



FORMULAE FEED FORMULATION SOFTWARE®: UMA FERRAMENTA PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES

V. Oliveira^{1*}, M. S. Ceron², L. T. Rocha¹

¹UFMS - Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Zootecnia, Santa Maria, RS, Brasil.

²UNIFENAS - Universidade José do Rosário Vellan, Departamento de Agronomia, Alfenas, MG, Brasil.

Article history: Received 27 November 2019; Received in revised form 30 November 2019; Accepted 02 December 2019; Available online 05 December 2019.

RESUMO

Este trabalho descreve o desenvolvimento e funcionamento de um software de formulação de rações para diferentes espécies de animais (ruminantes e não-ruminantes). O software foi elaborado para auxiliar no treinamento de habilidades básicas de formulação de rações e, portanto, é um software não comercial. Está registrado na Revista da Propriedade Industrial nº 2525, processo BR 51 2019 000953-3, código 730. O FORMULAE: Feed Formulation Software® utiliza programação linear para obter a solução de menor custo, respeitando restrições impostas pelo usuário. O programa é dividido em quatro Submenus: Nutrientes, Ingredientes Rações e Avaliação, resultando numa interface amigável e intuitiva que facilita o manuseio. As saídas podem ser visualizadas no ambiente do programa e também em planilhas eletrônicas. A versão atual permite ao usuário gerar gráficos que facilitam a visualização de aspectos técnicos das rações, auxiliando na compreensão dos resultados. O FORMULAE pode ser operado em três línguas: português, inglês e espanhol. O software disponibiliza uma interface amigável e intuitiva ao usuário, sendo possível calcular dietas balanceadas para os animais, com base no mínimo custo.

Palavras-chave: animais, dieta, nutrição de ruminantes, nutrição de não-ruminantes.

FORMULAE FEED FORMULATION SOFTWARE®: A TOOL FOR DIETS FORMULATION

ABSTRACT

This paper describes the development and operation of feed formulation software for different animal species (ruminants and non-ruminants). The software is designed to assist in the training of basic feed formulation skills and is, therefore, a non-commercial software. It is registered in Revista da Propriedade Industrial nº 2525, case BR 51 2019 000953-3, code 730. FORMULAE: Feed Formulation Software® utilizes linear programming to achieve a low-cost solution, respecting imposed by the user. The software is divided into four Submenus: Nutrients, Feed Ingredients and Evaluation, resulting in a user-friendly and intuitive interface that facilitates handling. Outputs can be visualized in the program environment as well as in electronic spreadsheets. The current version allows the user to generate graphs that facilitate the visualization of technical aspects of the feed, helping to understand the results. FORMULAE can be operated in three languages: Portuguese, English, and Spanish. The

* vladimir.oliveira@ufsm.br

software provides a user-friendly and intuitive user interface, besides allowing the calculation of balanced diets for animals based on minimal cost.

Keywords: animals, diets, non-ruminant nutrition, ruminant nutrition.

INTRODUÇÃO

A formulação adequada da dieta fornecida aos animais é fundamental para tornar a atividade pecuária sustentável considerando perspectivas econômicas e ambientais (LIEBE & WHITE, 2019). Ajustar a composição da dieta às exigências nutricionais dos animais pode contribuir para redução nos custos de produção, uma vez que alimentação responde por 60 a 70% deste montante (VELDKAMP & BOSCH, 2015). Ao mesmo tempo, dieta contendo quantidade adequada de nutrientes também auxilia na redução do passivo ambiental que é um grande desafio para os nutricionistas (ANDRETTA et al., 2016).

Dada a complexidade das informações necessárias para de obter uma boa fórmula de ração, foram desenvolvidas planilhas eletrônicas que permitem automatizar os cálculos. Os métodos mais básicos utilizam o software Excel para o cálculo das dietas, podendo chegar à resposta através de planilhas de “tentativa e erro” ou lançando mão de ferramentas mais complexas, como o suplemento

MATERIAL E MÉTODO

As ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do software foram o IntelliJ Idea 2019.1, juntamente com o Java 1.8 e Spring Boot 2.1.1. Para o armazenamento das informações do foi utilizado Banco de Dados H2 1.4.199.

