

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO



**SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA PARA PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS EM MODO 100% OFFLINE**

PEDRO MACEDO PARONETTO FARIA VIANA

GOIÂNIA

2026

PEDRO MACEDO PARONETTO FARIA VIANA

**SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA PARA PEQUENOS
PRODUTORES RURAIS EM MODO 100% OFFLINE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Ciências Exatas e
da Computação, da Pontifícia Universidade
Católica de Goiás, como parte dos requisitos
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia da Computação.

Orientador(a): Prof. Me. Eugênio Júlio M.
Candido Carvalho

GOIÂNIA

2026

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é, antes de tudo, uma homenagem a todos que cuidaram, amaram e se dedicaram a mim ao longo dessa jornada. Compreendo que as escolhas que fiz me trouxeram até aqui; contudo, elas só foram possíveis graças àqueles que me deram as condições de escolher, errar e recomeçar.

Agradeço, primeiramente, a Deus, pelas bênçãos que acompanham meus 21 anos de vida. Ao meu professor orientador, Eugênio Júlio, que desde o início da minha trajetória universitária me inspirou no caminho da computação, contribuindo para minha formação com pensamentos críticos e reflexões teóricas de grande valor.

Agradeço, sobretudo, aos meus pais, Eduardo de Faria Viana e Débora Macedo Paronetto Viana, maiores influenciadores e formadores do meu caráter. Obrigado por sempre me oferecerem não apenas a oportunidade de aprender, mas também a de errar, o que foi fundamental para o meu crescimento. Pela generosidade com que abdicaram de tantas coisas por mim e pelos meus irmãos, seremos eternamente gratos.

À minha namorada, Maria Fernanda Viana, que durante toda a graduação jamais deixou de me apoiar, estando presente nos momentos mais desafiadores e me incentivando, constantemente, a alcançar minha melhor versão.

Por fim, agradeço ao meu avô, Hildo Áurio Viana, que, mesmo não estando mais presente fisicamente, permaneceu ao meu lado em cada etapa desta caminhada. Sua dedicação à Medicina Veterinária deixou um legado que atravessou gerações, influenciando a formação do meu pai e, de forma especial, inspirando este trabalho de conclusão de curso.

A todos vocês, e a tantos outros que marcaram meu caminho, minha mais sincera gratidão.

“Um passo à frente e você não está mais no mesmo lugar.”

Chico Science

RESUMO

A produção leiteira tem grande relevância para a economia rural brasileira, especialmente entre pequenos produtores que frequentemente realizam o controle do rebanho e da produção de forma manual. Este trabalho apresenta o desenvolvimento do sistema Gestão Leiteira, aplicação projetada para funcionar em modo 100% offline, viabilizando o registro e a consulta de dados mesmo em locais sem acesso à internet — realidade comum em propriedades rurais. As funcionalidades abrangem o cadastro e controle de animais, gerenciamento reprodutivo, acompanhamento de lactações, registro diário da produção de leite e análise de indicadores produtivos, com o objetivo de oferecer ao pequeno produtor rural uma ferramenta acessível para organizar as informações de sua propriedade e apoiar a tomada de decisões.

Palavras-chave: produção leiteira, sistema de gestão, pequenos produtores rurais, modo offline, gerenciamento rural.

ABSTRACT

Milk production plays an important role in the Brazilian rural economy, particularly among small-scale producers who frequently manage herd and production records manually. This study presents the development of Gestão Leiteira, an application designed to operate in 100% offline mode, enabling data recording and retrieval even in locations without internet access — a common reality in rural properties. The system's features include animal registration and control, reproductive management, lactation tracking, daily milk production recording, and productive indicator analysis, with the goal of providing small rural producers with an accessible tool to organize their property information and support decision-making.

Keywords: milk production, management system, small rural producers, offline mode, rural management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Casos de Uso do sistema Gestão Leiteira	43
Figura 2 - Diagrama de Domínio (MER) do sistema Gestão Leiteira	45
Figura 3 - Diagrama de Classes do sistema Gestão Leiteira	46
Figura 4 - Tela de Seleção da Propriedade	51
Figura 5 - Tela de Preenchimento de Senha	51
Figura 6 - Tela de Cadastro de Propriedade	52
Figura 7 - Tela Inicial (<i>Dashboard</i>)	53
Figura 8 - Tela de Controle de Animais	54
Figura 9 - Tela de Detalhes do Animal.....	55
Figura 10 - Tela de Controle de Raças.....	56
Figura 11 - Tela de Controle Reprodutivo	57
Figura 12 - Tela de Lactações	58
Figura 13 - Tela de Produção Leiteira	59
Figura 14 - Tela de Histórico de Produção	60
Figura 15 - Tela de Comparativo de Produção.....	61
Figura 16 - Tela de Configurações da Propriedade.....	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - RF01 - Seleção de propriedade no <i>login</i>	24
Quadro 2 - RF02 - Cadastro inicial de propriedade	24
Quadro 3 - RF03 - Cadastro dos dados do proprietário e da propriedade	24
Quadro 4 - RF04 - Definição e validação de senha	25
Quadro 5 - RF05 - Validação de campos obrigatórios	25
Quadro 6 - RF06 - Exibição dos dados da propriedade no <i>dashboard</i>	25
Quadro 7 - RF07 - Exibição de indicadores do rebanho	26
Quadro 8 - RF08 - Exibição de indicadores e gráfico de produção leiteira	26
Quadro 9 - RF09 - Geração de alertas automáticos de produção	26
Quadro 10 - RF10 - Cadastro de animais	27
Quadro 11 - RF11 - Consulta, filtro e ordenação de animais	27
Quadro 12 - RF12 - Visualização detalhada e genealogia do animal	27
Quadro 13 - RF13 - Gerenciamento de raças	28
Quadro 14 - RF14 - Restrição de edição dos vínculos parentais	28
Quadro 15 - RF15 - Início de manejo reprodutivo	28
Quadro 16 - RF16 - Evolução do manejo reprodutivo	29
Quadro 17 - RF17 - Criação automática da cria no nascimento vivo	29
Quadro 18 - RF18 - Gerenciamento de lactações	29
Quadro 19 - RF19 - Registro diário de produção leiteira	30
Quadro 20 - RF20 - Consulta de histórico e comparativo de produção	30
Quadro 21 - RF21 - Configuração da propriedade e da quantidade de ordenhas	30
Quadro 22 - RF22 - Encerramento de sessão	31
Quadro 23 - RNF01 - Execução multiplataforma	31
Quadro 24 - RNF02 - Funcionamento <i>offline</i>	32
Quadro 25 - RNF03 - Desempenho em dispositivos móveis	32
Quadro 26 - RNF04 - Persistência de dados	32
Quadro 27 - RNF05 - Segurança de armazenamento	32
Quadro 28 - RNF06 - Escalabilidade	33
Quadro 29 - RNF07 - Manutenibilidade	33
Quadro 30 - RNF08 - Usabilidade do sistema	33
Quadro 31 - RNF09 - Consistência de interface	33
Quadro 32 - RNF10 - Integridade dos dados	34
Quadro 33 - RNF11 - Desempenho das operações	34
Quadro 34 - RNF12 - Segurança de acesso	34
Quadro 35 - RNF13 - Isolamento de dados por propriedade	34
Quadro 36 - RNF14 - Confiabilidade dos cálculos	35
Quadro 37 - Tabela Propriedade	36
Quadro 38 - Tabela Raça	37
Quadro 39 - Tabela Animal	37
Quadro 40 - Tabela Gestação	39

Quadro 41 - Tabela Lactação 40
Quadro 42 - Tabela Produção Leiteira 41
Quadro 43 - Tabela Quantidade Ordenha 41
Quadro 44 - Pacotes NuGet utilizados 48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas
API — Application Programming Interface
.NET — *Framework* de desenvolvimento da Microsoft
CRUD — Create, Read, Update, Delete
CSS — Cascading Style Sheets
FK — Foreign Key (Chave Estrangeira)
HTML — HyperText Markup Language
IDE — Integrated Development Environment
iOS — iPhone Operating System
MAUI — Multi-platform *App* UI
NBR — Norma Brasileira
NuGet — Gerenciador de pacotes do .NET
ORM — Object-Relational Mapping
PK — Primary Key (Chave Primária)
RD — Requisito de Domínio
RF — Requisito Funcional
RNF — Requisito Não Funcional
RUN — Requisito de Usuário - Necessidades
SQL — Structured Query Language
SQLite — Sistema de gerenciamento de banco de dados relacional embarcado
SVG — Scalable Vector Graphics
TCC — Trabalho de Conclusão de Curso
UC — Use Case (Caso de Uso)
UI — User Interface (Interface de Usuário)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivos Específicos	14
1.3 Justificativa	15
1.4 Stakeholders	16
2 DESCRIÇÃO GLOBAL	16
2.1 Aspecto Geral do Produto	16
2.1.1 Interfaces do Sistema.....	17
2.1.2 Interfaces do Usuário	18
2.1.3 Interfaces de <i>hardware</i>	19
2.1.4 Interfaces de <i>Software</i>	19
2.1.5 Interfaces de Comunicação.....	19
2.2 Funções do Sistema	20
2.3 Restrições/Limitações	20
2.4 Regras de negócio	22
3 REQUISITOS ESPECÍFICOS.....	23
3.1 Requisitos Funcionais	23
3.2 Requisitos Não Funcionais ou Qualidade	31
4 DESCRIÇÃO DE DADOS DO SISTEMA	35
4.1 Relacionamentos entre as Entidades	42
5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO	43
6 DIAGRAMA DE CLASSES E DIAGRAMA DE DOMÍNIO	44
6.1 Diagrama de Domínio	44
6.2 Diagrama de Classes	45
7 FERRAMENTAL UTILIZADO.....	46
7.1 Linguagem e Plataforma de Desenvolvimento.....	47
7.2 .NET MAUI Blazor.....	47
7.3 Persistência de Dados — SQLite	47
7.4 Bibliotecas e Pacotes NuGet.....	48
7.5 Arquitetura e Padrões de Projeto.....	48

7.6 Recursos Visuais	49
7.7 Ambiente de Desenvolvimento.....	50
8 PROTOTIPAÇÃO DAS TELAS	50
8.1 Tela de <i>Login</i>	50
8.2 Tela de Cadastro de Propriedade	51
8.3 Tela Inicial (<i>Dashboard</i>)	52
8.4 Tela de Controle de Animais.....	53
8.5 Tela de Detalhes do Animal	54
8.6 Tela de Controle de Raças	55
8.7 Tela de Controle Reprodutivo.....	56
8.8 Tela de Lactações	57
8.9 Tela de Produção Leiteira	58
8.10 Tela de Histórico de Produção	59
8.11 Tela de Comparativo de Produção	60
8.12 Tela de Configurações da Propriedade.....	61
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
9.1 Trabalhos Futuros	64
10 REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira desempenha papel estratégico na economia agrícola brasileira, especialmente entre os pequenos produtores rurais, que respondem por parcela expressiva da produção nacional de leite e constituem a base da agricultura familiar no país (SILVA; COSTA, 2024). Apesar de sua relevância, esse segmento enfrenta desafios persistentes relacionados ao gerenciamento do rebanho, ao controle da produção e ao planejamento reprodutivo — aspectos que afetam diretamente a sustentabilidade econômica e a competitividade dessas propriedades (TORRES; LIMA, 2023).

A gestão zootécnica eficiente pressupõe o monitoramento sistemático de indicadores como taxa de concepção, intervalo entre partos e produção por lactação, permitindo a avaliação precisa do desempenho animal e a identificação de oportunidades de melhoria. O controle leiteiro, por sua vez, contribui para a identificação dos fatores que influenciam a qualidade e a quantidade do leite produzido, otimizando os processos e viabilizando decisões embasadas em dados concretos (PAULILO, 2022).

A tecnologia tem se apresentado como aliada importante da pecuária leiteira, por meio de ferramentas digitais capazes de automatizar a coleta e a análise de dados. Softwares de gestão permitem o acompanhamento preciso da produção e da saúde animal, possibilitando intervenções oportunas e baseadas em evidências. Entretanto, muitos pequenos produtores encontram dificuldades para acessar essas soluções, em razão de limitações financeiras, falta de capacitação ou inexistência de sistemas adaptados à realidade da agricultura familiar (PAULILO, 2022). Além disso, a baixa conectividade em regiões rurais representa um obstáculo adicional à adoção de soluções que dependem de acesso contínuo à internet (TORRES; LIMA, 2023).

Diante desse cenário, este trabalho apresenta o levantamento de requisitos, a modelagem, o desenvolvimento e a documentação de um sistema denominado Gestão Leiteira, voltado ao gerenciamento da produção leiteira em pequenas propriedades rurais. O sistema foi desenvolvido em arquitetura híbrida multiplataforma, utilizando o *framework* .NET MAUI Blazor (MICROSOFT, 2024), e projetado para operar em modo *offline*, característica fundamental dado o cenário comum de conectividade limitada nas áreas rurais. A persistência local dos dados é

garantida pelo banco de dados SQLite (SQLITE CONSORTIUM, 2024), leve e compatível com dispositivos móveis.

