

Solução Computacional Sustentável para Manejo Otimizado de Animais em Sistemas de Pecuária de Precisão

Matheus C. Correia¹, Bianca O. Durgante¹, Davi L. Lemos¹
Naylor B. Perez², Teresa C. Genro², Leonardo B. Pinho¹

¹Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) - Campus Bagé
96.413-172 – Bagé – RS – Brasil

²Embrapa Pecuária Sul
96.401-970 – Bagé – RS – Brasil

{matheuscorreia,davilemos,biancadurgante}.aluno@unipampa.edu.br,
leonardopinho@unipampa.edu.br
{naylor.perez,teresa.genro}@embrapa.br

Resumo. *Este trabalho apresenta uma proposta de solução computacional que integra Redes Neurais Recorrentes para prever a taxa de acúmulo de forragem e um algoritmo heurístico de alocação dinâmica de animais, que prioriza a oferta de forragem ideal, para uma determinada carga animal por potreiro. Resultados preliminares com a ferramenta Perf ilustram o potencial da solução.*

1. Introdução

A adoção de práticas de pecuária de precisão é fundamental para aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção animal, sobretudo em sistemas de pastejo extensivo. Pesquisas anteriores, como as de [Schulte 2019] e [Soares 2021] evidenciam o potencial de Redes Neurais Recorrentes do tipo *Long Short Term Memory* (RNN LSTM) para prever a massa de forragem e posteriormente a taxa de acúmulo (TA) em áreas de pastagem natural do bioma Pampa. Neste trabalho, além de melhorias na predição da TA [Correia et al. 2024], propõe-se o uso de um algoritmo heurístico de alocação de animais para otimizar o ganho médio diário (GMD) e manter a oferta de pastagem ideal para os animais, levando em conta a carga animal definida pelo usuário. Visando avaliar o desempenho da solução, adota-se a ferramenta *Perf* para identificar o uso de recursos.

2. Proposta de Solução

A estratégia proposta inicia com a projeção da TA fornecida pela LSTM, a partir da qual se estima a quantidade de forragem disponível em cada potreiro, somando-se a massa seca inicial de cada área, medida em quilogramas por hectare (ha), à quantidade acumulada ao longo do intervalo projetado, obtendo-se assim a oferta de forragem para o período. Em seguida, o algoritmo de alocação recebe as informações do rebanho, como peso médio, GMD e consumo estimado, calculado por meio de uma porcentagem diária do peso vivo multiplicada pelo número de dias. Os animais são priorizados conforme o GMD, sendo alocados em potreiros com disponibilidade suficiente de forragem e, após cada alocação, a reserva de forragem no potreiro é atualizada. Quando nenhum potreiro atende à demanda de um animal, ele é transferido para um “potreiro de regulação”, no qual o lote de regulação é mantido até que a disponibilidade de forragem ou o manejo sejam revisados.

A abordagem contempla sistemas de pecuária de corte com pastejo rotacionado, abrangendo múltiplos potreiros com diferentes dimensões (poucas dezenas de ha), de pequenas até grandes propriedades (centenas a milhares de ha), de modo que a quantidade potencial de predições tende a ser expressiva se considerada a quantidade de propriedades existentes no Pampa. Esse procedimento possibilita a execução repetida da previsão e alocação sempre que surgirem novas estimativas da RNN LSTM, que podem ocorrer várias vezes ao dia conforme atualizações meteorológicas. Assim, a lotação é continuamente ajustada, respondendo a variações meteorológicas e mudanças na estratégia de manejo, prevenindo tanto o sobrepastejo quanto a subutilização das áreas. A capacidade de analisar múltiplos cenários simultaneamente, por meio de execução paralela, possibilita otimizar o uso da terra de forma sustentável e reduzir o impacto ambiental, tornando o sistema resiliente às variações climáticas e contribuindo para a conservação dos recursos naturais do Pampa. Essa abordagem reduz o tempo de processamento, melhora a eficiência no uso de recursos computacionais, viabiliza a gestão de um grande número de potreiros e animais e se adapta às atualizações frequentes das condições climáticas.

3. Resultados Preliminares e Discussões

Os resultados preliminares com foco no tempo médio de execução, decorrentes de 10 repetições, separando o tempo gasto no Preditor de TA (Pred) e no Alocaador de Animais (Aloc), executados em separado e em conjunto (Pred+Aloc). Aloc teve um tempo de processamento desprezível 0,002 s, enquanto Pred consumiu 1,885 s, resultando em um tempo total de 1,896 s quando ambos os módulos foram executados conjuntamente.

O uso de recursos de CPU como *cycles*, *instructions*, *cache-misses* e *branch-misses* (médias para 10 repetições) é apresentado na Tabela 1. Nota-se que o módulo Pred demanda maior processamento, evidenciado pelo alto número de trocas de contexto, migrações e *Branch-misses*, enquanto Aloc tem impacto mínimo. Resultados preliminares indicam que a solução tem viabilidade para integrar predição e alocação dinâmica sem comprometer o desempenho. Ademais, os tempos reduzidos possibilitam execuções em paralelo, tornando o sistema escalável a um maior número de potreiros e animais.

Tabela 1. Resultados preliminares dos testes de desempenho

Módulo	Ctx-Switches	Migrations	Ciclos CPU (GHz)	IPC	Branch-misses (%)
Aloc	73,796	3,076	1,407 / 3,471	0,48 / 1,56	0,02 / 4,97
Pred	233,921	21,441	1,601 / 3,897	0,49 / 2,16	0,33 / 11,38
Pred+Aloc	231,568	21,623	1,487 / 3,772	0,49 / 2,32	0,31 / 13,54

Referências

- Correia, M. C., Lemos, D. L., Durgante, B. O., Perez, N. B., Genro, T. C. M., and Pinho, L. B. (2024). Análise do efeito de índices climáticos e pluviométricos em modelos de RNN LSTM para pecuária de precisão. In *Anais da 10ª Conferência Sul em Modelagem Computacional (10º MCSul)*, Rio Grande, RS.
- Schulte, L. G. (2019). Suporte à Decisão em Pastagens: Análise Espaço-temporal e Aprendizado de Máquina para Predição da Disponibilidade de Forragem no Contexto de Smart Farming. Master's thesis, UNIPAMPA – PPGCAP.
- Soares, A. F. (2021). TouceiraTech: um Farm Management Information System para pecuária de precisão baseado em predição com redes neurais recorrentes. Master's thesis, UNIPAMPA – PPGCAP.