O *Formulae Feed Formulation Software*[®] utiliza programação linear para obter uma solução viável, baseando-se em

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa é dividido em quatro Submenus: **Nutrientes**, **Ingredientes**

“Solver”. No entanto, essas planilhas apresentam uma interface pouco amigável aos usuários, limitando seu uso.

O desenvolvimento de softwares como ferramenta de formulação de dietas tornou o processo mais dinâmico. Assim como as planilhas eletrônicas, os softwares utilizam programação linear para atingir uma solução viável de uma dieta com base no menor custo, tendo como vantagem interfaces mais intuitivas e amigáveis (GUPTA & CHANDAN, 2013). No entanto, a maioria dos softwares de formulação de ração são pagos, dificultando seu acesso por pessoas físicas, ou mesmo por instituições de ensino, onde seriam úteis como ferramenta para o treinamento de futuros profissionais.

Observou-se, portanto, a necessidade da elaboração de um software livre para formulação de ração utilizando programação linear. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever o desenvolvimento e o funcionamento do programa de formulação de ração *Formulae Feed Formulation Software*[®].

operações matriciais. Em termos gerais, deseja-se obter a ração de mínimo custo a partir da disponibilidade de uma série de alimentos, mas respeitando as exigências nutricionais pertinentes à idade e a espécie do animal. O software está disponível para download no link <http://w3.ufsm.br/suinos/index.php/software1>.

Rações e Avaliação. Para iniciar uma formulação de uma dieta, é preciso fazer o

cadastro da composição nutricional dos alimentos e as exigências nutricionais dos animais desejados.

No **Submenu Nutrientes** o usuário deverá elaborar a lista de nutrientes (energia, aminoácidos, minerais e vitaminas) para o software (Figura 1A). A interface possibilita ao nutricionista selecionar aqueles nutrientes que considerar mais importantes para a formulação, permitindo a elaboração de dietas simples e/ou complexas.

No **Submenu Ingredientes** o usuário poderá cadastrar a composição nutricional e o custo por kg de aquisição dos alimentos desejados (Figura 1B). É importante destacar que, para os ingredientes, só ficarão disponíveis para inclusão/edição aqueles nutrientes que forem selecionados na interface anterior. Essas informações previamente cadastradas estarão disponíveis no **Submenu Rações**, local onde o usuário poderá formular dieta desejada.

