inclusão de um  
325 ingrediente na dieta, avaliar sua capacidade produtiva e eficiência com que os nutrientes que o  
326 compõe são utilizados. Os resultados foram semelhantes aos descritos por Lopez et al. (2007),  
327 Borba et al. (2006) e Duarte et al. (2005), que trabalharam com vacas Jersey e dietas controle  
328 semelhantes à base de milho e farelo de soja.

329

### 330 **4.4. Composição do leite**

331 Possíveis efeitos das dietas experimentais e do manejo nutricional poderiam ser  
332 observados na composição do leite, uma vez que de modo geral qualquer desequilíbrio na  
333 composição da dieta, enfermidade, estresse, etc, podem refletir diretamente na produção e  
334 composição do leite em curto espaço de tempo. Desse modo a composição do leite não sendo  
335 afetada pela inclusão de arroz integral em substituição ao grão de milho reforça a afirmativa  
336 de que as diferenças na composição química entre os dois cereais, não foram suficientes para  
337 produzir diferenças de desempenho em vacas lactantes, podendo ser feita a substituição  
338 apenas levando em consideração a diferença de custo de aquisição entre as fontes.

339 A composição do leite obtida para os diferentes tratamentos (Tabela 10) foi  
340 semelhante àquelas descritas para as dietas controle de Duarte et al. (2005), López et al.  
341 (2007) e Nornberg (2003), corroborando com a possibilidade de utilização do grão de arroz na  
342 dieta de vacas em lactação.

343 As duas fontes de carboidratos (milho e arroz) apresentam alta capacidade  
344 fermentativa no rumen, sobretudo quando moídos finamente como foi no presente estudo.  
345 Este fato poderia reduzir o pH ruminal prejudicando o desenvolvimento de bactérias  
346 celulolíticas, afetando principalmente os teores de gordura do leite. Outro ponto que deve ser  
347 considerado é o fato do feno de alfafa utilizado na proporção de 500 g/kg da parte volumosa  
348 ter sido picado, o que poderia diminuir o reflexo de mastigação e conseqüentemente reduzir o  
349 pH ruminal, afetando o teor de gordura no leite. Contudo, os estudos referentes a esse efeito  
350 divergem, sendo que alguns autores justificam que a redução do tamanho das partículas da  
351 dieta aumentam o consumo de volumoso por aumentar a taxa de passagem dos alimentos pelo  
352 trato digestivo.

353 Outros constituintes do leite (proteína, lactose, minerais) também podem apresentar  
354 variação por efeito da dieta e/ou manejo, entretanto, apresentam variações bem menores.

355

#### 356 **4.5. Perfil bioquímico**

357 De forma geral os ruminantes apresentam inúmeros mecanismos homeostáticos que  
358 contribuem para manutenção dos níveis glicêmicos, sendo assim reduções em suas  
359 quantidades séricas são observadas somente em restrições alimentares severas. Considerando  
360 que a glicose é responsável pela síntese de lactose, sendo esta correlacionada diretamente com  
361 a quantidade de leite produzido, podemos inferir que independente da fonte e forma de  
362 obtenção e/ou síntese estes não foram limitantes, visto a produção de leite e de lactose entre  
363 os diferentes tratamentos não terem diferido. A média geral observada neste estudo foi de  
364 61,27 mg/dL (Tabela 11), condizente com os valores fisiológicos descritos por Kaneko et al.  
365 (2008).

366 Os níveis sanguíneos de triglicerídeos apresentaram como média geral 2,44 mg/dL,  
367 valor este dentro da faixa normal (0 a 14 mg/dL) descrita por Kaneko et al. (2008). Em  
368 ruminantes por sua baixa capacidade de síntese hepática os níveis séricos de triglicerídeos  
369 geralmente são baixos, entretanto após a ingestão de dietas com alta densidade energética  
370 (ricas em amido) ocorre aumento da síntese hepática de ácidos graxos a partir de quantidades  
371 elevadas de acetato e propionato que chegam ao fígado (BRUSS, 2008). Outra forma de  
372 obtenção dos triglicerídeos consiste na absorção direta via dieta, entretanto na maioria dos

373 casos, incluindo o presente estudo as quantidades de ácidos graxos nos alimentos foram  
374 baixas e, nestes casos, 90% da síntese de ácidos graxos e triglicerídeos ocorrem no tecido  
375 adiposo, tendo como principal precursor o acetato (KOZLOSKI, 2009). Considerando essas  
376 afirmações, os níveis séricos baixos deste constituinte estão relacionados à pouca  
377 disponibilidade deste na dieta e ao acetato, principal precursor do mesmo, ter sido utilizado  
378 para manutenção dos teores de gordura do leite, como pode ser observado na Tabela 7, pois  
379 mesmo com inclusão alta de concentrado rico em CNF os teores de gordura foram mantidos  
380 dentro dos padrões esperados para vacas da raça Jersey naquele nível de produção.

