

Plataforma de Controle e Acompanhamento da Produção Leiteira e Manejo de Búfalas

Dairy Production Control and Management Platform for Buffaloes

Vinicius Souza Ramos	{ vinicius.ramos31@fatec.sp.gov.br }
Paulo Cesar Pedro Candiani	{ paulo.candiani@fatec.sp.gov.br }
João Pedro Kuzinor de Lima	{ joao.lima135@fatec.sp.gov.br }
Gabriel Guimarães Carneiro	{ gabriel.carneiro3@fatec.sp.gov.br }
João Pedro Dias Barreto	{ joao.barreto4@fatec.sp.gov.br }

RESUMO

O manejo eficiente de bubalinos é essencial para o desenvolvimento da pecuária leiteira, especialmente em regiões que dependem economicamente da produção de leite. No entanto, o controle e a análise de dados de rebanhos ainda são realizados de forma manual em muitas propriedades, o que compromete a produtividade e a tomada de decisões estratégicas. Este estudo propõe o desenvolvimento de uma plataforma digital para auxiliar na gestão do rebanho bubalino, com foco na produção de leite, utilizando tecnologias web e dispositivos móveis. A solução integra uma aplicação web e uma aplicação móvel conectadas a uma API desenvolvida em Node.js, responsável pela comunicação com a base de dados. A plataforma permite o registro e a visualização de informações detalhadas sobre os animais, como estágio de maturidade, raça, sexo e desempenho na lactação, além de oferecer recursos gráficos para facilitar a análise de produtividade. A proposta visa modernizar o processo de manejo, apoiar a tomada de decisões no campo e promover um controle mais inteligente da produção leiteira.

PALAVRAS-CHAVE: Pecuária leiteira; Bubalinos; Manejo de rebanho; Produção de leite.

ABSTRACT

Efficient buffalo management is essential for the development of dairy farming, especially in regions that are economically dependent on milk production. However, herd data control and analysis are still carried out manually on many farms, which compromises productivity and strategic decision-making. This study proposes the development of a digital platform to assist in the management of buffalo herds, focusing on milk production, using web and mobile technologies. The solution integrates a web application and a mobile application connected to an API developed in Node.js, which is responsible for communication with the database. The platform allows the registration and visualization of detailed information about the animals, such as maturity stage, breed, sex, and lactation performance, in addition to offering graphical resources to facilitate productivity analysis. The proposal aims to modernize the management process, support decision-making in the field, and promote smarter control of milk production.

KEYWORDS: Dairy farming; Buffaloes; Herd management; Milk production.

INTRODUÇÃO

A primeira introdução de búfalos no Brasil teria ocorrido por volta de 1895, trazidos por condenados foragidos da Guiana Francesa em um barco que aportou na costa norte da Ilha do Marajó. A introdução mais documentada, no entanto, ocorreu por volta de 1902, com uma importação feita por Bertino Lobato de Miranda para sua Fazenda São Joaquim, localizada às margens do rio Ararí, também na Ilha do Marajó. Esses búfalos eram pretos, de procedência italiana (SANTIAGO, 2016). Com o passar dos anos, diversas outras importações foram realizadas por criadores do Marajó, do Baixo Amazonas, do Nordeste, do Sul e de Minas Gerais. Atualmente, o rebanho bubalino no Brasil é de aproximadamente 1.672.956 cabeças (IBGE, 2023), distribuídas entre diversos estados.

A criação de búfalos é de grande importância para o atendimento da demanda alimentar (leite e carne) e também para a economia, tanto no Brasil quanto no mundo. Esses animais apresentam vantagens em relação a outros ruminantes domésticos, principalmente no que diz respeito à rusticidade,

à capacidade de aproveitamento de alimentos de baixa qualidade, à adaptação a terrenos alagadiços e às variadas condições climáticas e de manejo (Naiara Zoccal Saraiva José Ribamar Felipe Marques, 2019).