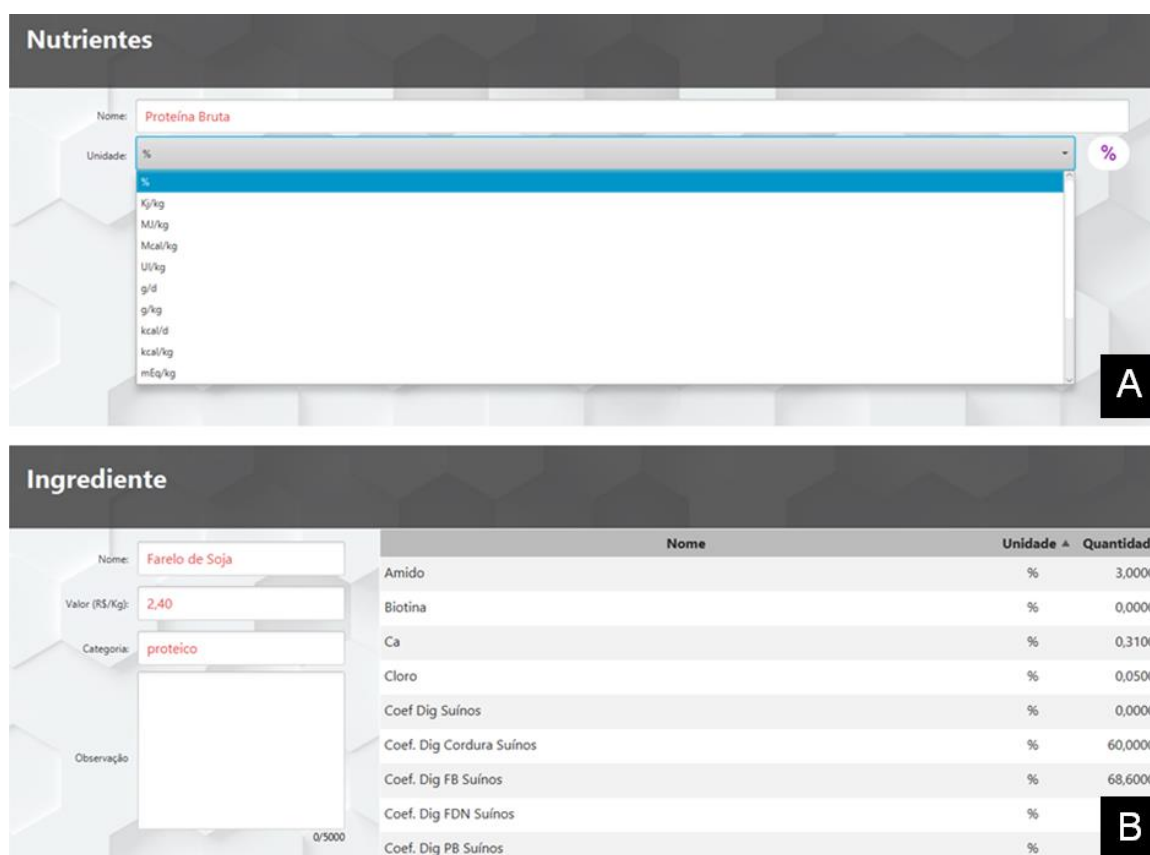


Figura 1. Submenus Nutrientes (A) e Ingredientes (B) do programa de formulação de ração *Formulae Feed Formulation Software*®.

Ao abrir o **Submenu Rações** o usuário irá nomear a ração que pretende formular e poderá determinar a porcentagem **Mínima**, **Máxima** ou **Igual** de inclusão de ingredientes na dieta (**interface Ingredientes**, Figura 2A). Ao clicar no ícone **Nutrientes** o usuário terá acesso ao local para informar as exigências

nutricionais da espécie animal desejada (**interface Exigências Nutricionais**), podendo estabelecer níveis de inclusão para cada nutriente desejado (Figura 2B). Após informar tais especificações ao programa, a ração poderá ser calculada utilizando o ícone **Calcular**.

| Ingredientes | | | | | | |
|--------------------------|------------|---|----------------|------------|------------|-----------|
| Nome | Categoria | ▲ | Valor (R\$/Kg) | Mínimo (%) | Máximo (%) | Igual (%) |
| DL-Metionina | aminoácido | | R\$ 3,00 | | | |
| L-Lisina HCL | aminoácido | | R\$ 5,00 | | | |
| L-Treonina | aminoácido | | R\$ 3,40 | | | |
| Arroz Quirera | energético | | R\$ 1,10 | | | |
| Milho | energético | | R\$ 1,50 | | | |
| Óleo de Soja | energético | | R\$ 0,90 | | | |
| Calcário Calcítico | mineral | | R\$ 0,30 | | | |
| Fosfato Bicálcico | mineral | | R\$ 0,50 | | | |
| Premix Mineral | mineral | | R\$ 0,60 | | | |
| Sal | mineral | | R\$ 1,00 | | | |
| Farelo de Soja | proteico | | R\$ 2,40 | | | |
| Farinha de Carne e Ossos | proteico | | R\$ 1,30 | | | |
| Premix Vitaminico | vitamina | | R\$ 0,70 | | | |

