

RFB - RUMINANT DIET FORMULATION SYSTEM: PLATAFORMA WEB PARA FORMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE DIETAS PARA RUMINANTES

CLAUDIO PUCCINELLI PICKERSGILL FILHO¹; EDERSON BUENO VETROMILE²; MARCELA RODRIGUES LINK³; ROGÉRIO FÔLHA BERMUDEZ⁴

¹ Universidade Federal de Pelotas – claudio.pickersgill@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – edersonbueno283@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – marcelalink14@gmail.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas – rogeria.bermudes@yahoo.com.br

1. DESCRIÇÃO DA INOVAÇÃO

A formulação de dietas para ruminantes exige a combinação de informações sobre composição dos alimentos, exigências nutricionais, disponibilidade de ingredientes e custos, de modo a obter dietas nutricionalmente adequadas e economicamente viáveis. Embora existam ferramentas computacionais destinadas a essa finalidade, a utilização desses sistemas pode envolver limitações relacionadas ao custo, acessibilidade, complexidade operacional ou dependência de softwares instalados localmente. Nesse contexto, foi desenvolvido o RFB – *Ruminant Diet Formulation System*, uma plataforma web destinada à formulação e otimização de dietas para ruminantes.

O sistema foi desenvolvido em linguagem Python, utilizando o framework *Streamlit* para a interface web e programação linear para a otimização das formulações. O modelo matemático busca minimizar o custo da dieta, considerando simultaneamente a proporção total dos ingredientes, limites mínimos e máximos de inclusão de cada alimento e restrições nutricionais definidas pelo usuário. A solução computacional utiliza o algoritmo de programação linear HiGHS, implementado por meio da biblioteca SciPy.

A plataforma dispõe de banco de ingredientes, cadastro de novos alimentos, definição de preços e limites de inclusão e configuração dinâmica das restrições nutricionais. Entre os nutrientes contemplados encontram-se matéria seca (MS), nutrientes digestíveis totais (NDT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), amido, cálcio (Ca), fósforo (P) e os macro e microminerais. Apenas os nutrientes para os quais são definidos limites mínimos ou máximos participam como restrições do processo de otimização, enquanto os demais permanecem disponíveis para avaliação da composição final da dieta. O sistema também possibilita salvar, editar, duplicar e comparar formulações, além da exportação dos resultados.

Como diferencial, o RFB busca reunir em uma única aplicação web uma interface simplificada, otimização matemática de custo, flexibilidade para inclusão de ingredientes e nutrientes e armazenamento das formulações, permitindo a utilização em computadores conectados à internet sem instalação de software específico. Diferencia-se também pela proposta de manter uma base de composição de alimentos adaptável às condições de utilização e permitir que as restrições sejam definidas pelo próprio formulador, possibilitando seu emprego tanto para fins produtivos quanto educacionais.

A formulação de dietas por meio de restrições nutricionais é uma abordagem consolidada na nutrição animal. Sistemas como BR-CORTE e referências internacionais como NASEM fornecem equações, dados de composição e

recomendações utilizadas na determinação das exigências de bovinos em diferentes categorias e condições produtivas (VALADARES FILHO et al., 2023; NASEM, 2021). O desenvolvimento do RFB não pretende substituir o julgamento profissional ou esses sistemas de exigências, mas disponibilizar uma ferramenta computacional flexível para transformar essas informações em formulações de menor custo.

2. ANÁLISE DE MERCADO

O público-alvo potencial é composto por zootecnistas, médicos-veterinários, agrônomos e consultores, produtores rurais, estudantes, instituições de ensino, propriedades pecuárias e empresas que necessitem formular ou avaliar dietas para ruminantes. A amplitude desse público é sustentada pela dimensão da bovinocultura brasileira: o país possuía aproximadamente 238,2 milhões de bovinos em 2024 (IBGE, 2025). O Censo Agropecuário de 2017 identificou aproximadamente 2,52 milhões de estabelecimentos com bovinos, evidenciando a extensão da atividade e, conseqüentemente, o universo potencial de usuários de ferramentas destinadas ao planejamento nutricional (IBGE, 2019).

Entre as soluções disponíveis encontram-se sistemas consolidados, como o RLM e o SuperCrac, destinados à formulação e otimização de dietas para bovinos de corte e leite, e plataformas como BR-CORTE e Windiet, que apresentam recursos para cálculo de exigências nutricionais e otimização de dietas. O RFB não busca competir exclusivamente pela quantidade de funcionalidades, mas posicionar-se como alternativa de utilização simplificada, flexível e acessível, com arquitetura web e possibilidade de personalização dos ingredientes e restrições de acordo com a realidade do usuário.

Considerando o estágio inicial da tecnologia, o mercado é analisado prioritariamente pelo número de usuários potenciais em vez de projeções financeiras consolidadas. O TAM (Total Addressable Market) compreende profissionais, propriedades, instituições e empresas relacionadas à alimentação de ruminantes no Brasil. Como indicador da dimensão máxima desse mercado, existem mais de 2,5 milhões de estabelecimentos brasileiros com bovinos. O SAM (Serviceable Available Market) corresponde à parcela desses estabelecimentos e profissionais que utiliza suplementação, formulação de dietas ou assistência técnica e possui acesso a recursos digitais. O SOM (Serviceable Obtainable Market) inicial é representado por estudantes, profissionais e propriedades vinculados às redes de ensino, pesquisa, extensão e assistência técnica, especialmente no Sul do Brasil, permitindo validação gradual da solução antes de sua expansão nacional.

3. ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO

O RFB foi concebido inicialmente como ferramenta de apoio técnico e educacional, com possibilidade de evolução para um modelo de serviço digital. Uma estratégia de sustentabilidade economicamente viável é a adoção futura de modelo freemium, mantendo funcionalidades essenciais disponíveis gratuitamente e oferecendo recursos avançados por assinatura, como ampliação do armazenamento, relatórios especializados, colaboração entre usuários, integração com bancos de dados externos e funcionalidades destinadas a consultorias e empresas. Também são possíveis parcerias com universidades, cooperativas, consultorias, empresas de nutrição animal e instituições de extensão rural.

Quanto à propriedade intelectual, o código-fonte e a arquitetura do sistema encontram-se em desenvolvimento, sendo recomendada, após consolidação da versão estável, a avaliação do registro do programa de computador junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e a definição da estratégia de licenciamento e utilização da marca RFB.

O desenvolvimento ocorreu de forma incremental. Inicialmente, foi implementado um protótipo capaz de solucionar problemas de formulação de custo mínimo. Posteriormente, foram incorporados sistema de autenticação e diferentes perfis de acesso, cadastro e gerenciamento de ingredientes, armazenamento de dietas, edição e comparação de formulações, exportação de resultados e ampliação das restrições nutricionais. A arquitetura também permite armazenamento local ou utilização de serviços em nuvem. Testes automatizados vêm sendo utilizados para verificar componentes do sistema, incluindo o solucionador matemático, persistência dos dados e funcionalidades associadas às formulações.

Com base na escala de maturidade tecnológica TRL, o RFB encontra-se atualmente em TRL 6, correspondente à demonstração das funções críticas de um protótipo em ambiente relevante. A plataforma apresenta protótipo funcional e suas principais funções computacionais encontram-se implementadas; entretanto, são necessárias etapas adicionais de validação sistemática com usuários e em situações reais de formulação antes de sua caracterização como sistema plenamente operacional.

As próximas etapas incluem a comparação sistemática das formulações obtidas pelo RFB com dietas elaboradas por ferramentas e referências consolidadas, testes com diferentes categorias de ruminantes, avaliação por profissionais e estudantes e mensuração de indicadores como adequação nutricional, custo da dieta, tempo de formulação, facilidade de uso e ocorrência de erros. Entre os principais riscos encontram-se inconsistências nos dados de composição dos ingredientes, definição inadequada das restrições pelo usuário e necessidade de atualização periódica das referências nutricionais. Para mitigá-los, prevê-se rastreabilidade das fontes utilizadas no banco de alimentos, validação de dados, avisos de inconsistência, realização de testes automatizados e manutenção periódica da base nutricional.

4. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO

Espera-se que a utilização do RFB reduza o tempo necessário para realizar e comparar formulações, facilite a identificação de dietas de menor custo que atendam às restrições nutricionais estabelecidas e diminua erros associados à realização manual de cálculos e ao gerenciamento de planilhas independentes. A plataforma também apresenta potencial educacional, permitindo que estudantes visualizem diretamente as relações entre composição dos ingredientes, restrições nutricionais, limites de inclusão e custo final da dieta.

Do ponto de vista econômico, a otimização da utilização dos ingredientes pode auxiliar na tomada de decisão diante das oscilações de preços dos alimentos, permitindo a avaliação rápida de diferentes cenários. O impacto potencial não está limitado ao menor custo absoluto da dieta, mas envolve a possibilidade de utilizar os recursos alimentares disponíveis de forma mais racional.

Sob a perspectiva ambiental, dietas formuladas de acordo com as necessidades nutricionais podem contribuir para reduzir excessos na oferta de nutrientes e melhorar a eficiência de utilização dos alimentos. Esse potencial

deverá ser quantificado em etapas posteriores do projeto por meio da comparação de diferentes cenários de formulação.

A visão de futuro contempla a expansão da plataforma para cálculo automatizado das exigências nutricionais de diferentes categorias de ruminantes, integração com modelos nutricionais reconhecidos, ampliação e atualização contínua do banco de alimentos, utilização de preços regionais, análises econômicas e de sensibilidade, funcionamento offline e integração com outras bases e sistemas de produção animal. A arquitetura desenvolvida permite ainda que o RFB evolua de uma ferramenta de formulação para uma plataforma integrada de apoio à tomada de decisão em nutrição de ruminantes.

5. CONCLUSÕES

O RFB constitui uma solução tecnológica voltada à digitalização e simplificação do processo de formulação de dietas para ruminantes, integrando banco de ingredientes, restrições nutricionais, otimização matemática de custo e gerenciamento de formulações em uma interface web. O protótipo funcional demonstra a viabilidade técnica da proposta e estabelece base para sua validação em condições práticas.

A continuidade do desenvolvimento, especialmente por meio da validação comparativa das formulações, testes com usuários e integração com referências nutricionais consolidadas, poderá ampliar sua maturidade tecnológica e potencial de aplicação. Parcerias com universidades, profissionais, propriedades rurais, cooperativas e empresas do setor de nutrição animal constituem uma oportunidade para validar, aperfeiçoar e ampliar a plataforma, contribuindo para tornar ferramentas de formulação e apoio à decisão mais acessíveis ao setor produtivo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa da Pecuária Municipal 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 8. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2021. 502 p. DOI: 10.17226/25806.

VALADARES FILHO, S.C.; BENEDETI, P.B.; CHIZZOTTI, M.L. et al. BR-Corte 5.0: formulação de dietas, predição de desempenho e análise econômica de zebuínos puros e cruzados. Viçosa, 2023. Disponível em: BR-Corte 5.0.