O leite de búfala possui características únicas que o diferenciam do leite de vaca. Segundo Marques, em seu livro *Criação de Búfalos*, na elaboração de laticínios, o leite bubalino apresenta um rendimento industrial cerca de 40% superior ao leite bovino. Além disso, possui 33% menos colesterol, 48% mais proteína, 59% mais cálcio e 47% mais fósforo. Por conter maior teor de gordura, é necessária uma menor quantidade de leite para a produção de produtos como manteiga e queijos, quando comparado ao leite de vaca (*Criação [. . .], 1998*). Com base nessas informações, as búfalas são consideradas excelentes produtoras de leite. Elas podem atingir médias superiores a 7 litros de leite por fêmea/dia, durante lactações de aproximadamente 270 dias. No entanto, a média nacional não ultrapassa 5 litros por fêmea/dia, em lactações de cerca de 250 dias (*Criação [. . .], 1998*). Para aumentar essa produtividade, práticas como a seleção de matrizes (definindo um mínimo produtivo para permanência no rebanho), a seleção de reprodutores (com foco em valor genético para produção leiteira), o manejo adequado e os cuidados sanitários são essenciais.

Para embasar este projeto, realizaram-se pesquisas de campo em propriedades voltadas à produção de leite de búfala, localizadas na região do Vale do Ribeira. Optou-se pela metodologia de pesquisa qualitativa, com o objetivo de compreender as particularidades de diferentes realidades produtivas. Foram entrevistados dois produtores com perfis distintos, um com um rebanho de 12 cabeças e outro com mais de 400, além de um médico-veterinário especializado, atuante em uma indústria de laticínios da região. Este profissional presta atendimento a diversos fornecedores da empresa, oferecendo uma visão ampla sobre os padrões e cuidados adotados na criação de bubalinos.

A pesquisa com os produtores revelou que ambos não utilizam softwares específicos para o manejo de bubalinos. Ao ser feita a pergunta: “Existe algum software específico utilizado para o gerenciamento do manejo de fazenda com foco na lactação de búfalos? Se sim, qual?”, ambos responderam que desconhecem a existência de um sistema específico para o manejo de bubalinos. Eles mencionaram conhecer plataformas desenvolvidas para o manejo de bovinos, o que não se mostra totalmente efetivo, pois, quando se trata de informações reprodutivas, o tempo de gestação do bovino é de cerca de 9 meses (SILVA, 2020), enquanto o dos bubalinos é de aproximadamente 10 meses (EMBRAPA, 2007). Dessa forma, há uma diferença média de cerca de 30 dias, o que faz com que softwares com valores pré-definidos acusassem que as búfalas estão com a reprodução atrasada.

Seguindo a mesma linha de investigação, foi questionado o interesse em utilizar um sistema específico para auxiliar o manejo: “Se existisse um software específico para o gerenciamento do manejo de fazendas com foco na lactação de búfalos, que possuísse funcionalidades para identificar os búfalos com desempenho abaixo da média e para acompanhar as informações sanitárias, zootécnicas e de lactação, como ele poderia impactar a gestão e melhorar os resultados da propriedade?”. Ambos demonstraram interesse em uma solução voltada ao setor, reconhecendo que a adoção de um sistema digital poderia tornar a avaliação do desempenho da propriedade mais precisa e reduzir perdas de informações importantes.

Durante as entrevistas, também foi feita a pergunta: “Na sua opinião, quais funcionalidades seriam necessárias para que um sistema atendesse à sua forma de trabalho?”. O objetivo foi identificar possíveis lacunas na proposta atual do sistema, permitindo o planejamento de futuras atualizações. As respostas indicaram duas sugestões relevantes: (1) a implementação de uma visualização da árvore genealógica dos animais, considerada essencial para o controle das matrizes presentes na propriedade, visando sempre as que mais produzem leite; (2) uma funcionalidade que possibilite identificar rapidamente o animal por meio do celular, exibindo seu prontuário com todas as informações

disponíveis, sendo que esta última já estava prevista na proposta do sistema em desenvolvimento.

Além das propriedades voltadas à produção de leite, também foi realizada uma entrevista com representantes de um Instituto de Zootecnia localizado na mesma região. Durante a entrevista, foi possível observar que o controle do rebanho, no instituto, é realizado por meio de planilhas eletrônicas separadas por áreas temáticas, como pesagem dos animais, produção de leite, registros de cruzamentos, tratamentos e separação de grupos. Cada planilha contém múltiplas abas correspondentes aos anos de registro, exigindo a repetição manual de informações entre diferentes arquivos e períodos. Essa estrutura fragmentada torna o processo massivo e suscetível a erros, além de dificultar a manutenção de um histórico consolidado dos dados do rebanho.