O sistema abrange funcionalidades de cadastro e controle de animais com árvore genealógica, gerenciamento reprodutivo do rebanho com criação automática de crias, acompanhamento de lactações, registro diário de produção leiteira e análise de indicadores por meio de painel interativo e comparativos de desempenho entre animais. A proposta visa oferecer ao pequeno produtor rural uma ferramenta tecnológica acessível que contribua para a organização das informações da propriedade e para a melhoria da tomada de decisões.

Este documento está organizado da seguinte forma: o Capítulo 2 apresenta a descrição global do sistema; o Capítulo 3 detalha os requisitos específicos; o Capítulo 4 apresenta a descrição de dados do sistema; o Capítulo 5, o diagrama de casos de uso; o Capítulo 6, o diagrama de domínio; o Capítulo 7, o ferramental utilizado no desenvolvimento; o Capítulo 8, a prototipação das telas; e o Capítulo 9 traz as considerações finais do trabalho.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um sistema de gestão digital para auxiliar pequenos produtores rurais no monitoramento da produção leiteira e no controle zootécnico do rebanho bovino, por meio de uma aplicação multiplataforma com funcionamento *offline*.

1.2 Objetivos Específicos

Constituem objetivos específicos deste trabalho a elaboração de um banco de dados destinado ao registro detalhado dos dados zootécnicos e da produção leiteira de cada animal, bem como a implementação de um módulo de controle leiteiro capaz de monitorar a produção diária e por lactação, contemplando a validação dos registros e a emissão de alertas automáticos. Pretende-se, ainda, desenvolver funcionalidades voltadas ao gerenciamento reprodutivo do rebanho, abrangendo o acompanhamento de gestações, o registro de eventos reprodutivos e a criação automática de crias no

sistema. Soma-se a esses objetivos a construção de um painel de indicadores (*dashboard*) que reúna informações da propriedade, do rebanho e da produção, oferecendo subsídios à tomada de decisões. Por fim, busca-se garantir uma interface intuitiva e acessível, com suporte ao funcionamento *offline*, adequada ao uso por produtores com diferentes níveis de familiaridade com a tecnologia.

1.3 Justificativa

A digitalização da gestão da pecuária leiteira representa uma oportunidade concreta de melhorar a eficiência produtiva e a organização das informações nas propriedades rurais de pequeno porte. Segundo Torres e Lima (2023), o controle adequado dos custos e da produção em pequenas propriedades rurais é determinante para a sustentabilidade da atividade, mas ainda é amplamente realizado de forma manual ou com base em registros informais, o que compromete a precisão dos dados e dificulta a identificação de oportunidades de melhoria.

Paulilo (2022) destaca que a produção leiteira familiar enfrenta desafios relacionados à falta de ferramentas adequadas de controle, o que impacta negativamente tanto a qualidade do produto quanto a rentabilidade da atividade. A inexistência de sistemas adaptados à realidade dos pequenos produtores — especialmente considerando as limitações de conectividade comuns em regiões rurais — reforça a necessidade de soluções que priorizem a usabilidade e o funcionamento sem dependência contínua de internet.

Silva e Costa (2024) apontam que a cadeia produtiva do leite no Brasil, apesar de sua relevância socioeconômica, ainda carece de instrumentos de apoio técnico voltados especificamente ao segmento familiar, onde a tomada de decisão ocorre, muitas vezes, sem respaldo em dados sistematizados. A tecnologia da informação pode preencher essa lacuna ao oferecer ferramentas acessíveis que transformem dados cotidianos em informações gerenciais úteis ao produtor.

Nesse contexto, o desenvolvimento de um sistema de gestão leiteira multiplataforma, com funcionamento *offline* e interface acessível, representa uma contribuição relevante tanto do ponto de vista tecnológico quanto social, ao ampliar o

acesso de pequenos produtores a ferramentas de apoio à tomada de decisão e à organização da atividade produtiva.

1.4 Stakeholders

Professor Eduardo Viana: Solicitante do sistema. Contribuiu com o levantamento das necessidades funcionais relacionadas ao contexto da pecuária leiteira, definindo os principais requisitos do sistema a partir de sua experiência e conhecimento sobre o tema. Atuou como principal fonte de informação sobre as rotinas produtivas, restrições operacionais e regras de negócio que orientaram o desenvolvimento da solução.

Pedro Macedo Paronetto Faria Viana: Desenvolvedor responsável pelo levantamento de requisitos, modelagem, desenvolvimento e documentação do sistema, atuando como autor do presente trabalho de conclusão de curso.

2 DESCRIÇÃO GLOBAL

Este capítulo apresenta uma visão geral do sistema proposto, descrevendo seu contexto de utilização, suas principais interfaces, funções, restrições e regras de negócio. O aplicativo foi idealizado a partir do levantamento de necessidades realizado com o solicitante, Professor Eduardo Viana, considerando a realidade da gestão leiteira em propriedades rurais de pequeno porte. O sistema tem como objetivo apoiar o controle do rebanho, o acompanhamento reprodutivo, o registro de lactações e a gestão da produção de leite, oferecendo ao produtor uma ferramenta digital para organização das informações zootécnicas e produtivas da propriedade.

2.1 Aspecto Geral do Produto

O produto consiste em um aplicativo voltado à gestão da produção leiteira, com foco no controle de propriedades rurais, animais, reprodução, lactação e produção de

leite. A proposta do sistema é centralizar informações que, muitas vezes, são mantidas apenas em anotações manuais ou em registros dispersos, dificultando o acompanhamento do rebanho e a tomada de decisão pelo produtor.

A solução foi concebida para atender principalmente pequenos produtores rurais, disponibilizando recursos que permitam visualizar dados da propriedade, acompanhar indicadores do rebanho, controlar os eventos reprodutivos das vacas, registrar a produção leiteira diária e consultar históricos produtivos. Além disso, o sistema foi estruturado com base nas demandas levantadas junto ao solicitante, Professor Eduardo Viana, que contribuiu com a definição das necessidades funcionais relacionadas ao contexto da pecuária leiteira.

O sistema foi desenvolvido utilizando a tecnologia .NET MAUI Blazor, permitindo a construção de uma aplicação multiplataforma com interface moderna, componentizada e adequada ao uso em dispositivos móveis. Essa abordagem possibilita o reaproveitamento de código e favorece a organização da aplicação em componentes, contribuindo para a manutenção e evolução do *software*.

O perfil predominante dos usuários-alvo é composto por produtores rurais de pequeno porte, frequentemente com baixa escolaridade e pouca familiaridade com tecnologias digitais. Muitos desses produtores possuem acesso limitado a equipamentos e à internet, podendo apresentar dificuldade na utilização de interfaces complexas. Por essa razão, o sistema foi concebido com foco em uma experiência simples, objetiva e visualmente acessível, priorizando o uso de ícones, mensagens claras e fluxos diretos, de modo a reduzir a curva de aprendizado e facilitar a adoção da ferramenta no cotidiano da propriedade.

2.1.1 Interfaces do Sistema

O sistema de gestão leiteira possui as seguintes interfaces principais. A Tela de *Login* é responsável pela autenticação do usuário e pela seleção da propriedade a ser acessada, enquanto a Tela de Cadastro de Propriedade é destinada ao cadastro inicial do proprietário e da propriedade, incluindo a definição da senha de acesso.

A Tela Inicial (*Dashboard*) apresenta indicadores gerais da propriedade, do rebanho e da produção leiteira, além de alertas automáticos. A Tela de Controle de

Animais permite cadastrar, editar, consultar e filtrar os animais da propriedade, complementada pela Tela de Detalhes do Animal, que exibe informações completas de cada indivíduo, incluindo dados básicos, histórico reprodutivo, histórico de lactações e árvore genealógica. A Tela de Controle de Raças possibilita visualizar as raças padrão do sistema e gerenciar as raças cadastradas pelo usuário, enquanto a Tela de Controle Reprodutivo é destinada ao acompanhamento do manejo reprodutivo das vacas, desde a cobertura até a finalização da gestação. A Tela de Lactações permite iniciar, visualizar e finalizar lactações ativas do rebanho, e a Tela de Produção Leiteira é destinada ao registro diário das ordenhas e ao acompanhamento das pendências de produção. Para análise dos dados produtivos, o sistema disponibiliza a Tela de Histórico de Produção, que permite consultar registros por animal, lactação e período, e a Tela de Comparativo de Produção, que possibilita comparar o desempenho produtivo entre dois animais. Por fim, a Tela de Configurações da Propriedade permite editar dados da propriedade, alterar senha e configurar a quantidade de ordenhas diárias, e a funcionalidade de Logout é responsável por encerrar a sessão ativa da propriedade no sistema.

2.1.2 Interfaces do Usuário

O sistema foi desenvolvido para utilização em dispositivos móveis, especialmente *smartphones*, considerando o contexto de uso em propriedades rurais. A interface foi projetada para ser simples, objetiva e de fácil aprendizado, de modo a atender usuários com diferentes níveis educacionais e/ou de familiaridade com a tecnologia.

As telas foram estruturadas para priorizar: facilitar o uso e a visualização rápida das informações, utilizando indicadores, listas, cards e formulários de preenchimento direto. Dessa forma, busca-se facilitar o registro das atividades diárias da propriedade e a consulta dos dados relevantes ao manejo do rebanho.

Por ter sido desenvolvido em .NET MAUI Blazor, o sistema utiliza componentes de interface renderizados a partir da tecnologia Blazor, permitindo maior organização visual e reaproveitamento de elementos entre as telas da aplicação.

2.1.3 Interfaces de *hardware*

Para o uso adequado do sistema, considera-se a utilização em dispositivos móveis com capacidade compatível com a execução de aplicações modernas, incluindo processador, memória e armazenamento suficientes para operação da aplicação.

De forma geral, recomenda-se que o dispositivo possua recursos mínimos que possibilitem a execução adequada do aplicativo, armazenamento dos dados necessários ao funcionamento e disponibilidade para acesso às funcionalidades da solução no ambiente móvel.

2.1.4 Interfaces de *Software*

O sistema foi desenvolvido utilizando .NET MAUI Blazor, tecnologia que combina os recursos do .NET Multi-platform *App* UI (MAUI) com a construção de interfaces interativas por meio do Blazor. Essa abordagem permite o desenvolvimento de aplicações multiplataforma com compartilhamento de lógica e componentes visuais.

A solução foi projetada para execução em dispositivos móveis compatíveis com as plataformas Android e iOS, oferecendo uma interface responsiva e adequada ao uso em ambiente rural. A utilização do .NET MAUI Blazor contribui para a padronização da aplicação, para a manutenção do código e para a possibilidade de evolução futura do sistema.

2.1.5 Interfaces de Comunicação

O sistema realiza a comunicação entre a interface do usuário, desenvolvida em .NET MAUI Blazor, é a camada responsável pelo processamento e persistência das informações. Essa comunicação permite o armazenamento e a recuperação dos

dados relacionados à propriedade, aos animais, aos eventos reprodutivos, às lactações e aos registros de produção leiteira.

As interfaces de comunicação do sistema garantem que os dados inseridos pelo usuário sejam processados de forma adequada e apresentados corretamente nas diferentes funcionalidades da aplicação, preservando a consistência das informações utilizadas pela propriedade.

2.2 Funções do Sistema

Esta seção apresenta as principais funções realizadas pelo sistema. No que se refere ao acesso e à administração da propriedade, o sistema é responsável por autenticar o usuário e permitir a seleção da propriedade a ser acessada, cadastrar uma nova propriedade quando não houver propriedade vinculada ao usuário e registrar e atualizar os dados do proprietário e da propriedade. Quanto ao gerenciamento do rebanho, são contempladas as operações de cadastrar, editar, consultar e filtrar animais, bem como manter o vínculo genealógico entre pai, mãe e crias e cadastrar, listar, editar e excluir raças criadas pelo usuário. No âmbito do manejo reprodutivo, o sistema permite iniciar e acompanhar manejos reprodutivos, registrar repetição de cio, confirmação de gestação e finalização da gestação, além de criar automaticamente a cria no rebanho em casos de nascimento vivo. Em relação ao controle leiteiro, o sistema possibilita iniciar e finalizar lactações, registrar a produção leiteira diária por animal e controlar a quantidade de ordenhas previstas por dia. Para apoio à tomada de decisão, são disponibilizadas funcionalidades para exibir indicadores gerais da propriedade, do rebanho e da produção, gerar alertas automáticos de vacas em lactação sem registros recentes de produção, consultar histórico de produção leiteira por animal, lactação e período e comparar a produção entre dois animais. Por fim, o sistema permite a alteração de senha e demais configurações da propriedade, bem como o encerramento da sessão ativa do usuário.