| Exigências nutricionais | | | | | |
|-------------------------|---------|---|-----------|--------|-------|
| Nome | Unidade | ▼ | Mínimo | Máximo | Igual |
| Energia Metabolizável | kcal/kg | | 3230,0000 | | |
| Ca | % | | | 0,4740 | |
| Cloro | % | | 0,1400 | | |
| Fósforo Digestível | % | | 0,2300 | | |
| Fósforo Disponível | % | | 0,2310 | | |
| Lisina Digestível | % | | 0,7480 | | |
| Matéria Seca | % | | | | |
| Met+ Cis Digestível | % | | 0,4490 | | |
| Metionina Digestível | % | | 0,2320 | | |
| Potássio | % | | 0,3720 | | |
| Proteína Bruta | % | | 13,9200 | | |
| Sódio | % | | 0,1500 | | |
| Treonina | % | | 0,5010 | | |

Figura 2. Interface de Ingredientes (A) e Exigências Nutricionais (B) do programa de formulação de ração *Formulae Feed Formulation Software*®

Nas interfaces **Ingredientes** e **Nutrientes** também é possível estabelecer relações entre os ingredientes e/ou dos nutrientes da ração produzida. O **ícone Inserir Relação** pode ser ativo pressionando a tecla Ctrl e clicando com o mouse nos ingredientes ou nutrientes que deseja estabelecer relação.

O software utiliza o algoritmo *simplex* (DANTZIG, 1963) para calcular a fórmula da ração. Esse algoritmo realiza um procedimento algébrico iterativo que determina uma solução ótima para cada problema, caso exista, sendo os conceitos subjacentes à resolução essencialmente geométricos (HILLIER & LIEBERMAN,

2001). Na figura 3A é ilustrada a **interface Resultados** do **Submenu Rações**. As informações disponíveis neste relatório são: a composição dos ingredientes, a composição nutricional e o valor por quilo da ração. No entanto, ao calcular a ração, existe a possibilidade que exista uma solução inviável. Neste caso, um alerta é exibido na tela com a mensagem “solução inviável”. Após a formulação, ainda no **Submenu Rações**, é possível acessar a **interface Gráficos** (figura 3B), onde informações sobre a participação de cada ingrediente para a composição centesimal, nutricional e, também, no custo total da dieta são apresentadas visualmente.

| Resultado | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------|--------|--------|-------|-------------|------------|
| Nome | Ingredientes | | | | | |
| | Nome | Min | Max | Igual | Resul. (Kg) | Resul. (%) |
| Ração Terminação | Arroz Quirera | | | | 0,4272 | 42,7177% |
| Valor por kilo (R\$/Kg) | Calcário Calcítico | | 0,0200 | | 0,0000 | 0,0000% |
| R\$ 1,34 | DL-Metionina | | | | 0,0001 | 0,0125% |
| Observação | Farelo de Soja | | | | 0,1190 | 11,9003% |
| | Farinha de Carne e Ossos | | | | 0,0330 | 3,3030% |
| | Fosfato Bicálcico | | | | 0,0000 | 0,0000% |
| | L-Lisina HCL | | | | 0,0009 | 0,0887% |
| | L-Treonina | | | | 0,0003 | 0,0336% |
| | Milho | 0,3000 | | | 0,3000 | 30,0000% |
| | Premix Mineral | 0,0005 | | | 0,0861 | 8,6089% |
| | Premix Vitaminico | 0,0005 | | | 0,0005 | 0,0500% |
| | Sal | | | | 0,0029 | |
| | Óleo de Soja | | 0,0300 | | 0,0300 | |