Este projeto está alinhado às áreas temáticas definidas pelo Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX), atendendo aos eixos de Meio Ambiente (5) e Tecnologia (7). Também contempla as linhas de extensão voltadas ao Desenvolvimento de Produtos (7), Desenvolvimento Tecnológico (10), Gestão do Trabalho (22) e Saúde Animal (43). Tal enquadramento reforça o compromisso da proposta com os princípios da extensão universitária, contribuindo para a integração entre conhecimento científico, demandas sociais e inovação prática no setor agropecuário (Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX), 2025).

OBJETIVOS

Desenvolver uma aplicação multiplataforma voltada à otimização e ao apoio da gestão do rebanho de bubalinos em propriedades produtoras de leite, centralizando informações zootécnicas, sanitárias, reprodutivas e produtivas, e incorporando técnicas de Inteligência Artificial para previsão da produção de leite e geração de alertas automatizados. A plataforma fornecerá ao produtor uma visão integrada do desempenho e saúde do rebanho, contribuindo para a eficiência produtiva, redução de perdas de informação e aprimoramento das estratégias de seleção, reprodução e comercialização do leite bubalino.

Para atender às necessidades dos produtores, o sistema implementará funcionalidades que permitam o acompanhamento individualizado de cada animal e o gerenciamento de indicadores-chave de desempenho da fazenda. Entre as principais funções previstas, destacam-se:

1. Registrar dados zootécnicos, métricas corporais dos animais, permitindo acompanhamento individual e monitoramento do desenvolvimento do rebanho.
2. Controlar informações sanitárias, incluindo vacinas, medicamentos e tratamentos, garantindo rastreabilidade e saúde do rebanho.
3. Gerir o ciclo reprodutivo, acompanhando cruzamentos, gestações e partos.
4. Monitorar a produção de leite, registrando volumes por animal durante o ciclo produtivo, para análise de desempenho.
5. Implementar recursos de Inteligência Artificial para prever a produção individual de leite das fêmeas, classificando o potencial produtivo e gerando alertas inteligentes para suporte à tomada de decisão.
6. Gerir a produção e comercialização do leite, controlando volumes vendidos, quantidades aprovadas e reprovadas, além de informações sobre manejo, como distribuição de piquetes e confinamentos.

Essas funcionalidades, integradas em uma única plataforma digital, visam fornecer ao produtor informações precisas e acessíveis, facilitando a tomada de decisões estratégicas e promovendo a modernização da gestão das propriedades que visam a bubalinocultura.

ESTADO DA ARTE

Com o intuito de apoiar o desenvolvimento deste projeto, foi realizada uma pesquisa sobre trabalhos e projetos correlatos. Observou-se que muitos estudos focam na fase de lactação dos bovinos, tema que, embora semelhante ao abordado neste trabalho, apresenta algumas diferenças em sua abordagem e implementação. Ainda assim, esses projetos fornecem uma base valiosa, uma vez que reforçam a necessidade da aplicação de sistemas informatizados no setor pecuário. A adoção da tecnologia se mostra uma excelente alternativa às práticas ainda comuns em muitas propriedades, como o uso de anotações físicas e planilhas em softwares genéricos. Dessa forma, a literatura existente valida a proposta deste sistema, ao destacar os benefícios da informatização no manejo leiteiro.

Um dos estudos relevantes encontrados é o de (MEIRA, 1995), que apresenta o SISCOREB, um sistema computacional desenvolvido para o controle de rebanhos leiteiros. Entre suas funcionalidades, destacam-se o controle zootécnico, acompanhamento da produção leiteira, controle sanitário, gerenciamento reprodutivo e de manejo. O sistema foi concebido para suprir as demandas de produtores e técnicos, promovendo maior organização dos dados do rebanho e auxiliando no processo de tomada de decisões. No entanto, apesar de sua importância histórica, o SISCOREB apresenta limitações diante das tecnologias atuais, como a falta de recursos de mobilidade e a inexistência de integração com sensores inteligentes. Tais deficiências evidenciam a necessidade de soluções mais modernas, adaptadas às realidades e exigências do ambiente rural contemporâneo.