2.3 Restrições/Limitações

Esta seção apresenta as restrições e limitações inerentes à solução desenvolvida, decorrentes das escolhas tecnológicas, das decisões de arquitetura e do escopo definido para esta versão do sistema. No que se refere às tecnologias adotadas, a aplicação depende do runtime .NET MAUI em conjunto com o Blazor Hybrid, exigindo, portanto, dispositivos compatíveis com Windows, Android, iOS ou MacCatalyst em versões suportadas por essas plataformas. O carregamento inicial da camada Blazor pode apresentar latência adicional em relação a aplicações puramente nativas, especialmente em dispositivos com *hardware* mais modesto. A renderização da interface ocorre por meio de um Blazor WebView hospedado pela aplicação MAUI, o que implica dependência do componente de WebView nativo de cada plataforma e pode acarretar variações de comportamento e desempenho entre os dispositivos suportados.

Quanto à persistência e ao armazenamento, o sistema utiliza um banco de dados local SQLite embarcado na aplicação, o que limita o volume de dados ao espaço disponível no dispositivo e pode acarretar degradação de desempenho em cenários com grande quantidade de registros históricos. A solução opera de forma estritamente local: não há sincronização automática entre dispositivos nem backup remoto integrado, de modo que a perda ou substituição do dispositivo implica a perda dos dados não exportados manualmente. Não há, nesta versão, integração com serviços em nuvem, APIs externas ou equipamentos de ordenha automatizados.

Em termos de escopo funcional, o sistema foi projetado para utilização por um único produtor por instância, não contemplando perfis distintos de usuário, hierarquia de permissões ou compartilhamento de dados entre múltiplos usuários simultâneos. A solução abrange exclusivamente o domínio da produção leiteira e do manejo reprodutivo do rebanho, não contemplando módulos financeiros, controle de estoque de insumos, gestão de pastagens, sanidade animal ou folha de pagamento. As raças padrão fornecidas pelo sistema não são editáveis pelo usuário, e os relatórios e indicadores disponíveis limitam-se ao conjunto previsto nos requisitos funcionais, sem suporte, nesta versão, à geração de relatórios personalizados ou à exportação de dados em formatos externos.

Por fim, do ponto de vista de testes e validação, a solução foi avaliada em ambiente controlado, com volumes de dados representativos do uso por pequenos produtores, não tendo sido submetida a testes de carga em larga escala nem a homologação formal em dispositivos comerciais variados.

2.4 Regras de negócio

Esta seção apresenta as regras de negócio do sistema, que orientam o seu comportamento e asseguram a consistência das informações registradas. As regras estão organizadas por domínio funcional (acesso e propriedade, manejo reprodutivo, controle leiteiro e indicadores) e independem dos requisitos funcionais descritos no Capítulo 3, devendo ser observadas pela aplicação em todas as operações pertinentes.

Acesso e cadastro da propriedade:

RN01 — Caso o usuário não possua nenhuma propriedade vinculada, o sistema deverá direcioná-lo ao cadastro de propriedade.

RN02 — A senha cadastrada para acesso deverá possuir no mínimo seis caracteres.

RN03 — O cadastro de propriedade somente poderá ser concluído com o preenchimento de todos os campos obrigatórios.

Manejo reprodutivo:

RN04 — A data provável do parto deverá ser calculada como a data de confirmação da prenhez acrescida de 280 dias.

RN05 — Quando houver prenhez ativa, o sistema deverá exibir, nos cards dos animais, as informações gestacionais correspondentes.

RN06 — Apenas vacas não lactantes poderão iniciar novo manejo reprodutivo, e o fluxo reprodutivo deverá contemplar, no mínimo, os estados “Em Cobertura” e “Gestação Ativa”.

RN07 — A finalização da gestação deverá aceitar apenas os desfechos nascimento vivo, nascimento morto ou aborto. Em caso de nascimento vivo, o sistema deverá criar automaticamente a cria no rebanho e vinculá-la à mãe; em caso de nascimento morto ou aborto, deverá incrementar a contagem correspondente no histórico reprodutivo da vaca.

Controle leiteiro:

RN08 — Apenas vacas ativas e sem lactação em andamento poderão iniciar nova lactação.

RN09 — Cada vaca poderá possuir somente uma lactação ativa simultaneamente.

RN10 — O registro de produção leiteira somente poderá ser realizado para animais com lactação ativa.

RN11 — O sistema deverá considerar, por padrão, duas ordenhas por animal por dia, permitindo alteração para uma ou três nas configurações da propriedade.

Indicadores e alertas:

RN12 — O sistema deverá identificar vacas em lactação com três dias ou mais sem registro de produção e exibir alerta no *dashboard*.

RN13 — Os indicadores do *dashboard* deverão ser calculados com base exclusivamente nos dados da propriedade atualmente logada.

3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

Este capítulo apresenta os Requisitos de Usuário – Necessidades (RUN), os Requisitos Funcionais (RF), os Requisitos Não Funcionais (RQ) e os Requisitos de Domínio (RD) definidos a partir do processo de levantamento de requisitos realizado para o sistema proposto. A identificação desses requisitos ocorreu com base na análise do problema, na definição das funcionalidades esperadas e no levantamento conduzido junto ao solicitante, Professor Eduardo Viana, cuja contribuição foi fundamental para a compreensão das rotinas, restrições e necessidades inerentes ao contexto da gestão da produção leiteira em propriedades rurais.

Os requisitos especificados neste capítulo têm como finalidade descrever, de maneira estruturada, tanto as necessidades do usuário quanto os comportamentos esperados do sistema e as características de qualidade que devem ser atendidas pela solução. Além disso, também são apresentadas regras e restrições próprias do domínio, considerando aspectos zootécnicos e operacionais relacionados ao controle do rebanho, ao manejo reprodutivo, às lactações e ao registro da produção leiteira.

3.1 Requisitos Funcionais

Esta seção apresenta os requisitos funcionais do sistema proposto, os quais descrevem as funcionalidades, serviços e comportamentos que a aplicação deve

oferecer para atender às necessidades identificadas durante o levantamento de requisitos realizado junto ao solicitante, Eduardo Viana, contemplando as principais operações relacionadas ao contexto da gestão da produção leiteira, como autenticação e seleção da propriedade, cadastro e gerenciamento de animais, controle de raças, acompanhamento do manejo reprodutivo, gerenciamento das lactações, registro da produção leiteira, consulta de históricos, comparação de desempenho produtivo e configuração das informações da propriedade.

Quadro 1 - RF01 - Seleção de propriedade no *login*

Identificador	RF01
Nome	Seleção de propriedade no <i>login</i>
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, ao acessar o sistema, o usuário visualiza a lista de propriedades vinculadas e consegue selecionar uma delas para iniciar a sessão.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2 - RF02 - Cadastro inicial de propriedade

Identificador	RF02
Nome	Cadastro inicial de propriedade
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, na ausência de propriedades vinculadas, o sistema disponibiliza a opção de cadastro e conclui o registro da nova propriedade com sucesso.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF01
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 3 - RF03 - Cadastro dos dados do proprietário e da propriedade

Identificador	RF03
Nome	Cadastro dos dados do proprietário e da propriedade
Critério de verificação	Considera-se atendido quando todos os campos previstos estiverem disponíveis para preenchimento e forem persistidos corretamente após a conclusão do cadastro.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF02
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 4 - RF04 - Definição e validação de senha

Identificador	RF04
Nome	Definição e validação de senha
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema impede senhas com menos de 6 caracteres, valida o campo de confirmação e salva a nova senha quando os dados estiverem corretos.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF02
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 5 - RF05 - Validação de campos obrigatórios

Identificador	RF05
Nome	Validação de campos obrigatórios
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema bloqueia o salvamento e exibe mensagem de validação ao deixar campos obrigatórios em branco.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 6 - RF06 - Exibição dos dados da propriedade no *dashboard*

Identificador	RF06
Nome	Exibição dos dados da propriedade no <i>dashboard</i>
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, após o <i>login</i> , a tela inicial apresenta corretamente os dados cadastrais e o total de animais da propriedade logada.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF01
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 7 - RF07 - Exibição de indicadores do rebanho

Identificador	RF07
Nome	Exibição de indicadores do rebanho
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o <i>dashboard</i> exibe os quantitativos por sexo e categoria de acordo com os animais cadastrados na propriedade.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10, RF11
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 8 - RF08 - Exibição de indicadores e gráfico de produção leiteira

Identificador	RF08
Nome	Exibição de indicadores e gráfico de produção leiteira
Critério de verificação	Considera-se atendido quando a tela inicial exibe os indicadores calculados corretamente e atualiza o gráfico conforme o período selecionado.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF19
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 9 - RF09 - Geração de alertas automáticos de produção

Identificador	RF09
Nome	Geração de alertas automáticos de produção
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema apresenta alerta para as vacas para as vacas que satisfaçam a condição e deixa de exibir o alerta após novo registro válido.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF18, RF19
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 10 - RF10 - Cadastro de animais

Identificador	RF10
Nome	Cadastro de animais
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema permite o cadastro completo do animal e o registro passa a constar na listagem do rebanho.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF13
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 11 - RF11 - Consulta, filtro e ordenação de animais

Identificador	RF11
Nome	Consulta, filtro e ordenação de animais
Critério de verificação	Considera-se atendido quando a listagem responde corretamente aos filtros e ordenações definidos pelo usuário.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 12 - RF12 - Visualização detalhada e genealogia do animal

Identificador	RF12
Nome	Visualização detalhada e genealogia do animal
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, ao abrir os detalhes do animal, o sistema apresenta os dados individuais e os vínculos familiares cadastrados.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 13 - RF13 - Gerenciamento de raças

Identificador	RF13
Nome	Gerenciamento de raças
Critério de verificação	Considera-se atendido quando é possível cadastrar nova raça, editar ou excluir raça do usuário e quando as raças padrão permanecem protegidas contra alteração.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	—
Prioridade	Média

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 14 - RF14 - Restrição de edição dos vínculos parentais

Identificador	RF14
Nome	Restrição de edição dos vínculos parentais
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, após salvar pai ou mãe do animal, o sistema não permite modificar esses campos em edição posterior.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 15 - RF15 - Início de manejo reprodutivo

Identificador	RF15
Nome	Início de manejo reprodutivo
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema permite iniciar o manejo apenas para as vacas aptas e salva o registro com status 'Em Cobertura'.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 16 - RF16 - Evolução do manejo reprodutivo

Identificador	RF16
Nome	Evolução do manejo reprodutivo
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema possibilita a mudança de estado do manejo conforme a ação realizada e atualiza corretamente o histórico reprodutivo da vaca.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF15
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 17 - RF17 - Criação automática da cria no nascimento vivo

Identificador	RF17
Nome	Criação automática da cria no nascimento vivo
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, após registrar nascimento vivo, a cria é incluída na listagem de animais e vinculada genealogicamente à vaca.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF16, RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 18 - RF18 - Gerenciamento de lactações

Identificador	RF18
Nome	Gerenciamento de lactações
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema permite abrir nova lactação para as vacas aptas, encerrar lactações existentes e refletir corretamente o status na listagem.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 19 - RF19 - Registro diário de produção leiteira

Identificador	RF19
Nome	Registro diário de produção leiteira
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema registra a quantidade informada, considera a data corrente e atualiza o status de pendência ou conclusão da ordenha do dia.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF18, RF21
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 20 - RF20 - Consulta de histórico e comparativo de produção

Identificador	RF20
Nome	Consulta de histórico e comparativo de produção
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema retorna os registros filtrados, exibe total, média e período analisado, e monta a comparação entre dois animais conforme os filtros informados.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF19
Prioridade	Média

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 21 - RF21 - Configuração da propriedade e da quantidade de ordenhas

Identificador	RF21
Nome	Configuração da propriedade e da quantidade de ordenhas
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o usuário consegue atualizar os dados da propriedade e, ao alterar a quantidade de ordenhas, essa configuração impacta a tela de produção leiteira.
Autor	Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	RF04
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 22 - RF22 - Encerramento de sessão

Identificador	RF22
Nome	Encerramento de sessão
Critério de verificação	Considera-se atendido quando, ao acionar a funcionalidade de sair, o acesso à área interna é encerrado e o usuário retorna à tela inicial de autenticação.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF01
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Requisitos Não Funcionais ou Qualidade

Esta seção apresenta os requisitos não funcionais do sistema proposto, os quais descrevem as restrições e características técnicas relacionadas ao funcionamento da aplicação, incluindo aspectos como desempenho, segurança, compatibilidade, persistência de dados e ambiente de execução, definidos a partir do levantamento de requisitos realizado junto ao solicitante, Professor Eduardo Viana, considerando o contexto de uso do sistema em propriedades rurais, com possível limitação de conectividade e utilização em dispositivos móveis, bem como a adoção da tecnologia .NET MAUI Blazor, que possibilita a execução multiplataforma, o suporte ao funcionamento *offline*, o armazenamento seguro das informações e a manutenção da integridade dos dados durante o uso do sistema.