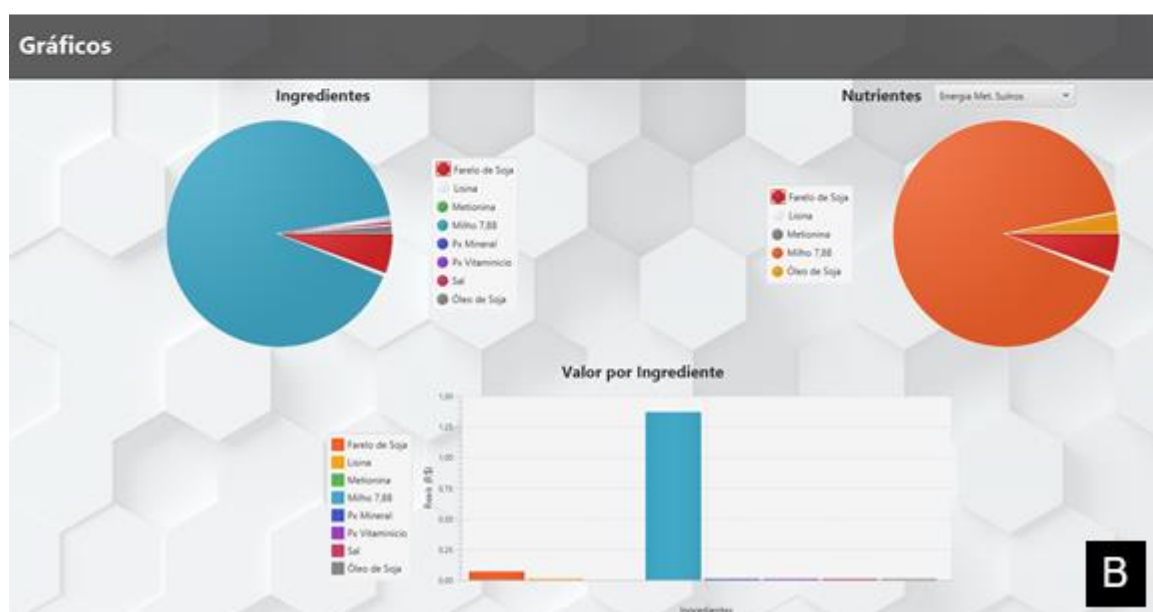


Figura 3. Interface de Resultados (A) e Interface Gráficos (B) do programa de formulação de ração *Formulae Feed Formulation Software*[®].

O **Submenu Avaliação** permite ao usuário inserir dietas previamente formuladas, seja através do *FORMULAE* ou não, com o objetivo de conhecer sua composição e, assim, avalia-las. Vale ressaltar que não é possível formular dietas a partir desse menu, já que ele não considera as exigências nutricionais dos animais, mas apenas calcula sua composição nutricional em função do nível de inclusão dos ingredientes, assim como

CONCLUSÃO

O programa de formulação de ração *Formulae Feed Formulation Software*[®]

ocorre em softwares como o *Inraporc*[®] e *EvaPig*[®].

O programa *FORMULAE* apresenta suporte aos idiomas espanhol, inglês e português, também apresenta algumas funções que permitem incorporar maior praticidade ao usuário. A possibilidade de salvar, editar, “clonar” e exportar as rações formuladas, bem como a possibilidade de compartilhamento do banco de dados entre os usuários do programa.

oferece, de forma livre, uma interface amigável e intuitiva ao usuário. O software

utiliza programação linear para calcular, com base no mínimo custo, uma dieta

balanceada para diferentes espécies de animais.

REFERÊNCIAS

ANDRETTA, I. et al. Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. **Animal**, v.10, p.1137-1147, 2016.

DANTZIG, G. B. **Linear Programming and Extensions**, Princeton : Princeton University Press, 1963. 641p.

GUPTA, R.; CHANDAN, M. Use of “Controlled Random Search Technique for Global Optimization” in Animal Diet Problem. **International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering**, v.3 (2): 284-287, 2013.

HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to Operations Research**. 7 ed. McGraw-Hill Science, Engineering, Math, 2001. 1237p.

LIEBE, D. M.; WHITE, R. R. Analytics in sustainable precision animal nutrition. **Animal Frontiers**, v. 9 (2): 16-24, 2019.

VELDKAMP, T.; BOSCH, G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. **Animal Frontiers**, v. 5 (2): 45-50, 2015.