O segundo projeto analisado foi o Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido por (Oliveira, 2017), que consistiu na criação de um sistema voltado ao controle de rebanho bovino leiteiro. O objetivo principal foi oferecer uma solução tecnológica alinhada às reais necessidades do campo, prezando por praticidade, agilidade e eficiência no manejo dos animais. O sistema foi implementado utilizando a linguagem de programação Java, com desenvolvimento realizado na IDE NetBeans e com armazenamento de dados em um banco relacional SQL Server. Entre suas funcionalidades, destacam-se o controle reprodutivo, a pesagem de leite, a visualização dinâmica de dados e a geração de relatórios. A aplicação foi testada na fazenda Dois Irmãos, onde foram observados resultados significativos. O controle reprodutivo dos bovinos tornou-se mais organizado e eficiente, o processo de pesagem de leite foi automatizado, reduzindo erros comuns no método manual, e as necessidades específicas do proprietário, sobretudo no que se refere à geração de relatórios, foram plenamente atendidas. Além disso, a acessibilidade e a variedade de formas de visualização dos dados facilitaram a administração da propriedade e contribuíram para a tomada de decisões estratégicas. Os resultados obtidos evidenciam o potencial da tecnologia como ferramenta essencial para o avanço da pecuária leiteira.

O terceiro trabalho analisado trata-se da dissertação de mestrado de (Carvalho, 2008), orientada pelo professor Gustavo Augusto de Andrade e coorientada por José Cláudio Reis, desenvolvida na Universidade de Alfenas (UNIFENAS) em 2008. O objetivo central do projeto foi desenvolver um sistema de informação capaz de auxiliar o produtor rural na tomada de decisões, utilizando dados provenientes da escrituração zootécnica e indicadores produtivos e reprodutivos do rebanho leiteiro. O sistema foi concebido para otimizar o manejo dos animais, com foco na simplicidade de uso, permitindo sua adoção mesmo por usuários com pouca familiaridade com computadores. Entre os principais resultados alcançados, destaca-se o desenvolvimento de uma interface amigável e intuitiva, o que facilitou o uso por parte dos produtores. O sistema possibilita o registro individual de cada animal, contemplando dados de controle produtivo, reprodutivo, sanitário e pesagem. Além disso, a ferramenta contribui significativamente para o acompanhamento preciso das informações do rebanho, promovendo uma tomada de decisão mais eficiente. Um diferencial importante do sistema é a dispensa de impressoras, permitindo a visualização direta dos relatórios na tela e, assim, reduzindo custos

operacionais. O desenvolvimento foi realizado utilizando a linguagem Borland Delphi, com ambiente gráfico para o sistema baseado no Microsoft Windows, tecnologias escolhidas pela compatibilidade com o mercado e facilidade de implementação.

Nota-se que todos os projetos analisados compartilham o objetivo de ampliar a visibilidade e o controle que o proprietário possui sobre sua fazenda, por meio do uso de sistemas informatizados. Em sua maioria, as soluções desenvolvidas adotam a arquitetura de aplicação desktop, limitando, assim, a mobilidade e o acesso remoto às informações, fatores cada vez mais importantes no contexto tecnológico atual. Essa constatação reforça a relevância do presente projeto, que busca oferecer uma abordagem mais moderna, acessível e compatível com o uso em campo, especialmente através de dispositivos móveis.

METODOLOGIA

O sistema proposto contempla o desenvolvimento de uma aplicação multiplataforma, composta por versões para web e dispositivos móveis, que atua como o principal meio de interação entre o usuário e os dados da propriedade. A aplicação oferece uma interface gráfica intuitiva, permitindo o acompanhamento completo das informações cadastradas e garantindo um controle preciso e em tempo real do rebanho, desde que a plataforma seja constantemente alimentada pelo usuário. Cada versão da aplicação desempenha um papel específico: a plataforma mobile, direcionada a funcionários e veterinários, prioriza a agilidade no lançamento de informações em campo; enquanto a versão web, voltada a gestores e proprietários, proporciona uma visualização mais ampla e detalhada dos dados em ambiente de escritório. Ambas atuam de forma integrada, promovendo sincronização automática e assegurando a consistência das informações em tempo real.