Quadro 23 - RNF01 - Execução multiplataforma

Identificador	RNF01
Nome	Execução multiplataforma
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema executa corretamente em dispositivos móveis compatíveis.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 24 - RNF02 - Funcionamento *offline*

Identificador	RNF02
Nome	Funcionamento <i>offline</i>
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o usuário consegue operar funcionalidades essenciais sem conexão ativa.
Autor	Professor Eduardo Viana (Solicitante)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 25 - RNF03 - Desempenho em dispositivos móveis

Identificador	RNF03
Nome	Desempenho em dispositivos móveis
Critério de verificação	Considera-se atendido quando não há travamentos ou lentidão perceptível durante o uso.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 26 - RNF04 - Persistência de dados

Identificador	RNF04
Nome	Persistência de dados
Critério de verificação	Considera-se atendido quando os dados permanecem íntegros após reinício do sistema.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 27 - RNF05 - Segurança de armazenamento

Identificador	RNF05
Nome	Segurança de armazenamento
Critério de verificação	Considera-se atendido quando dados sensíveis não são armazenados em formato legível.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF04
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 28 - RNF06 - Escalabilidade

Identificador	RNF06
Nome	Escalabilidade
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o sistema mantém funcionamento adequado com crescimento de dados.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Média

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 29 - RNF07 - Manutenibilidade

Identificador	RNF07
Nome	Manutenibilidade
Critério de verificação	Considera-se atendido quando alterações podem ser realizadas sem impacto significativo no sistema.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Média

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 30 - RNF08 - Usabilidade do sistema

Identificador	RNF08
Nome	Usabilidade do sistema
Critério de verificação	Considera-se atendido quando o usuário consegue utilizar o sistema sem necessidade de treinamento.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 31 - RNF09 - Consistência de interface

Identificador	RNF09
Nome	Consistência de interface
Critério de verificação	Considera-se atendido quando os elementos seguem o mesmo padrão visual em todo o sistema.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Média

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 32 - RNF10 - Integridade dos dados

Identificador	RNF10
Nome	Integridade dos dados
Critério de verificação	Considera-se atendido quando não há inconsistências ou dados inválidos no sistema.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF10
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 33 - RNF11 - Desempenho das operações

Identificador	RNF11
Nome	Desempenho das operações
Critério de verificação	Considera-se atendido quando não há atraso perceptível nas ações realizadas.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	—
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 34 - RNF12 - Segurança de acesso

Identificador	RNF12
Nome	Segurança de acesso
Critério de verificação	Considera-se atendido quando não é possível acessar o sistema sem <i>login</i> válido.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF01
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 35 - RNF13 - Isolamento de dados por propriedade

Identificador	RNF13
Nome	Isolamento de dados por propriedade
Critério de verificação	Considera-se atendido quando não há compartilhamento indevido de dados.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF01
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 36 - RNF14 - Confiabilidade dos cálculos

Identificador	RNF14
Nome	Confiabilidade dos cálculos
Critério de verificação	Considera-se atendido quando os valores apresentados correspondem aos dados cadastrados.
Autor	Pedro Viana (Desenvolvedor)
Dependência	RF08
Prioridade	Alta

Fonte: Elaborado pelo autor

4 DESCRIÇÃO DE DADOS DO SISTEMA

Esta seção apresenta a estrutura de dados utilizada pelo sistema Gestão Leiteira, descrevendo as tabelas que compõem o modelo de persistência, seus atributos, tipos primitivos, restrições e os relacionamentos estabelecidos entre as entidades. A persistência das informações é realizada por meio de um banco de dados relacional SQLite, embarcado na própria aplicação, cujo arquivo (gestaoleiteira.db) é armazenado localmente no diretório de dados do dispositivo, viabilizando o funcionamento *offline* previsto nos requisitos não funcionais. O mapeamento objeto-relacional é feito pela biblioteca *sqlite-net-pcl*, que utiliza atributos C# (como [PrimaryKey], [AutoIncrement], [NotNull] e [Indexed]) para a definição do esquema diretamente nas classes de modelo.

O modelo de dados é composto por sete entidades principais: Propriedade, Animal, Raca, Gestacao, Lactacao, ProducaoLeiteira e QuantidadeOrdenha. As tabelas a seguir descrevem os atributos de cada entidade.

Quadro 37 - Tabela Propriedade

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único da propriedade
NomeProprietario	string	Sim	Nome completo do proprietário
NomeSocial	string	Não	Nome social do proprietário
Sexo	int	Sim	1 – Masculino, 2 – Feminino, 3 – Não informar
NomePropriedade	string	Sim	Nome da propriedade rural
Localizacao	string	Sim	Localização geográfica
AreaTotal	double	Sim	Área total da propriedade
TipoUnidade	int	Sim	1 – Alqueire, 2 – Hectare
Senha	string	Sim	Senha de acesso (mínimo 6 caracteres)
DataCadastro	DateTime	Sim	Data de cadastro no sistema

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 38 - Tabela Raça

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único da raça
NomeRaca	string	Sim	Nome da raça
Status	string	Sim	"Sistema" (raça padrão, imutável) ou "Usuario" (criada pelo usuário)

Fonte: Elaborado pelo autor

O sistema realiza a inserção automática (seed) das raças padrão no primeiro acesso: Holandesa, Jersey, Girolando, Gir Leiteiro e Guzerá Leiteiro.

Quadro 39 - Tabela Animal

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único do animal
NomeAnimal	string	Sim	Nome do animal
Numeroidentificador	string	Sim	Número de brinco/identificador
DataNascimento	DateTime	Não	Data de nascimento
PesoNascimento	double	Não	Peso ao nascer, em quilogramas
Sexo	string	Não	Sexo do animal
CategoriaAnimal	string	Sim	Categoria (bezerra, novilha, vaca, bezerro, novilho, touro)

Lactante	bool	Sim	Indica se o animal está em lactação
Status	string	Sim	Situação do animal (padrão "Ativo")
DataUltimoParto	DateTime	Não	Data do último parto
NumeroDePartos	int	Sim	Quantidade total de partos
NumeroDeAbortos	int	Sim	Quantidade total de abortos
NumeroDeNascimortos	int	Sim	Quantidade total de nascimentos sem vida
Racald	int	Sim (FK → Raca)	Referência à raça do animal
Maeld	int	Não (FK → Animal)	Referência à mãe (autorrelacionamento)
Paild	int	Não (FK → Animal)	Referência ao pai (autorrelacionamento)
Propriedadeld	int	Sim (FK → Propriedade)	Propriedade à qual o animal pertence

Fonte: Elaborado pelo autor

Para otimização de consultas, foram criados índices secundários nas colunas Propriedadeld, Racald, Maeld e Paild.

Quadro 40 - Tabela Gestação

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único da gestação
Vacald	int	Sim (FK → Animal)	Vaca submetida ao manejo reprodutivo
Touroid	int	Não (FK → Animal)	Touro reprodutor (quando aplicável)
Criald	int	Não (FK → Animal)	Cria gerada em caso de nascimento vivo
TipoCobertura	string	Não	"Monta Natural" ou "Inseminação"
DataInicio	DateTime	Sim	Data da cobertura/inseminação
DataConfirmacao	DateTime	Não	Data de confirmação da prenhez
DataFim	DateTime	Não	Data de finalização da gestação
Status	string	Não	"Em Cobertura", "Gestação Ativa", "Finalizada – Parto", "Finalizada – Aborto", "Finalizada – Nascimorto"
ScoreCorporal	double	Não	Escore de condição corporal (escala 1–5)
Observacoes	string	Não	Observações livres sobre o manejo

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 41 - Tabela Lactação

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único da lactação
AnimalId	int	Sim (FK → Animal)	Vaca à qual a lactação pertence
PropriedadeId	int	Sim (FK → Propriedade)	Propriedade vinculada
DataInicio	DateTime	Sim	Data de início da lactação
DataFim	DateTime	Não	Data de encerramento (nula enquanto a lactação estiver ativa)

Fonte: Elaborado pelo autor

Foi criado um índice secundário na coluna AnimalId para acelerar a consulta da lactação ativa de cada animal.

Quadro 42 - Tabela Produção Leiteira

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
Id	int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único do registro
AnimalId	int	Sim (FK → Animal)	Animal que produziu o leite
Lactacaoid	int	Sim (FK → Lactacao)	Lactação associada ao registro
Propriedadeld	int	Sim (FK → Propriedade)	Propriedade vinculada
Data	DateTime	Sim	Data do registro (corresponde sempre à data atual)
Quantidade	double	Sim	Volume produzido, em litros

Fonte: Elaborado pelo autor

Foram criados índices secundários nas colunas AnimalId e Lactacaoid, dada a frequência de consulta ao histórico produtivo.

Quadro 43 - Tabela Quantidade Ordenha

Atributo	Tipo primitivo	Obrigatório	Descrição
<i>Id</i>	Int	Sim (PK, autoincremento)	Identificador único do registro
Quantidade	Int	Sim	Número de ordenhas previstas por dia (1, 2 ou 3; padrão 2)
DataRegistro	DateTime	Sim	Data da última atualização da configuração

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1 Relacionamentos entre as Entidades

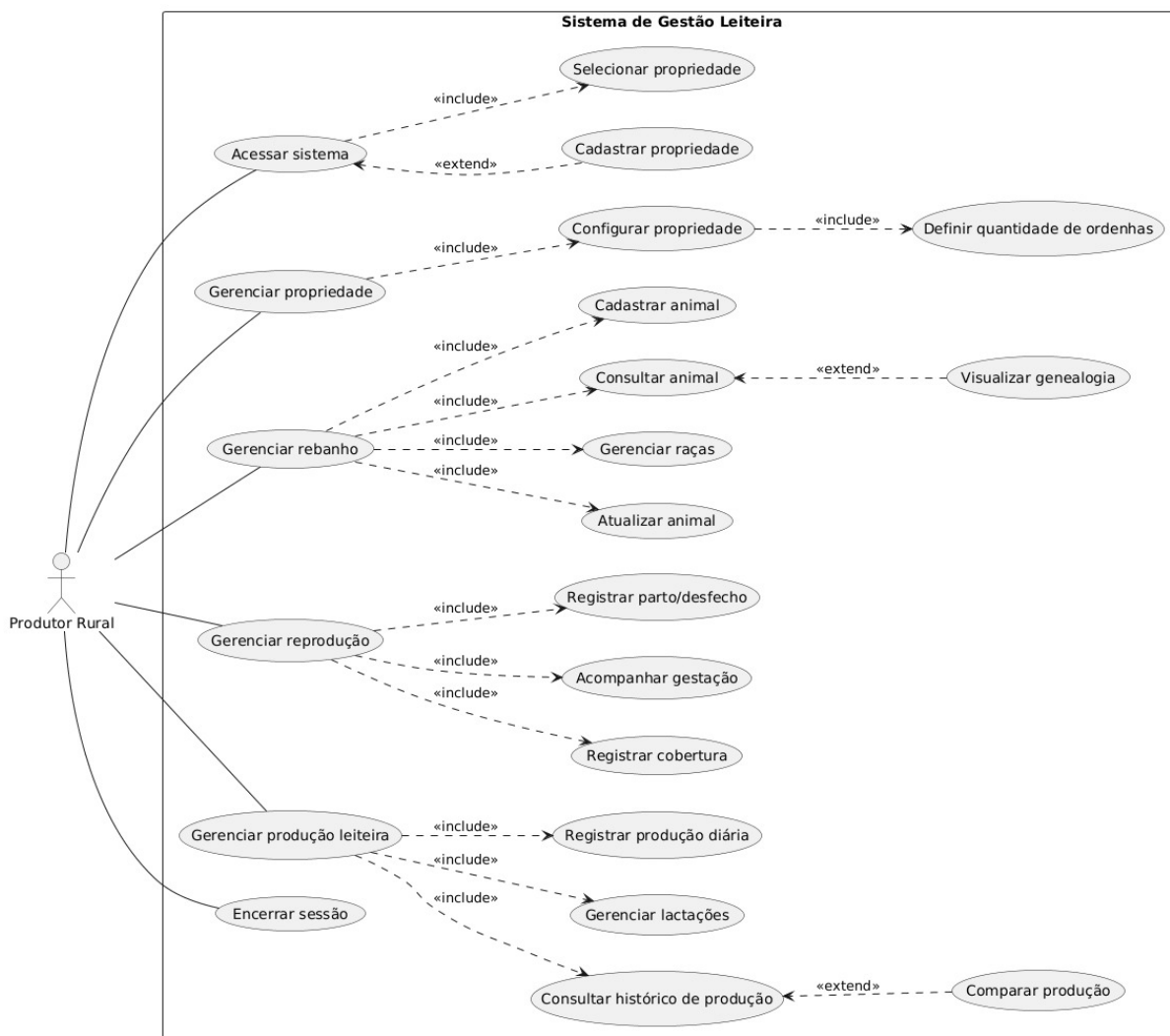
Os relacionamentos do modelo são listados a seguir, considerando a cardinalidade observada:

A entidade Propriedade mantém relacionamento 1:N com Animal, Lactacao e ProducaoLeiteira, de modo que uma propriedade contém diversos animais — pertencendo cada animal a exatamente uma propriedade por meio da chave estrangeira Animal.Propriedadeld — e tanto as lactações quanto os registros de produção encontram-se vinculados à propriedade na qual a vaca está cadastrada (FKs Lactacao.Propriedadeld e ProducaoLeiteira.Propriedadeld), o que garante o isolamento de dados previsto no requisito RNF13. A entidade Raca relaciona-se 1:N com Animal, podendo uma mesma raça estar associada a vários animais, ainda que cada animal possua uma única raça (FK Animal.Racald). A entidade Animal apresenta um autorrelacionamento 1:N, no qual um animal pode ser pai ou mãe de outros animais, materializando a árvore genealógica do rebanho por meio das chaves estrangeiras Animal.Paild e Animal.Maeld. Animal relaciona-se ainda 1:N com Gestacao, podendo uma vaca possuir múltiplos manejos reprodutivos ao longo da vida, embora apenas um ativo simultaneamente (FK Gestacao.Vacald), enquanto um touro pode estar associado a várias gestações (FK Gestacao.Touroid), e a cria gerada em caso de nascimento vivo é vinculada à gestação pelo atributo Gestacao.Criald. De forma análoga, Animal relaciona-se 1:N com Lactacao — uma vaca pode possuir várias lactações em seu histórico, sendo permitida apenas uma ativa por vez (FK Lactacao.Animalld) — e 1:N com ProducaoLeiteira, considerando que cada vaca pode possuir vários registros de produção (FK ProducaoLeiteira.Animalld). Por fim, Lactacao mantém relação 1:N com ProducaoLeiteira, agrupando todos os registros de produção realizados durante seu período de vigência (FK ProducaoLeiteira.Lactacaold).

A entidade QuantidadeOrdenha atua como uma configuração global do sistema (registro único), não estabelecendo relacionamento direto via chave estrangeira, mas influenciando a lógica de negócio referente ao registro diário de produção (RF19 e RF21).

5 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Figura 1 - Diagrama de Casos de Uso do sistema Gestão Leiteira



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de casos de uso do sistema Gestão Leiteira é apresentado na figura acima e contempla um único caso de uso geral, denominado Gerenciar Propriedade Leiteira, que representa a interação do usuário (pequeno produtor rural) com o sistema. Esse caso de uso abrange todas as operações disponibilizadas pela aplicação, contemplando a autenticação e a seleção de propriedade no *login*, o cadastro inicial da propriedade e dos dados do proprietário, a definição e a alteração de senha, a visualização dos dados e indicadores no *dashboard*, o cadastro e a consulta de animais com filtros, ordenação, visualização detalhada e árvore genealógica, o gerenciamento de raças, o controle reprodutivo — incluindo o início e

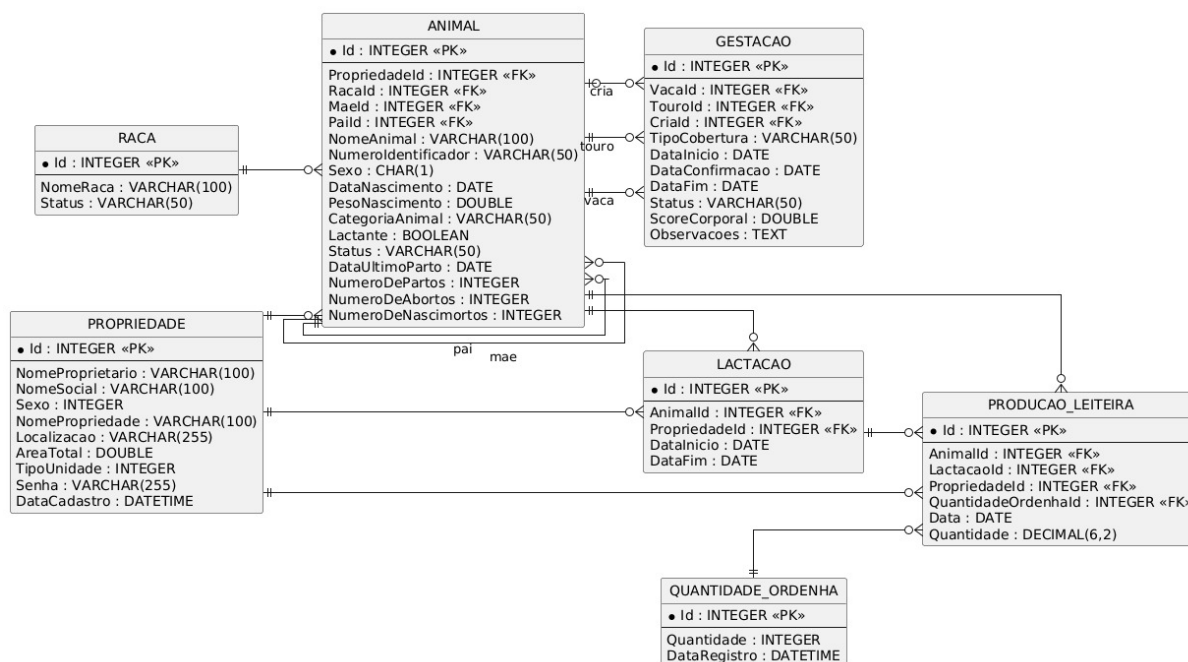
a evolução do manejo e a criação automática da cria em casos de nascimento vivo — , o gerenciamento de lactações, o registro diário de produção leiteira, a consulta ao histórico e o comparativo de produção entre animais, a configuração da propriedade e da quantidade de ordenhas, e o encerramento de sessão.

6 DIAGRAMA DE CLASSES E DIAGRAMA DE DOMÍNIO

Este capítulo apresenta dois diagramas estruturais complementares do sistema Gestão Leiteira: o diagrama de domínio, em notação entidade-relacionamento (MER), que formaliza a estrutura de persistência do banco de dados SQLite e explicita as relações entre as entidades; e o diagrama de classes, em notação UML, que descreve as classes do domínio com seus atributos e as operações responsáveis pelo comportamento de cada uma. Optou-se por apresentar primeiro o diagrama de domínio porque é nele que se evidenciam as ligações entre as entidades por meio das chaves estrangeiras e das cardinalidades, enquanto o diagrama de classes concentra-se nas ações de cada entidade — para melhor visualização, portanto, o diagrama de domínio indica as relações e o diagrama de classes as ações.

6.1 Diagrama de Domínio

Figura 2 - Diagrama de Domínio (MER) do sistema Gestão Leiteira

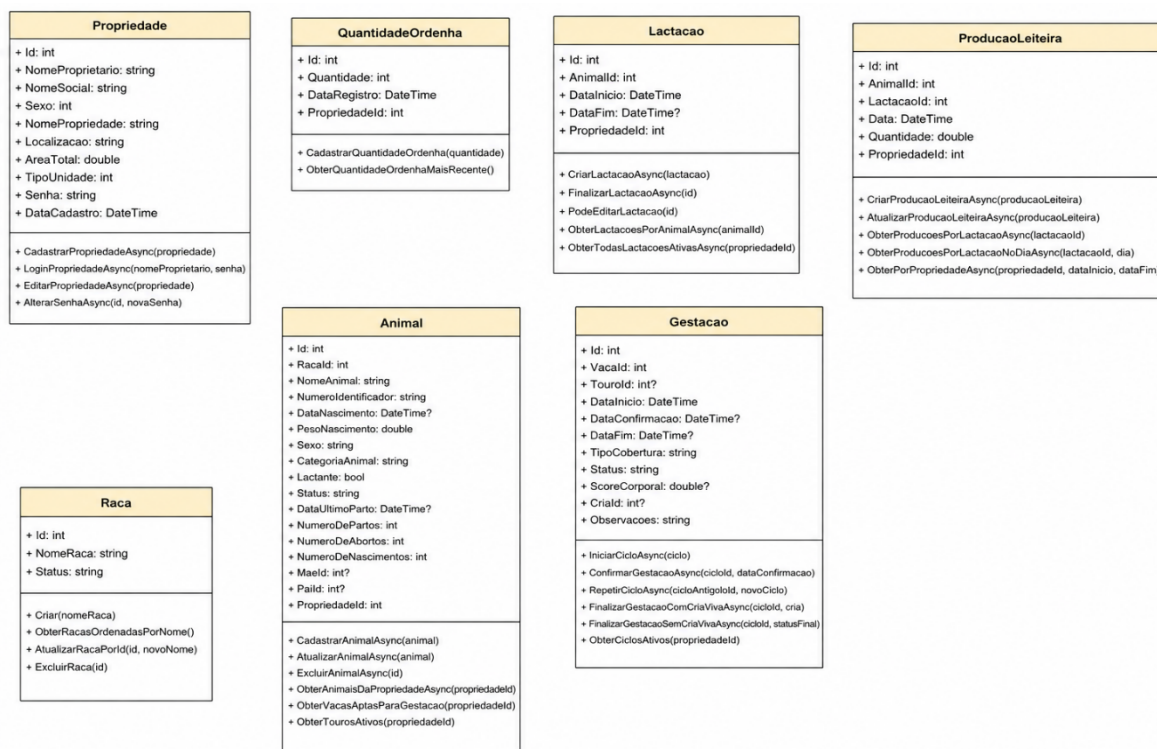


Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de domínio em notação entidade-relacionamento (MER) apresenta a visão de persistência do sistema, descrevendo as tabelas que compõem o banco de dados SQLite, seus atributos com tipos primitivos, as chaves primárias e estrangeiras e as cardinalidades dos relacionamentos. As entidades modeladas — Propriedade, Animal, Raca, Gestacao, Lactacao, ProducaoLeiteira e QuantidadeOrdenha — correspondem às classes apresentadas no diagrama de classes da Seção 6.1 e detalhadas no Capítulo 4, sendo o mapeamento objeto-relacional realizado pela biblioteca sqlite-net-pcl.

6.2 Diagrama de Classes

Figura 3 - Diagrama de Classes do sistema Gestão Leiteira



Fonte: Elaborado pelo autor.

O diagrama de classes apresenta a visão estrutural orientada a objetos do sistema, descrevendo as classes do domínio, suas propriedades e os métodos responsáveis pelo comportamento de cada entidade. As sete classes centrais — Propriedade, Animal, Raca, Gestacao, Lactacao, ProducaoLeiteira e QuantidadeOrdenha — encapsulam tanto os atributos persistidos no banco de dados quanto as operações que implementam as regras de negócio descritas no Capítulo 3, conforme orquestradas pela camada de serviços apresentada na Seção 7.5.

7 FERRAMENTAL UTILIZADO

Esta seção apresenta o conjunto de tecnologias, *frameworks*, bibliotecas e ferramentas adotados no desenvolvimento do sistema Gestão Leiteira. A escolha do ferramental teve como critérios principais a viabilidade de produção de uma aplicação multiplataforma a partir de uma única base de código, o suporte ao funcionamento *offline*, a adequação ao cenário de uso em dispositivos móveis com possíveis

limitações de *hardware* e conectividade, bem como a maturidade e a disponibilidade de documentação das tecnologias selecionadas.

7.1 Linguagem e Plataforma de Desenvolvimento

O sistema foi desenvolvido na linguagem C# 12, executada sobre a plataforma .NET 8.0, versão de longo suporte (LTS) lançada pela Microsoft. A escolha do .NET 8 fundamenta-se na sua estabilidade, no desempenho aprimorado em relação às versões anteriores e na disponibilidade de recursos modernos, como `implicit usings` e `nullable reference types`, ambos habilitados no projeto (MICROSOFT, 2024).

7.2 .NET MAUI Blazor

O *framework* principal utilizado é o .NET MAUI (Multi-platform App UI) em conjunto com a tecnologia Blazor, conformando o que se denomina .NET MAUI Blazor Hybrid. Essa combinação permite que a interface gráfica seja construída com componentes Razor (HTML, CSS e C#), executados localmente em um Blazor WebView hospedado por uma aplicação MAUI nativa, possibilitando o reaproveitamento integral do código entre as plataformas suportadas. Foram configuradas como plataformas-alvo Android, com API mínima 24 (Android 7.0); iOS, com versão mínima 14.2; MacCatalyst, com versão mínima 14.0; e Windows, com build mínima 10.0.19041 (Windows 10, versão 2004).

A integração do Blazor com o MAUI é provida pelo pacote `Microsoft.AspNetCore.Components.WebView.Maui` (MICROSOFT, 2024).