381 Os teores de nitrogênio no sangue (Tabela 11) foram expressos neste trabalho como  
382 ureia, sendo que a concentração média (35,85 mg/dL) encontram-se dentro dos limites de 15 a  
383 42 mg/dL descritos por Wittwer (2000), mas inferiores aos descritos por Kaneko et al. (2008)  
384 que considera normal o intervalo entre 42,8 e 64,26 mg/dL. Este constituinte foi determinado  
385 considerando o fato de ser um indicador sensível e imediato da ingestão de proteína, também  
386 por ter seus valores aumentados quando ocorre deficiência energética limitando a capacidade  
387 da microbiota ruminal em utilizar os compostos nitrogenados para a síntese de proteínas  
388 (GONZÁLEZ & SILVA, 2008).

389 As concentrações séricas de colesterol (Tabela 11), no presente estudo encontram-se  
390 exacerbadas superando o limite superior de 120 mg/dL descrito por Kaneko et al. (2008). A  
391 manutenção dos níveis de colesterol torna-se importante visto ser precursor da síntese de  
392 hormônios esteróides, vitamina D, sais biliares e participa da formação das membranas celulares,  
393 (BRUSS, 2008). Sua determinação também se torna interessante para avaliação do balanço  
394 energético de vacas em lactação, sendo interpretado quanto à sua diminuição, a um quadro de  
395 déficit energético. Por outro lado, o aumento ocorre em resposta à ingestão de níveis elevados  
396 de energia na forma de lipídeos (WITTWER, 2000). Em trabalho realizado por González &  
397 Rocha (1998) observou-se valores de colesterol 39% maiores em vacas lactantes quando  
398 comparadas com as taxas de vacas secas. Estes autores atribuíram o fato à maior demanda  
399 energética dessa categoria e consumo deficiente em energia resultando em mobilização  
400 lipídica das reservas corporais para lactogênese. Os resultados citados não justificam os  
401 valores de colesterol do presente estudo visto que as demais avaliações realizadas não indicam  
402 déficit energético nas dietas, nem mesmo mobilização de gordura corporal. As concentrações  
403 séricas observadas neste trabalho são próximas às encontradas nas dietas “controle”,  
404 constituídas por milho e farelo de soja nos trabalhos de Nörnberg (2003), Freitas Junior et al.  
405 (2010) e Schafhäuser (2005). Dessa forma, os valores encontrados podem estar relacionados à  
406 elevada participação de carboidratos presente nas dietas corroborando com afirmação de

407 González & Silva (2008), assim podendo caracterizar um estado onde as demandas  
408 energéticas estão supridas podendo um excedente de energia ser processado direcionado para  
409 o tecido adiposo por via colesterol VLDL.

410 As concentrações séricas de AGNE representam mais um importante metabólito  
411 queauxilia nas avaliações nutricionais pois apresenta relação direta com o processo de lipólise  
412 que ocorre no tecido adiposo principalmente quando os animais encontram-se e balanço  
413 energético negativo. Neste estudo as concentrações apresentaram média geral de  
414 0,2183mmol/L (Tabela 11), valor este dentro da faixa apresentada por Kaneko et al. (2008),  
415 que considera normal valores entre 0,105 – 0,350 mmol/L. O aumento na concentração de  
416 AGNE esta relacionado com acúmulo de triglicerídeos no fígado aumentando o risco da  
417 incidência de fígado gorduroso no início da lactação, comprometendo também a  
418 gliconeogênese (MARQUEZ & RODEMACHER, 1999).

419

#### 420 **4. Conclusão**

421 O grão de arroz integral sem casca pode ser utilizado na dieta de vacas em lactação  
422 substituindo o grão de milho em sua totalidade sem afetar o consumo, a digestibilidade, a  
423 produção e composição do leite.

424 A escolha pela utilização do grão de arroz como fonte energética na dieta de  
425 ruminantes deve levar em consideração a disponibilidade e preço de aquisição, podendo ser  
426 utilizado na própria unidade produtora promovendo um sistema que integre lavoura e pecuária  
427 podendo assim agregar valor ao produto uma vez sendo transformado em carne ou leite.

428

#### 429 **Referências bibliográficas**

430 Allen, M. S., 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy  
431 cattle. *Journal of Dairy Science*, 83, 1598-1624.

432 Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1996. *Official Methods of Analysis*,  
433 16th ed. AOAC, Washington, DC, USA.

434 Borba, L. R. O., Junior, W. S., Fischer, V., & Fernandes, A., 2006. Níveis crescentes de  
435 gordura na dieta de vacas leiteiras de alta produção, 12, 87-92.

436 Bruss, M. L., 2008. Lipids and ketones. *CLINICAL biochemistry of domestic animals*, 6, 81-  
437 115.

438 Duarte, L. M. D., Stumpf Júnior, W., Fischer, V., & Salla, L. E., 2005. Efeito de diferentes  
439 fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do  
440 leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 2020-2028.

- 441 Freitas Júnior, I. J. E., Prada, F. P. R. L. F., Maturana, S. J. R. G. M., & Venturelli, F. C. F. B.  
442 C., 2010. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de  
443 gordura. *Ciência Rural*, 40, 950-956.
- 444 González, F. H. D., & da Rocha, J. A. R., 1998. Metabolic profile variations and reproduction  
445 performance in Holstein cows of different milk yields in southern Brazil. *Arquivos da*  
446 *Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brazil)*, 26, 52-64.
- 447 González, F. H.D., & da Silva, S. C. (Eds.), 2008. *Patologia clínica veterinária: texto*  
448 *introdutório*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 358p.
- 449 Hall, M.B., 2003. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*,  
450 81, 3226-3232.
- 451 Hinders, R., 1998. Carbohydrate from forages for dairy cows examined.  
452 *Feedstuffs*, Minnetonka, 10-14.
- 453 Kaneko, J. J., Harvey, J. W., & Bruss, M. L. (Eds.), 2008. *Clinical biochemistry of domestic*  
454 *animals*. Academic press. 6, 896p.
- 455 Kozloski, G. V., 2009. *Bioquímica dos ruminantes*. Santa Maria: UFSM, 2ed.
- 456 López, S., López, J., & Junior, W. S., 2007. Produção e composição do leite e eficiência  
457 alimentar de vacas da raça Jersey suplementadas com fontes  
458 lipídicas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15, 1-9.
- 459 Marquez, A.C.; Rademacher, M.A., 1999. Indicadores bioquímicos sanguíneos de los desequilíbrios  
460 energéticos em ganadolechero. In: *Memórias del Seminário Internacional en Reproducción y*  
461 *metabolismo de la Vaca Lechera*. Universidad de Caldas. Facultad de Ciencias Agropecuarias.  
462 Manizales, Colombia.
- 463 Nocek, J. E., 1997. Bovine acidosis: Implications on laminitis. *Journal of dairy science*, 80,  
464 1005-1028.
- 465 Nörnberg, J. L., López, J., Stumpf Júnior, W., Costa, P. B., Schafhäuser Júnior, J., 2006.  
466 Desempenho de vacas Jersey suplementadas com diferentes fontes lipídicas na fase inicial da  
467 lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1431-1438.
- 468 Nörnberg, J.L., 2003. Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey na fase  
469 inicial de lactação. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do  
470 Sul, Porto Alegre, Brasil, 174p.
- 471 NRC (National Research Council), 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th rev. ed,  
472 381.
- 473 Paterson, J.A.; Belyea, R.L.; Bowman, J.P. et al., 1994. The impact of forage quality and  
474 supplementation regime on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr., G.C.

- 475 (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: American Society of Agronomy. 59-  
476 114.
- 477 Sarruge, J.R.; Haag, H.P., 1974. Análise química em plantas. Escola Superior de Agricultura  
478 "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Departamento de Química, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 56p.
- 479 Schafhäuserjr., J., 2005. Níveis crescentes de gordura de arroz para vacas leiteiras de alta  
480 produção no início da lactação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
481 Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 104p.
- 482 Shook, G.E., 1993. Genetic improvement of mastitis through selection on somatic cell  
483 count. The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 9, 563-581.
- 484 STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. The SAS system for windows. v.9.0 Cary: SAS  
485 Institute Inc., 2002.
- 486 Van Soest, P. J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press. 476p.
- 487 Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A., 1991. Symposium: carbohydrate  
488 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci, 74, 3583-  
489 3597.
- 490 Weiss, W.P., 1999. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL  
491 NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, Ithaca. Proceedings...  
492 Ithaca: Cornell University, 61, 176-185.
- 493 Wittwer, F., 2000. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In:  
494 GONZÁLEZ, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H. et al. (Eds.) Perfil metabólico em  
495 ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio  
496 Grande do Sul, Brasil, 9-22.
- 497

Tabela 4. Composição das dietas experimentais consumidas nos diferentes tratamentos.

Ingredientes de MS)	(kg	Tratamentos			
		R0	R33	R66	R100
Volumoso <sup>a</sup>		9,40	9,38	9,52	9,21
Concentrado		8,64	8,65	8,66	8,68
Milho, grão		6,49	4,32	2,36	-
Arroz, grão		-	2,17	4,14	6,52
Soja, farelo		1,86	1,86	1,86	1,86
Sal, comum		0,030	0,030	0,030	0,030
Mineral-vitamínico <sup>b</sup>		0,239	0,239	0,239	0,239
Fosfato bicálcico		0,028	0,028	0,028	0,028
Total		18,04	18,03	18,18	17,89

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>mistura de 487g de silagem de milho/ kg de mistura sendo o restante feno de alfafa em base seca. <sup>b</sup> Composição mínima por kg: Ca-229g; P-95g; Mg-1,1g; Na-60g; S-12g; Vit. A-120.000 UI; Vit. D3-30.000 UI; Vit. E-1200 UI; Se-20g; Zn-3g; Lasalocida-1000mg.

498

Tabela 5. Composição bromatológica das dietas experimentais consumidas

Composição (g/kg de MS)	Tratamentos			
	R0	R33	R66	R100
MS	475,31	476,14	483,70	482,75
MM	72,41	72,07	71,48	70,26
PB	171,38	170,95	170,82	171,03
EE	30,10	29,41	29,25	28,41
FDN	317,26	316,64	316,28	311,62
CNF	404,36	406,60	407,58	413,91
NDT	706,53	711,49	711,87	713,96
NEL <sup>a</sup>	1,77	1,78	1,78	1,79
Ca	7,23	7,26	7,25	7,29

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>Energia Líquida de Lactação em Mcal/kg de MS.

499

Tabela 6. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes	MS	MM	PB	EE	FDN	CNFcp	NDT	NEL*	Ca
	%	% MS							
Milho, silagem	22,38	6,81	8,74	4,04	60,70	19,57	63,76	1,52	0,22
Alfafa, feno	81,23	10,39	21,49	3,13	46,76	21,79	56,11	1,41	1,08
Milho, grão	81,07	2,09	8,94	3,10	9,26	77,23	86,78	2,16	0,04
Arroz, grão	84,81	1,59	8,83	2,72	8,10	79,25	87,13	2,16	0,04
Soja, farelo	84,95	6,73	56,47	2,09	13,78	14,13	78,78	2,37	0,30
Sal, comum	98,54	97,20	-	-	-	-	-	-	-
Mineral-vitamínico	95,64	86,47	-	-	-	-	-	-	22,17
Fosfato bicálcico	93,19	90,60	-	-	-	-	-	-	23,01

MS – matéria seca; MM – matéria mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; NDT – nutrientes digestíveis totais; NEL – energia líquida de lactação (Mcal/kg MS); Ca – cálcio.

500

Tabela 7. Consumo de matéria seca (CMS) matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra insolúvel em detergente neutro (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), cálcio (CCa), nutrientes digestíveis totais (CNNT) e relações dos consumos de MS e FDN com o peso vivo dos animais (MS PV) e (FDN PV).

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	p-valor
	R0	R33	R66	R100		
Consumo (kg/dia)						
CMS	18,04	18,03	18,18	17,89	1,97	0,5027
CMO	16,79	16,74	16,89	16,64	1,90	0,5176
CPB	3,10	3,08	3,11	3,06	1,86	0,1994
CEE	0,54 a	0,53 a	0,53 a	0,50 b	4,08	0,0090
CFDN	5,78	5,72	5,76	5,58	3,08	0,1901
CCNF	7,29	7,33	7,41	7,38	1,22	0,0710
CCa	0,130	0,131	0,132	0,129	2,49	0,6319
CNNT	12,81	12,82	12,95	12,67	4,53	0,8241
Consumo (g/kg de PV)						
MS PV	45,4	45,7	46,5	45,3	2,05	0,0760
FDN PV	14,5	14,5	14,7	14,0	3,48	0,0888

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca.

501

Tabela 8. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS) matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra insolúvel em detergente neutro (DFDN), carboidratos não fibrosos (DCNF) e os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia líquida para lactação (NEL).

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	p-valor
	R0	R33	R66	R100		
DMS	0,72	0,73	0,73	0,73	3,48	0,8133
DMO	0,73	0,74	0,74	0,74	3,37	0,7953
DPB	0,68	0,69	0,68	0,68	4,27	0,6710
DEE	0,66	0,65	0,67	0,67	10,42	0,9178
DFDN	0,56	0,57	0,56	0,56	8,11	0,8496
DCNF	0,91	0,91	0,92	0,91	1,86	0,7135
NDT	0,70	0,71	0,71	0,71	3,51	0,8173
NEL <sup>a</sup>	1,72	1,75	1,75	1,75	4,10	0,8173

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>Energia Líquida de Lactação em Mcal kg MS<sup>-1</sup>

502

Tabela 9. Médias de produção de leite (PL) (kg/dia), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLC 4%) (kg/dia) e eficiência alimentar em kg leite/kg de MS consumida para leite in natura (EA), leite corrigido para 4% de gordura (EA 4%), também eficiência alimentar em kg de leite produzido/kg de FDN (EA FDN).

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	p-valor
	R0	R33	R66	R100		
PL	22,09	22,06	22,04	21,72	3,10	0,6748
PL 4%	24,00	24,00	24,62	24,08	4,43	0,6102
EA	1,22	1,22	1,21	1,22	3,05	0,9217
EA 4%	1,32	1,33	1,35	1,35	4,47	0,6565
EA FDN	3,86	3,87	3,85	3,91	3,57	0,8658

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca.

503

Tabela 10. Médias por tratamento dos teores (g/kg) e produções (kg/dia) de gordura, proteína total, lactose, minerais, sólidos totais e a contagem de células somáticas (CCS) do leite produzido.

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	p-valor
	R0	R33	R66	R100		
Composição (g/kg)						
Gordura	47,5	47,2	47,7	47,3	3,05	0,9443
Proteína total	37,8	37,2	37,2	37,8	1,86	0,1927
Lactose	46,2	46,2	46,4	46,4	1,49	0,9205
Minerais	12,4	12,7	11,3	11,9	14,60	0,4651
Sólidos Totais	143,6	141,1	142,3	143,2	1,88	0,3046
CCS <sup>a</sup>	90,87	82,25	78,00	94,79	37,66 <sup>b</sup>	0,8113 <sup>b</sup>
Produção (kg/dia)						
Gordura	1,011	1,035	1,054	1,026	6,17	0,6192
Proteína total	0,834	0,820	0,824	0,818	3,50	0,7033
Lactose	1,021	1,018	1,021	1,006	3,42	0,7943
Minerais	0,274	0,260	0,250	0,255	7,76	0,3109
Sólidos Totais	3,140	3,113	3,137	3,106	2,68	0,7988

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca. <sup>a</sup>(médias de valores) x 1000 unidades formadores de colônia. <sup>b</sup>valores referentes aos dados transformados segundo Shook (1993) em que escore de células somáticas =  $[\log_2(\text{CCS}/100)]+3$ .

504

Tabela 11. Efeito da inclusão de arroz na concentração de glicose (mg/dL), triglicerídeos (mg/dL), uréia (mg/dL), colesterol total (mg/dL) e ácidos graxos não esterificados (AGNE) (mmol/L)

Variáveis	Tratamentos				CV (%)	p-valor
	R0	R33	R66	R100		
Glicose	61,250	61,313	61,313	61,188	3,77	0,9994
Triglicerídeos	2,500	2,427	2,625	2,188	18,99	0,3059
Ureia	36,938	35,000	36,438	34,938	8,50	0,4673
Colesterol total	160,875	165,563	159,938	152,563	6,26	0,1103
AGNE	0,2219	0,2213	0,2194	0,2106	4,48	0,1146

R0 – sem inclusão de arroz; R33 – 33,43% de arroz; R66 – 63,67% de arroz; R100 – 100% de arroz em substituição ao milho em base seca.

505