Conforme ilustrado no Fluxograma 1, a interação com o usuário inicia-se nas etapas I e II. A etapa I corresponde à plataforma web, desenvolvida em *React* com o framework *Next.js*. Atualmente, a plataforma web encontra-se hospedada na Vercel, uma solução *serverless*, que dispensa a necessidade de um servidor dedicado. A etapa II refere-se à plataforma mobile, desenvolvida em *React Native*, framework que consiste em um conjunto de ferramentas voltadas à criação de aplicações móveis nativas (Bruna Escudelar, 2021). O aplicativo tem como principal funcionalidade oferecer uma interface simplificada e intuitiva, voltada ao lançamento de dados em campo.

Ambas as plataformas comunicam-se com o Back-end (etapa III) por meio de uma Interface de Programação de Aplicações, do inglês *Application Programming Interface* (API), desenvolvida em *TypeScript* com o framework *Nest.js*. Como parte do Back-end, foram implementados recursos adicionais com o objetivo de aperfeiçoar a usabilidade e a fluidez do sistema, destacando-se a integração com dois modelos de Inteligência Artificial (IA). A primeira delas é a API *Gemini* (etapa IV), um modelo generativo multimodal desenvolvido pelo Google. No contexto deste projeto, a *Gemini* é utilizada no sistema de alertas, por meio do modelo *gemini-1.5-flash*. Essa implementação analisa um *prompt* elaborado especificamente para o domínio do sistema e define a prioridade de cada alerta como alta, média ou baixa, simplificando de maneira significativa a lógica de priorização e resposta.

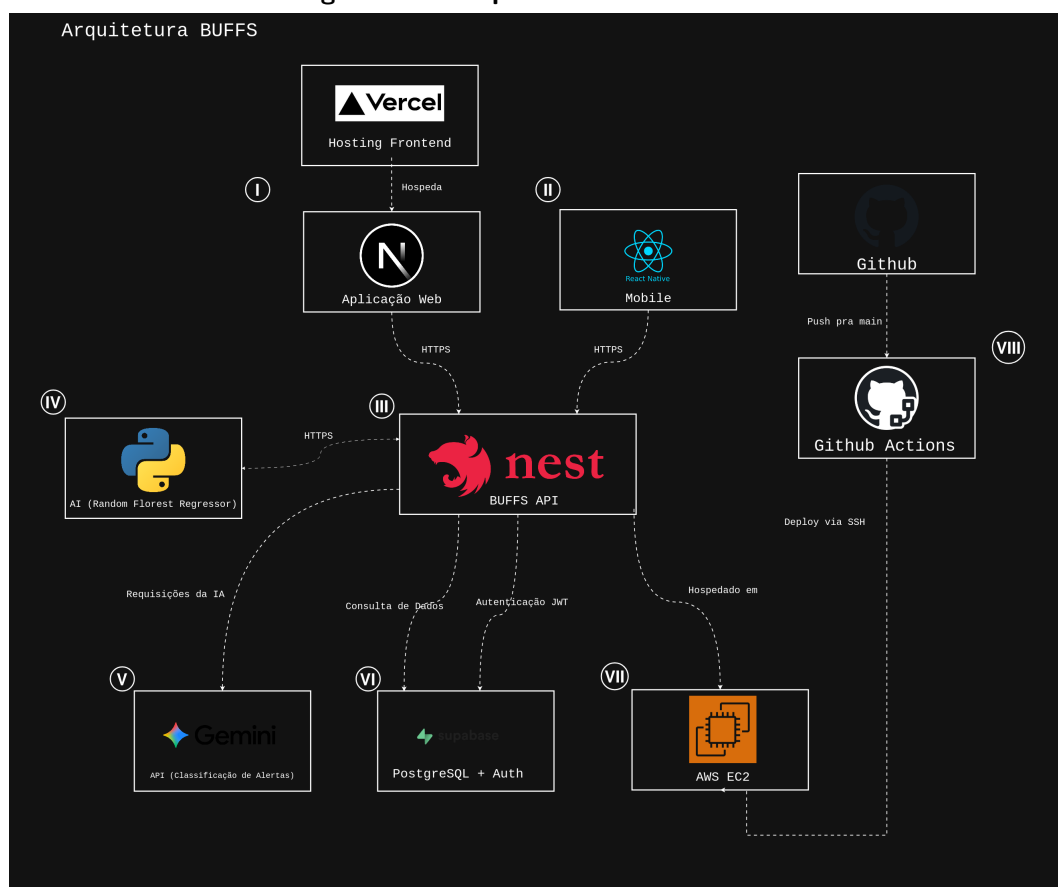
A segunda IA (etapa V) foi desenvolvida pelo próprio grupo e baseia-se no algoritmo *Random Forest Regressor*, um método de aprendizado supervisionado que combina múltiplas árvores de decisão para realizar previsões numéricas. O modelo é treinado com diversas amostras aleatórias dos dados e, para cada árvore, um subconjunto de atributos, conhecidos como *features*, é selecionado de forma aleatória, promovendo diversidade entre os estimadores. A predição final é obtida a partir da média dos resultados de todas as árvores, aumentando a precisão e reduzindo o risco de sobreajuste, conhecido como *overfitting*, em comparação com o uso de uma única árvore de decisão. No contexto