7.3 Persistência de Dados — SQLite

Para a camada de persistência foi adotado o SQLite, sistema de gerenciamento de banco de dados relacional embarcado, amplamente utilizado em aplicações móveis por seu baixo consumo de recursos e por dispensar a configuração de um servidor externo. O arquivo de banco (`gestaooleiteira.db`) é armazenado no diretório de dados

da aplicação (FileSystem.AppDataDirectory), o que garante a persistência local das informações e atende ao requisito de funcionamento *offline* (RNF0). (SQLITE CONSORTIUM, 2024).

O acesso ao banco é realizado por meio da biblioteca `sqlite-net-pcl`, na versão 1.9.172, que disponibiliza um ORM leve baseado em atributos, com suporte a operações assíncronas (`SQLiteAsyncConnection`). A conexão é configurada com as flags `ReadWrite | Create | SharedCache`, permitindo o acesso simultâneo entre múltiplas threads (PRAECLARUM, 2024).

7.4 Bibliotecas e Pacotes NuGet

Quadro 44 - Pacotes NuGet utilizados

Pacote	Versão	Finalidade
Microsoft.Maui.Controls	8.0.x	Controles e infraestrutura do .NET MAUI
Microsoft.Maui.Controls.Compatibility	8.0.x	Compatibilidade com APIs anteriores do Xamarin.Forms
Microsoft.AspNetCore.Components.WebView.Maui	8.0.x	Hospedagem de componentes Blazor em aplicações MAUI
Microsoft.Extensions.Logging.Debug	8.0.0	Geração de logs em ambiente de depuração
sqlite-net-pcl	1.9.172	ORM e driver para acesso ao banco SQLite

Fonte: Elaborado pelo autor

7.5 Arquitetura e Padrões de Projeto

A arquitetura do sistema foi organizada em camadas, adotando os padrões Repository e Service para promover a separação de responsabilidades, a

testabilidade e a manutenibilidade do código (RNF07) (MICROSOFT, 2024). A camada Models é composta pelas classes que representam as entidades do domínio e o esquema do banco de dados, enquanto a camada Data abriga o serviço responsável pela inicialização da conexão com o SQLite (DatabaseService) e pelas constantes de configuração. A camada Repositories corresponde ao acesso a dados, contemplando interfaces (I*Repository) e suas implementações concretas e isolando as operações de CRUD por entidade. Acima dela, a camada Services concentra as regras de negócio, orquestrando os repositórios e implementando as restrições previstas nos requisitos, como a criação automática de cria, a validação de lactação ativa e o cálculo da data provável do parto. A camada Components reúne os componentes Razor, organizados em *Layout* (MainLayout, NavMenu) e Pages, com as telas funcionais *Login*, Início, Animais, ControleGestacao, Lactacoes, Producao, HistoricoProducao, ComparativoProducao, ControleRacas, CadastrarPropriedade e Configuracoes. A camada Platforms contém o código específico de cada plataforma-alvo (Android, iOS, MacCatalyst e Windows) e o diretório wwwroot agrupa os recursos estáticos da camada web, incluindo arquivos CSS, ícones em formato SVG e o arquivo index.html, que hospeda o root do Blazor. A injeção de dependências é centralizada na classe MauiProgram, na qual DatabaseService, repositórios e serviços são registrados como Singleton.

7.6 Recursos Visuais

Os ícones e elementos gráficos da aplicação foram produzidos majoritariamente em formato SVG (Scalable Vector Graphics), incluindo o ícone do aplicativo (appicon.svg e appiconfg.svg) e a splash screen (splash.svg). A adoção do formato vetorial garante a apresentação correta dos elementos gráficos em diferentes resoluções e densidades de tela, característica relevante dada a diversidade de dispositivos suportados. Imagens raster complementares (PNG) e a fonte tipográfica OpenSans-Regular também integram os recursos da aplicação.

7.7 Ambiente de Desenvolvimento

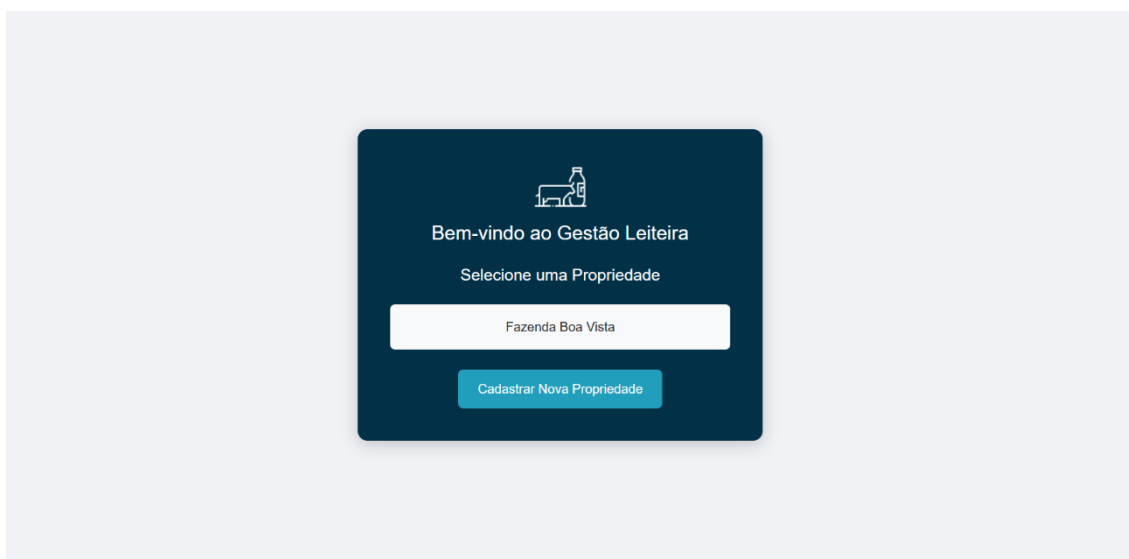
O desenvolvimento foi conduzido na IDE Microsoft Visual Studio 2022, que oferece suporte nativo ao .NET MAUI, à depuração em emuladores e dispositivos físicos e à publicação para as plataformas-alvo. O versionamento do código-fonte foi realizado com Git, hospedado em repositório remoto. Em modo de depuração, a aplicação habilita as ferramentas de desenvolvedor do Blazor WebView (BlazorWebViewDeveloperTools), facilitando a inspeção da árvore de componentes e o diagnóstico de problemas na interface (MICROSOFT, 2024).

8 PROTOTIPAÇÃO DAS TELAS

8.1 Tela de *Login*

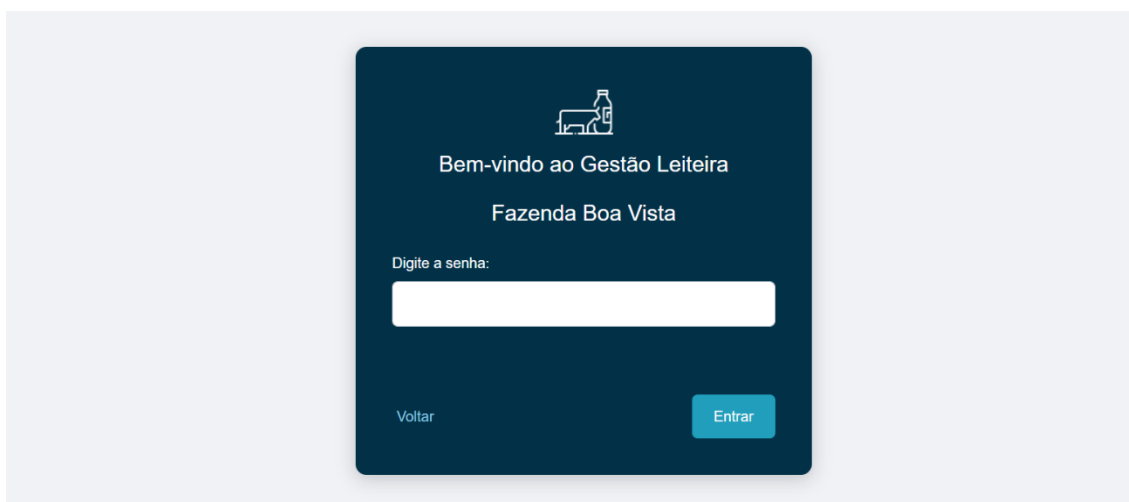
A Tela de *Login* é o ponto de entrada do sistema e organiza-se em duas etapas. Na primeira, o usuário seleciona, entre as propriedades cadastradas, aquela que deseja acessar; na segunda, é solicitada a senha previamente definida para a propriedade escolhida, conforme regra de negócio que exige no mínimo seis caracteres. Caso o usuário ainda não possua nenhuma propriedade vinculada, o sistema redireciona-o automaticamente para a Tela de Cadastro de Propriedade. Após a autenticação bem-sucedida, o usuário é encaminhado à Tela Inicial.

Figura 4 - Tela de Seleção da Propriedade



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 - Tela de Preenchimento de Senha



Fonte: Elaborado pelo autor

8.2 Tela de Cadastro de Propriedade

A Tela de Cadastro de Propriedade é utilizada no primeiro acesso ao sistema, quando ainda não há propriedade vinculada ao usuário. Nela são informados os dados do proprietário e da propriedade rural, bem como a senha de acesso, exigindo-se o preenchimento de todos os campos obrigatórios para a conclusão do cadastro.

Concluída a operação, a propriedade passa a estar disponível na Tela de *Login* e o usuário é direcionado à Tela Inicial.

Figura 6 - Tela de Cadastro de Propriedade



O formulário, intitulado "Cadastro de Nova Propriedade", é dividido em seções para coleta de dados do proprietário e da propriedade, além de uma seção de segurança. A seção "Dados do(a) Proprietário(a)" contém campos para nome, nome social (opcional), sexo (menu suspenso) e área total. A seção "Dados da Propriedade" contém campos para nome da propriedade e localização. A seção "Segurança" contém campos para senha e confirmação de senha. Botões "Voltar" e "Cadastrar" estão localizados na base direita do formulário.

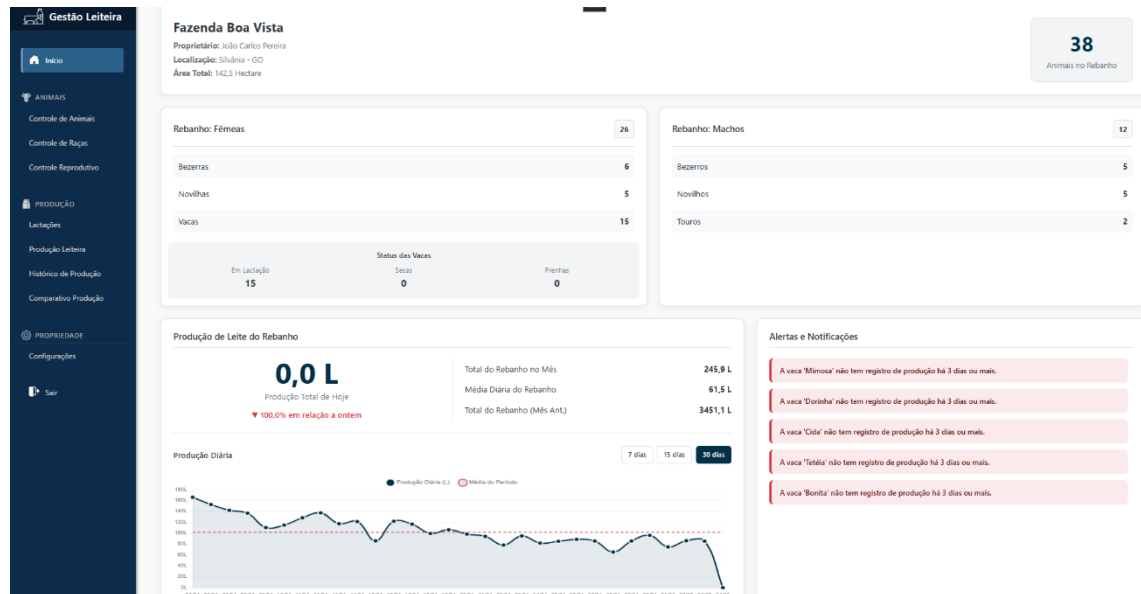
Cadastro de Nova Propriedade		
Dados do(a) Proprietário(a)		Dados da Propriedade
Nome do(a) Proprietário(a):		Nome da Propriedade:
Nome Social (Opcional):		Localização:
Sexo:	Selecione...	Área Total: 0
		Unidade: ...
Segurança		
Senha:		Confirmar Senha:
		Voltar Cadastrar

Fonte: Elaborado pelo autor

8.3 Tela Inicial (*Dashboard*)

A Tela Inicial, denominada *Dashboard*, concentra os principais indicadores da propriedade, do rebanho e da produção leiteira em uma visão única. São exibidos dados gerais da propriedade, totais e composição do rebanho, métricas de produção do período e alertas automáticos referentes a vacas em lactação sem registros recentes de produção. A partir dessa tela, o usuário acessa as demais funcionalidades do sistema por meio do menu de navegação.

