



**11ª Jornada Científica e  
Tecnológica do IFSULDEMINAS**

**& 8º Simpósio de  
Pós-Graduação**

## **SISTEMA WEB PARA BALANCEAMENTO DE DIETAS DE BOVINOS LEITEIROS UTILIZANDO PROGRAMAÇÃO LINEAR**

**Fiama F. S. do AMARAL<sup>1</sup>; Francisco H. S. de LIMA<sup>2</sup>; Tiago A. DEL VALLE<sup>3</sup>; Aline M. DEL VALLE<sup>4</sup>**

### **RESUMO**

Os objetivos com este trabalho foram atualizar o sistema web *Balanced Diet* e validar as dietas geradas pela nova versão do mesmo (*Balanced Diet V2*), a partir do software NRC (2001). A ferramenta foi avaliada quanto à elaboração de dietas para 200 animais diferentes, divididos em dois rebanhos, alta e baixa produção. As estimativas de consumo de matéria seca, teor de energia líquida, balanço de energia líquida, balanço de proteína degradável no rúmen, suprimento de proteína metabolizável e balanço de proteína metabolizável, de todas as dietas formuladas tanto no *Balanced Diet V2* quanto no aplicativo do NRC (2001) foram registradas e comparadas. O *Balanced Diet V2* superestima o consumo de energia e o suprimento de proteína metabolizável e subestima o balanço de proteína degradável no rúmen, em relação ao sistema do NRC (2001). No entanto, as estimativas de suprimento de proteína degradável no rúmen e proteína metabolizável obtidas no *Balanced Diet V2* e no NRC (2001) estão altamente correlacionadas.

**Palavras-chave:** Alimentação; Dietas de baixo custo; Nutrição de ruminantes; Software.

### **1. INTRODUÇÃO**

A nutrição é uma atividade que representa significativa proporção nos custos de produção. De acordo com o National Research Council – NRC (2001), o animal consome para atender suas exigências de manutenção, ganho de peso e produção e, neste sentido, formular dietas de custo mínimo pode maximizar os lucros na atividade, sem comprometer a produção e a qualidade do produto final, maximizando o desempenho do animal. Para atingir esse objetivo busca-se vias práticas de otimização financeira.

Para facilitar a atividade são construídos métodos computacionais que ajudam na elaboração de dietas com custo mínimo ao produtor e que atendam às necessidades nutricionais dos animais, e, por conseguinte, os consumidores tenham um produto de qualidade. Amaral (2016) desenvolveu, em seu Trabalho de Conclusão de Curso, um Sistema Web para Balanceamento de Dietas de Bovinos Leiteiros Utilizando Programação Linear, denominado *Balanced Diet* (BD). A motivação do trabalho surgiu ao se verificar que não existiam aplicações (softwares) que calculavam dietas para bovinos leiteiros, considerando as composições dos alimentos em função das características

1 Bolsista PIBITI/CNPq, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. E-mail: fiama.fsa@gmail.com.br.

2 Orientador, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho, Grupo de Pesquisa Informática Aplicada às Ciências (IAC), E-mail: francisco.lima@muz.ifsuldeminas.edu.br.

3 Co-orientador, UNIPAMPA - Itaqui/RS. E-mail: tiagodelvalle@unipampa.edu.br.

4 Co-orientadora, IFSULDEMINAS – Campus Muzambinho. E-mail: amdvalle@gmail.com.

dos animais. Apesar da viabilidade de utilização do aplicativo, as equações do modelo não haviam sido validadas, considerando um modelo padrão.

Diante disso, os objetivos com este trabalho foram aprimorar e atualizar o sistema desenvolvido por Amaral (2016), agora denominado *Balanced Diet V2* (BDV2), assim como, validar as dietas geradas neste sistema, a partir do software NRC (2001), para bovinos leiteiros nos sistemas de criação intensivo e semi-intensivo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para desenvolver o BDV2 (Figura 1), foi utilizada a linguagem de programação PHP como auxílio do framework *CodeIgniter*. Na programação do sistema, as dietas foram calculadas utilizando: equações lineares que referenciam a composição química dos alimentos; restrições, que irão interferir na quantidade de cada alimento, segundo as exigências nutricionais de cada animal; função objetivo, que nesse caso, será a minimização do preço da dieta. Tais dados são computados e a solução é feita por programação linear através da biblioteca *glpk.js*<sup>5</sup>. Após atualização do sistema, foi realizado o upload e implantação do mesmo no servidor do IFSULDEMINAS ([http://software.muz.ifsuldeminas.edu.br/balanced\\_diet\\_v2](http://software.muz.ifsuldeminas.edu.br/balanced_diet_v2)).



**Figura 1.** Interface do novo sistema desenvolvido, o BDV2  
**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Para a validação do BDV2, foram utilizadas 200 dietas. As dietas foram formuladas para atender as exigências de 200 animais, divididos em dois rebanhos, mantidos em sistemas de criação intensivo e semi-intensivo: 1) alta produção, com 11.350 kg/leite/ano e; 2) baixa produção, com 4.550 kg/leite/ano. A simulação foi realizada de acordo com St-Pierre e Thraen (1999).

As dietas do rebanho de baixa produção foram simuladas no BDV2 utilizando *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob pastejo, como único volumoso. Para o rebanho de alta produção, criados em sistema intensivo, a silagem de milho foi utilizada como único volumoso.

As estimativas de consumo de matéria seca, teor de energia líquida (EL) da dieta, balanço de EL, balanço de proteína degradável no rúmen (PDR), suprimento de proteína metabolizável (PM) e balanço de PM, de todas as dietas formuladas no BDV2 foram registrados. Da mesma forma, as dietas formuladas no BDV2 foram simuladas no software do NRC (2001), considerando os mesmos

<sup>5</sup> Disponível em: <http://github.com/hgourvest/glpk.js>

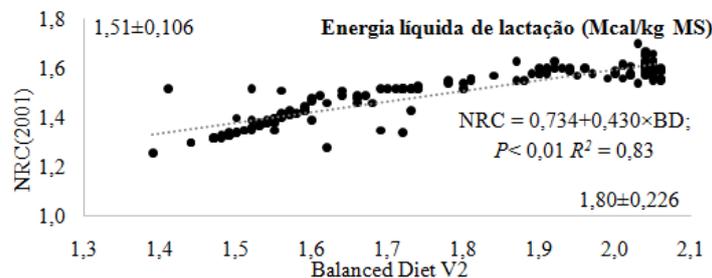
alimentos utilizados, sendo eles, milho moído, ureia, premix mineral, farelo de soja, caroço de algodão e polpa cítrica, para ambos os sistemas de criação. Foi incluído silagem de milho para os animais no sistema de alta produção de leite e *Brachiaria brizantha* no sistema de baixa produção de leite.

As estimativas obtidas no NRC (2001) foram regredidas em função das estimativas do BDV2, utilizando o PROC REG do SAS 9.4. Em adição, os parâmetros constantes utilizados nas simulações do BDV2 (balanço de PDR e de PM) foram utilizados para calcular um desvio das estimativas (Estimativa do BDV2– Estimativa do NRC (2001)). Os valores de erro foram avaliados pelo teste de T de média igual a zero (PROC TTEST).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Energia líquida de lactação

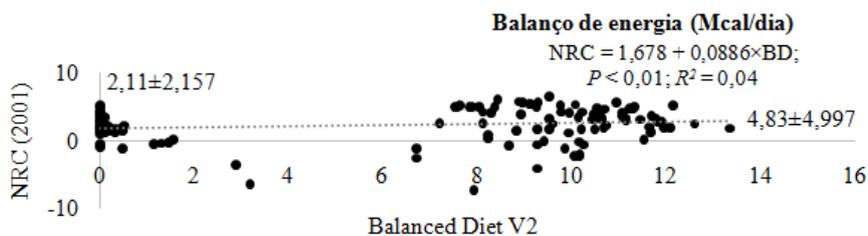
As simulações do BDV2 superestimaram (1,80 vs. 1,51 Mcal/kg MS;  $P < 0,01$ ) o teor de EL da dieta, em relação ao NRC (2001) (Figura 2). Apesar do elevado coeficiente de correlação entre as estimativas do teor de EL da dieta, as estimativas do *intercept* diferiram de zero, enquanto que o *slope* da regressão foi significativamente diferente de um.



**Figura 2.** Teores de EL das dietas estimadas de acordo com o BDV2 e o NRC (2001)

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

Apesar de a regressão das estimativas de balanço de energia calculados pelo BDV2 e pelo NRC (2001) ( $P < 0,01$ ), os coeficientes de correlação foram muito baixos, evidenciando um baixo *slope*, associado à um alto *intercept* (Figura 3). Apesar de altamente variáveis, as estimativas do balanço de energia obtidos com BDV2 foram maiores (4,83 vs. 2,11 Mcal/dia;  $P < 0,01$ ) que aquelas obtidos com o NRC (2001), em função de superestimar o teor de EL da dieta.



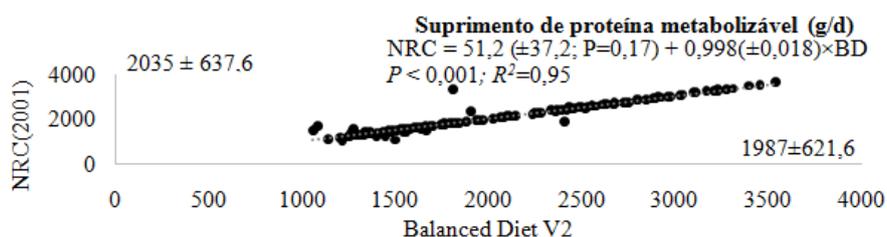
**Figura 3.** Balanços de EL das dietas estimadas de acordo com o BDV2 e o NRC (2001)

**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

### 3.2 Proteína degradável no rúmen e proteína metabolizável

Os valores do erro de estimativa do balanço de PDR foram de  $33,1 \pm 28,13$  g/d ( $P < 0,001$ ). O intervalo de confiança desta estimativa de erro foi de 25,5 a 31,4 g/d, considerando 95% de probabilidade. Considerando que todas as dietas foram formuladas no BDV2 para 50 g/d de balanço de PDR, pode-se dizer que houve uma pequena subestimativa do suprimento de PDR, no BDV2, em relação ao NRC (2001). Além disso, o erro do balanço de PM foi de  $-87,9 \pm 55,41$ g/d ( $P < 0,001$ ). Com intervalo de confiança de 95%, os valores ficaram entre 79,7 e 96,1 g/d. Esta subestimativa se deve, em partes, à superestimativa do suprimento de PM (Figura 4).

Apesar da altíssima correlação ( $R^2 = 0,95$ ), entre os modelos nutricionais, o BDV2 superestimou o suprimento de PM (2035 vs. 1987 g/d;  $P < 0,01$ ), em relação ao NRC (2001) (Figura 4). Para esta estimativa, no entanto, a estimativa de *intercept* da equação de regressão não diferiu de zero ( $P = 0,17$ ), enquanto que ao *slope* (0,998) não diferiu de um, evidenciando a adequação do modelo de PM.



**Figura 4.** Suprimento de PM das dietas estimadas de acordo com o BDV2 e o NRC (2001)  
**Fonte:** Arquivo pessoal (2019)

## 4. CONCLUSÕES

A partir da validação do BDV2 com o software NRC (2001), conclui-se que o modelo do BDV2 superestima o consumo de energia, em relação ao NRC (2001), o que resulta em estimativas enviesadas do balanço de energia. Apesar de superestimar levemente o suprimento de PM e subestimar o balanço de PDR, as estimativas do BDV2 estão altamente correlacionadas com aquelas obtidas no NRC (2001).

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Fiana F. Sitton do. **Sistema Web para Balanceamento de Dietas de Bovinos Leiteiros Utilizando Programação Linear**. 2016. 88 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais - Campus Muzambinho, Muzambinho, 2016.

NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC (2001). **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. National Academy of Science, National Academy Press, Washington, D.C., 2001. 381 p.

ST-PIERRE, N. R.; THRAEN, C. R..Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 72-83, 1999.Oxford University Press (OUP). [http://dx.doi.org/10.2527/1999.77suppl\\_272x](http://dx.doi.org/10.2527/1999.77suppl_272x).