deste trabalho, o modelo tem como objetivo prever individualmente a produção de leite de cada fêmea, utilizando seu histórico produtivo, reprodutivo, sanitário, zootécnico e genético. Essas informações são consolidadas em um conjunto de *features* estruturadas e, a partir delas, o sistema gera uma predição que classifica o potencial produtivo em categorias, sendo elas alto, bom, médio ou baixo. O resultado é ainda comparado com a média da propriedade e fornece informações adicionais, como o volume previsto em litros, o percentual em relação à média e a data da predição.

Para disponibilizar todo o Back-end de forma operacional e acessível, o mesmo foi hospedado na nuvem utilizando o serviço *Amazon EC2, Elastic Compute Cloud*, da *Amazon Web Services (AWS)*. Essa escolha permite escalar a infraestrutura dinamicamente, otimizando custos e garantindo melhor desempenho do sistema. A API é responsável por gerenciar toda a lógica de negócios, incluindo a criação, consulta, atualização e exclusão de registros no banco de dados, além de processar requisições provenientes das plataformas web e mobile. O controle de *deploy* automático (etapa VI) é realizado por meio do *GitHub Actions*, que integra diretamente com a instância EC2, automatizando atualizações e correções e assegurando que a aplicação permaneça sempre disponível e atualizada para os usuários.

Para o armazenamento das informações, o banco de dados do sistema (etapa VII) foi desenvolvido em *PostgreSQL*, escolhido pela sua robustez e pela consistência oferecida pelo modelo relacional na organização e integridade dos dados. Essa estrutura permite armazenar grandes volumes de informações de forma estruturada, garantindo que registros relacionados, como dados de produção, lactação e histórico sanitário dos animais, sejam mantidos de forma segura e coerente. Atualmente, o banco de dados encontra-se hospedado na nuvem por meio da plataforma *Supabase*, que oferece compatibilidade nativa com o PostgreSQL, além de recursos adicionais de autenticação e armazenamento.

Fluxograma 1 – Arquitetura do fluxo das redes



Fonte: Autoria Própria (2024)

Após a análise do fluxo apresentado, nota-se que grande parte do sistema encontra-se hospedada na nuvem, seja por meio de serviços *serverless*, de bancos de dados em ambiente cloud ou de máquinas virtuais dedicadas. Essas escolhas, no momento atual, mostraram-se adequadas sob a ótica do grupo, uma vez que permitem distribuir as *stacks* entre diferentes serviços, evitando a sobrecarga de um único sistema. Além disso, essa configuração possibilita a realização de testes de forma gratuita, sem a necessidade de investimentos iniciais em infraestrutura. Essa abordagem visa preparar o sistema para as próximas etapas do projeto, especialmente a fase de testes e validação da plataforma em um ambiente real, como uma propriedade rural parceira que venha a colaborar com o experimento. Após a conclusão da fase de validação, será possível mensurar o volume de recursos necessários para manter o sistema operacional de maneira estável, avaliando o custo-benefício e o dimensionamento adequado da infraestrutura, de modo a garantir a continuidade e o desempenho da aplicação.