Figura 7 - Tela Inicial (Dashboard)

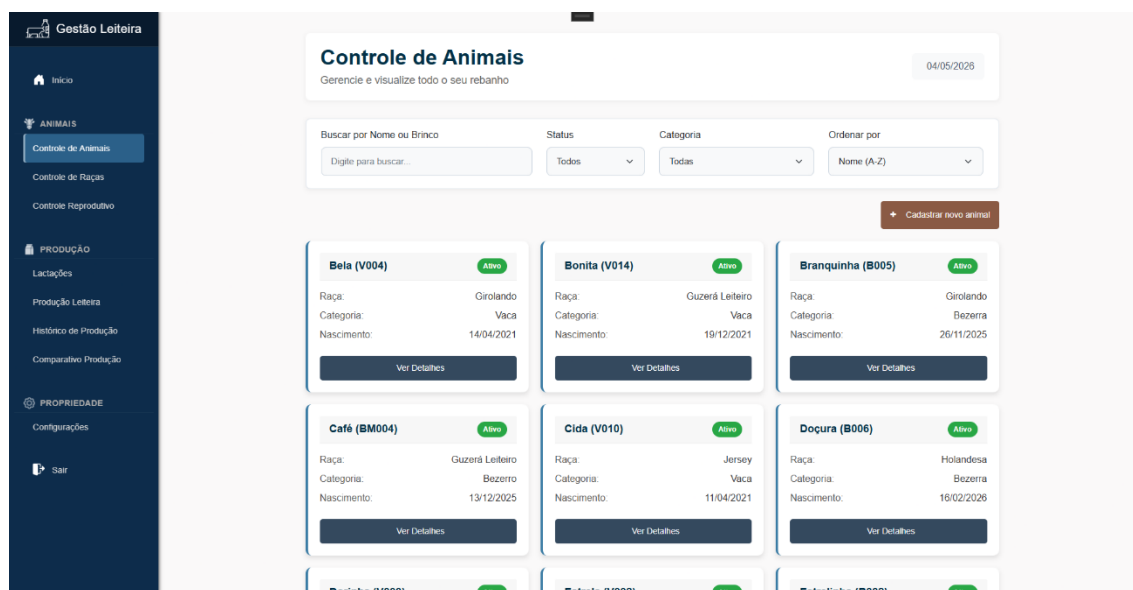


Fonte: Elaborado pelo autor

8.4 Tela de Controle de Animais

A Tela de Controle de Animais apresenta, em formato de lista com cards, os animais cadastrados na propriedade ativa. A partir dela é possível cadastrar novos animais, editar registros existentes e aplicar filtros e ordenações por atributos como nome, sexo, raça e situação reprodutiva. A seleção de um card direciona o usuário à Tela de Detalhes do Animal, com informações completas do indivíduo.

Figura 8 - Tela de Controle de Animais



Fonte: Elaborado pelo autor

8.5 Tela de Detalhes do Animal

A Tela de Detalhes do Animal exibe, de forma consolidada, todas as informações de um animal específico, incluindo dados básicos, raça, sexo, datas relevantes e informações gestacionais quando houver prenhez ativa. A tela apresenta ainda o histórico reprodutivo, o histórico de lactações e a árvore genealógica do animal, com vínculos para pai, mãe e crias, materializando o autorrelacionamento previsto no modelo de dados.

Figura 9 - Tela de Detalhes do Animal

Detalhes de Bela

Informações Básicas

Brinco/RFID: V004 Status: Ativo
 Raça: Girolando Nascimento: 14/04/2021
 Peso ao Nascer: 34,3 Kg

Histórico Reprodutivo

Nascidos Vivos: 2 Nascidos Mortos: 0
 Abortos: 0 Último Parto: 08/12/2025

Histórico de Lactações

Início	Fim	Duração	Total (L)	Média (L/dia)
13/08/25	14/03/26	214 d	4287,5	20,0
03/11/24	16/05/25	195 d	3432,8	17,6
14/11/23	Ativa	903 d	12757,5	14,1

Árvore Genealógica

Pai Desconhecido Mãe Desconhecida

Bela

Estrelinha

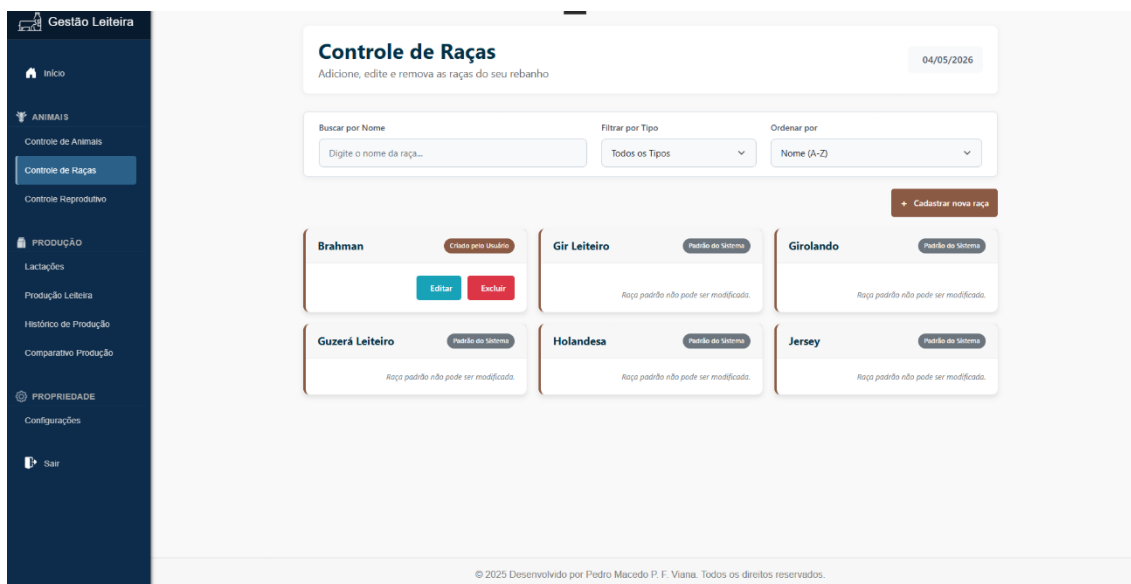
Fechar Editar Animal

Fonte: Elaborado pelo autor

8.6 Tela de Controle de Raças

A Tela de Controle de Raças permite ao usuário visualizar as raças padrão fornecidas pelo sistema — que não podem ser editadas nem excluídas — e gerenciar as raças cadastradas pela própria propriedade, com operações de inclusão, edição e exclusão. As raças cadastradas ficam disponíveis para associação aos animais nas demais telas do sistema.

Figura 10 - Tela de Controle de Raças



Fonte: Elaborado pelo autor

8.7 Tela de Controle Reprodutivo

A Tela de Controle Reprodutivo é responsável pelo acompanhamento do manejo reprodutivo das vacas aptas da propriedade. Por meio dela, o usuário inicia novos manejos — restritos a vacas não lactantes — e registra a evolução pelos estados “Em Cobertura” e “Gestação Ativa”, incluindo eventos como repetição de cio, confirmação de prenhez e finalização da gestação. Na finalização, são aceitos os desfechos nascimento vivo, nascimento morto ou aborto; em caso de nascimento vivo, o sistema cria automaticamente a cria no rebanho e a vincula à mãe.

Figura 11 - Tela de Controle Reprodutivo

Controle Reprodutivo
Monitore o manejo reprodutivo e os partos do seu rebanho

04/05/2026

Buscar por Vaca:

Ordenar por:

[+ Iniciar novo manejo](#)

Animal	Status	Confirmação Prenhez	Data Provável do Parto	Dias de Gestação	Touro	Ações
Pintada (V005)	Gestação Ativa	01/04/2026	09/01/2027	33 dias	Touro 02	Detalhes Finalizar Gestação
Florzinha (V007)	Gestação Ativa	25/02/2026	05/12/2026	68 dias	Touro 02	Detalhes Finalizar Gestação
Marrom (V011)	Gestação Ativa	05/01/2026	15/10/2026	119 dias	Touro 02	Detalhes Finalizar Gestação

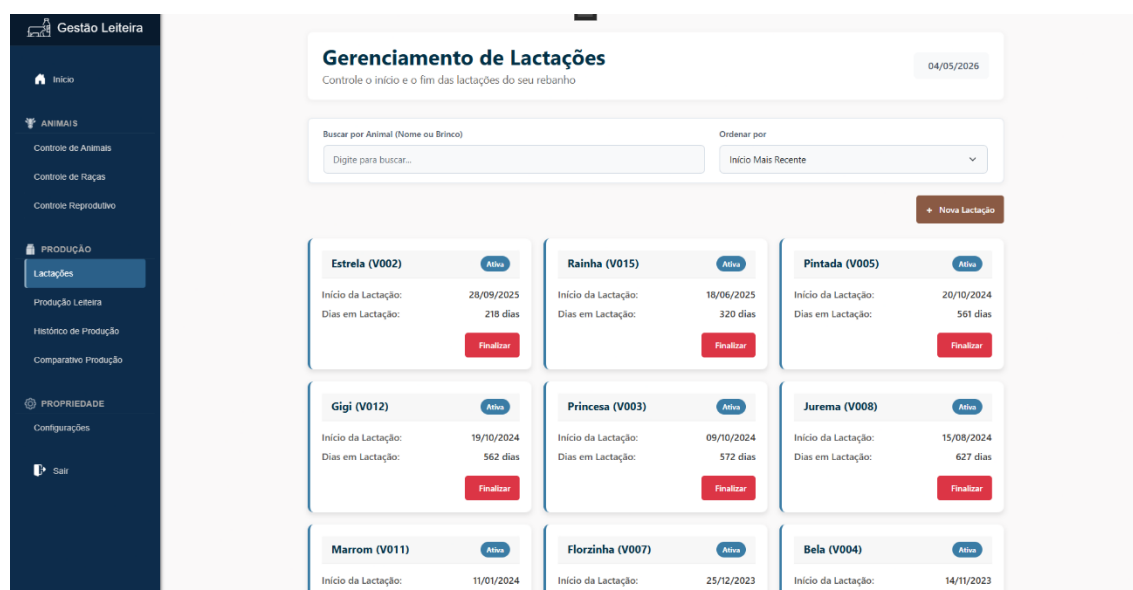
© 2025 Desenvolvido por Pedro Macedo P. F. Viana. Todos os direitos reservados.

Fonte: Elaborado pelo autor

8.8 Tela de Lactações

A Tela de Lactações concentra o gerenciamento das lactações do rebanho, permitindo iniciar nova lactação para vacas ativas sem lactação em andamento, visualizar as lactações ativas e encerrar lactações em curso. O sistema garante que cada vaca possua somente uma lactação ativa simultaneamente, condição necessária para o registro de produção leiteira.

Figura 12 - Tela de Lactações

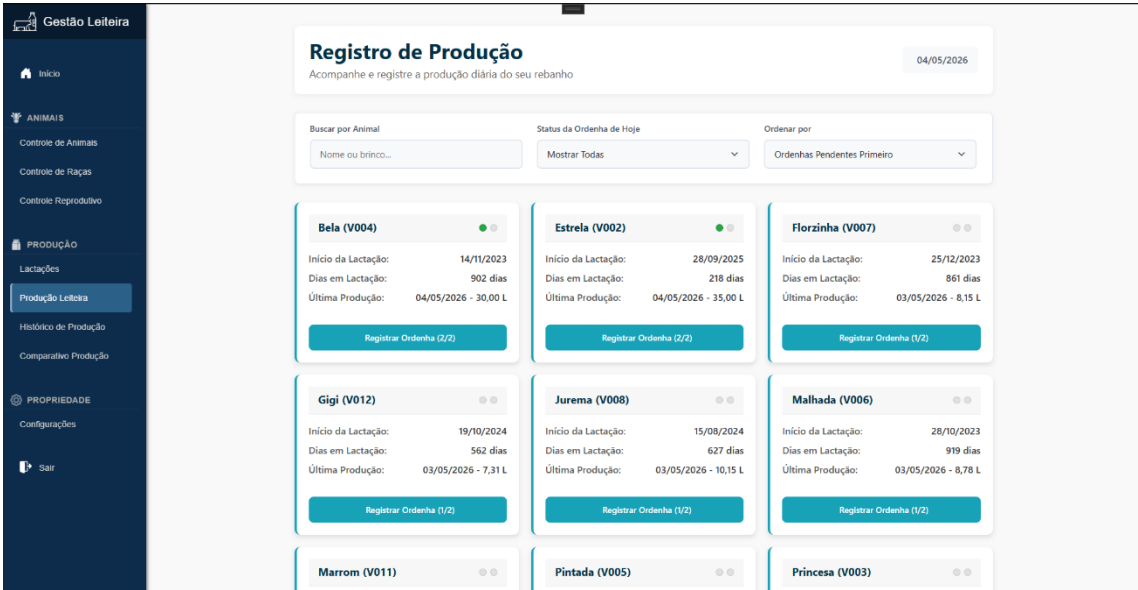


Fonte: Elaborado pelo autor

8.9 Tela de Produção Leiteira

A Tela de Produção Leiteira é destinada ao registro diário das ordenhas das vacas com lactação ativa. A data do registro é sempre a data corrente, sem possibilidade de edição manual, e a quantidade de ordenhas previstas por animal segue a configuração da propriedade — duas por padrão, com possibilidade de uma ou três. A tela apresenta também as pendências de produção do dia, facilitando a identificação dos animais ainda sem registro.

Figura 13 - Tela de Produção Leiteira

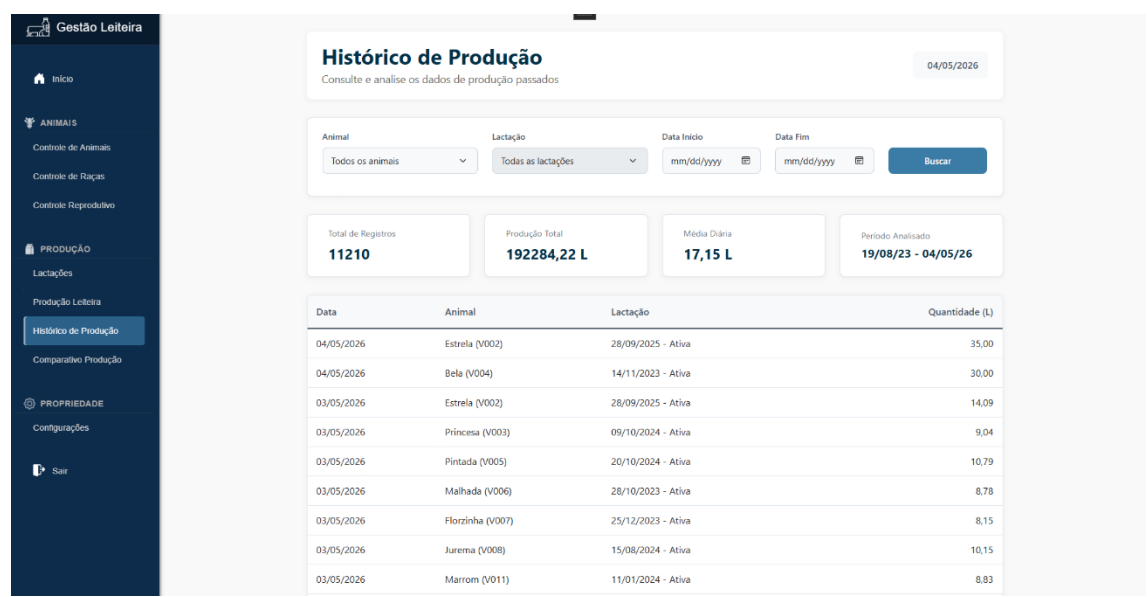


Fonte: Elaborado pelo autor

8.10 Tela de Histórico de Produção

A Tela de Histórico de Produção permite a consulta dos registros de produção leiteira por animal, lactação e período. Os dados são apresentados em formato tabular e gráfico, possibilitando ao usuário analisar a evolução produtiva ao longo do tempo e identificar variações relevantes no desempenho do rebanho.

Figura 14 - Tela de Histórico de Produção



Fonte: Elaborado pelo autor

8.11 Tela de Comparativo de Produção

A Tela de Comparativo de Produção viabiliza a comparação direta do desempenho produtivo entre dois animais. O usuário seleciona as vacas a serem comparadas e o sistema apresenta, lado a lado, os indicadores de produção das lactações escolhidas, apoiando a tomada de decisão quanto ao manejo e à seleção do rebanho.

Figura 15 - Tela de Comparativo de Produção

Comparativo de Produção
Análise o desempenho lado a lado de dois animais

04/05/2026

Animal 1

Selecione a fêmea

Bela (V004)

Selecione a lactação (opcional)

-- Todas as lactações --

Data Início (opcional)

mm/dd/yyyy

Animal 2

Selecione a fêmea

Cida (V010)

Selecione a lactação (opcional)

07/06/2025 - 14/03/2026

Data Fim (opcional)

mm/dd/yyyy

Comparar

Métrica	Bela (V004)	Cida (V010)
Período Analizado	14/11/23 - 04/05/26	07/06/25 - 13/03/26
Duração do Período (Dias)	903	280
Número de Registros	1205	262
Produção Total (L)	20507,84	3766,37
Média Diária de Produção (L)	17,02	14,38

© 2025 Desenvolvido por Pedro Macedo P. F. Viana. Todos os direitos reservados.

Fonte: Elaborado pelo autor

8.12 Tela de Configurações da Propriedade

A Tela de Configurações da Propriedade reúne os ajustes administrativos da instância em uso. Por meio dela, o usuário edita os dados da propriedade, altera a senha de acesso e define a quantidade de ordenhas diárias considerada nos cálculos de pendência e produção. A partir dessa tela é também realizado o encerramento da sessão (logout), retornando o sistema à Tela de *Login*.

Figura 16 - Tela de Configurações da Propriedade

Gestão Leiteira

Configurações
Gerencie informações da propriedade e conta 04/05/2026

Informações da Propriedade

Nome do Proprietário
João Carlos Pereira

Nome da Propriedade
Fazenda Boa Vista

Localização
Silvânia - GO

Área Total
142.5

Unidade
▼

Salvar Alterações

Segurança da Conta

Nova Senha
Mínimo de 6 caracteres

Confirmar Senha
Confirme a nova senha

Alterar Senha

Configurações de Ordenha

Ordenhas por Dia
2 vezes por dia ▼

Salvar Ordenha

© 2025 Desenvolvido por Pedro Macedo P. F. Viana. Todos os direitos reservados.

Fonte: Elaborado pelo autor

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento do sistema Gestão Leiteira, uma aplicação multiplataforma voltada ao gerenciamento da produção leiteira em pequenas propriedades rurais. A solução foi concebida com o objetivo de suprir uma lacuna tecnológica identificada no contexto da agricultura familiar: a ausência de ferramentas digitais acessíveis, adaptadas ao uso em dispositivos móveis e projetadas para operar em ambientes com conectividade limitada (PAULILO, 2022).

O sistema foi desenvolvido utilizando o *framework* .NET MAUI Blazor (MICROSOFT, 2024), que possibilitou a construção de uma aplicação multiplataforma a partir de uma única base de código, com suporte a Android, iOS, MacCatalyst e Windows. A persistência local dos dados foi implementada por meio do SQLite (SQLITE CONSORTIUM, 2024), garantindo o funcionamento da aplicação em ambientes sem acesso à internet — condição frequente nas propriedades rurais atendidas pela solução.

Entre as funcionalidades implementadas, destacam-se: o cadastro e controle de animais com árvore genealógica; o gerenciamento reprodutivo com registro de coberturas, confirmação de gestação e criação automática de crias em casos de nascimento vivo; o acompanhamento de lactações; o registro diário de produção leiteira com validação de data única e controle de ordenhas; e um painel de indicadores com alertas automáticos e comparativo de desempenho entre animais. Essas funcionalidades foram definidas a partir do levantamento de requisitos conduzido junto ao solicitante e se alinham às necessidades descritas na literatura sobre gestão da pecuária leiteira em pequenas propriedades (TORRES; LIMA, 2023).

O desenvolvimento seguiu uma arquitetura em camadas, com adoção dos padrões Repository e Service, promovendo a separação de responsabilidades, a testabilidade e a manutenibilidade da aplicação. A interface foi projetada para ser simples e objetiva, considerando o perfil dos usuários finais — produtores rurais com diferentes graus de familiaridade com a tecnologia —, atendendo ao requisito de usabilidade estabelecido durante a fase de levantamento de requisitos.

Os resultados obtidos indicam que o sistema Gestão Leiteira atende aos requisitos levantados junto ao solicitante e cobre as principais necessidades identificadas durante a análise do problema, oferecendo uma ferramenta prática para

a organização das informações da propriedade e o monitoramento do desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho. A proposta se alinha à perspectiva de que a adoção de tecnologias acessíveis pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e a competitividade da produção leiteira familiar (SILVA; COSTA, 2024).

9.1 Trabalhos Futuros

Como perspectivas para trabalhos futuros, destaca-se, como evolução principal, a integração entre o aplicativo móvel e uma versão desktop do sistema. Além dessa, identificam-se as seguintes possibilidades de evolução e aprimoramento:

- Desenvolvimento de uma versão desktop do sistema, com sincronização via cabo USB entre o dispositivo móvel e o computador, de modo a garantir o backup local das informações e permitir uma divisão de responsabilidades entre as plataformas: o registro diário da produção e o manejo em campo realizados no aplicativo móvel, e o gerenciamento administrativo da propriedade, a análise de indicadores e a emissão de relatórios realizados no computador, ampliando a comodidade e a segurança dos dados do produtor;
- Implementação de módulo de controle sanitário, permitindo o registro de vacinações, vermifugações e ocorrências clínicas por animal;
- Desenvolvimento de funcionalidade para exportação de relatórios em formato PDF ou planilhas eletrônicas, facilitando o compartilhamento e o arquivamento das informações;
- Integração com serviços de armazenamento em nuvem, possibilitando backup automático e sincronização de dados entre dispositivos;
- Adição de suporte a múltiplos usuários por propriedade, com controle de perfis e permissões de acesso diferenciadas;

- Desenvolvimento de módulo de controle financeiro, associando custos operacionais e receitas à produção leiteira, para apoio à gestão econômica da propriedade;
- Realização de estudo de campo com implantação piloto do sistema em propriedades rurais selecionadas, com coleta sistemática de dados sobre usabilidade, satisfação dos usuários e impacto na organização produtiva.

10 REFERÊNCIAS

MICROSOFT. **.NET Multi-platform App UI (.NET MAUI) documentation.**

Redmond: Microsoft, 2024. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/maui/>. Acesso em: 06 mar. 2025.

MICROSOFT. **Criar um aplicativo .NET MAUI Blazor Hybrid.** In: ASP.NET Core documentation. Redmond: Microsoft, 2024. Disponível em:

<https://learn.microsoft.com/pt-br/aspnet/core/blazor/hybrid/tutorials/maui>. Acesso em: 12 maio 2026.

MICROSOFT. **Design the infrastructure persistence layer.** In: .NET Microservices: Architecture for Containerized .NET Applications. Redmond: Microsoft, 2024.

Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/architecture/microservices/microservice-ddd-cqrs-patterns/infrastructure-persistence-layer-design>. Acesso em: 12 maio 2026.

MICROSOFT. **Visual Studio 2022 IDE documentation.** Redmond: Microsoft, 2024.

Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/visualstudio/ide/>. Acesso em: 12 maio 2026.

PAULILO, Maria Ignez Silveira. **Leite: produção familiar, mercado e saúde pública. 2022.** Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W2346670323>. Acesso em: 06 mar. 2025.

PRAECLARUM. **sqlite-net: An open source, minimal library to allow .NET, .NET Core, and Mono applications to store data in SQLite 3 databases. 2024.**

Disponível em: <https://github.com/praeclarum/sqlite-net>. Acesso em: 12 maio 2026.

SILVA, C.; COSTA, José Eloízio da. **Cadeia produtiva do leite em Santa Rosa do Ermírio (Poço Redondo/SE): aspectos introdutórios. 2024.** Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W4403067274>. Acesso em: 12 maio 2026.

SQLITE CONSORTIUM. **About SQLite. 2024.** Disponível em:

<https://www.sqlite.org/about.html>. Acesso em: 12 maio 2026.

TORRES, Nathalia Maria Fincato; LIMA, Aparecida de Fátima Alves de. **Gestão de custos em pequenas propriedades rurais – estudo de caso programa “Mais Leite”. 2023.** Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&>

source=all&id=W1800172955. Acesso em: 06 mar. 2025.



Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Pontifical Catholic University of Goiás
Av. Universitária, 1069, Setor Universitário
Caixa Postal 86 - CEP 74.605-010
Goiânia - Goiás - Brasil

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O estudante Pedro Macedo Paronetto Faria Viana do Curso de Ciência da Computação matrícula 20221002800297, telefone: (64) 99209-7848 e-mail pmpviana@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado SISTEMA DE GESTÃO DA PRODUÇÃO LEITEIRA PARA PEQUENOS PRODUTORES RURAIS EM MODO 100% OFFLINE gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 24 de junho de 2026.

Documento assinado digitalmente
gov.br PEDRO MACEDO PARONETTO FARIA VIANA
Data: 24/06/2026 08:57:44-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do autor: _____

Nome completo do autor: Pedro Macedo Paronetto Faria Viana

Documento assinado digitalmente
gov.br EUGENIO JULIO MESSALA CANDIDO CARVALHO
Data: 24/06/2026 10:57:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: