

SOCIEDADE EDUCACIONAL DE PINHALZINHO
HORUS FACULDADES

MAICON FELIPE KAPPAUN

**PROTÓTIPO PARA ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO NA
BOVINOCULTURA LEITEIRA: ABORDAGEM QUALITATIVA, QUANTITATIVA E
TECNOLÓGICA**

Pinhalzinho/SC

2024

MAICON FELIPE KAPPAUN

**PROTÓTIPO PARA ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO NA
BOVINOCULTURA LEITEIRA: ABORDAGEM QUALITATIVA, QUANTITATIVA E
TECNOLÓGICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Horus
Faculdades como parte dos requisitos para obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de Informação

Orientador (a): Prof. Esp. Ricardo Jeferson Hendges

Pinhalzinho/SC

2024

Dedico este trabalho aos meus pais, cujo apoio incondicional e dedicação serviram de inspiração ao longo de toda a minha jornada acadêmica. Aos meus professores, cuja sabedoria e orientação foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, sabedoria e pela bênção de cada dia. Sem sua orientação e proteção, nada disso teria sido possível.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional e pela confiança depositada em mim ao longo de toda a minha trajetória acadêmica. A vocês, minha eterna gratidão por sempre acreditarem nos meus sonhos e por serem a base sólida que me sustentou em todos os momentos.

Aos meus professores, pela orientação valiosa, paciência e dedicação ao compartilhar conhecimento e sabedoria. Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos colegas e amigos que me apoiaram e incentivaram durante esta jornada, proporcionando momentos de aprendizado e colaboração.

Por fim, agradeço a todos os produtores de leite que participaram da pesquisa, fornecendo informações essenciais para a realização deste estudo. Suas contribuições foram imprescindíveis para o sucesso deste projeto.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não se define, não se define o que não se entende, e não há sucesso no que não se gerencia.”

– William Edwards Deming

KAPPAUN, Maicon Felipe. **Protótipo para Acompanhamento da Produção na Bovinocultura Leiteira: Abordagem Qualitativa, Quantitativa e Tecnológica**, 2024, 75p. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Sistemas de Informação. Horus Faculdades, Pinhalzinho/SC, 2024.

RESUMO

Produtores de leite têm buscado maior eficiência e competitividade, reconhecendo a importância de uma gestão eficaz da produção para o sucesso de suas empresas. Este estudo aborda o problema de acompanhar a produção de leite de uma propriedade diariamente, considerando fatores internos e externos que possam afetá-la. O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um sistema de monitoramento para a gestão da produção na atividade de bovinocultura leiteira. Para embasar o desenvolvimento do sistema, foram explorados pontos-chave sobre o controle da produção leiteira por meio de referências bibliográficas e documentais, visando identificar fatores de influência direta e indireta sobre a produção. Complementarmente, realizamos uma pesquisa qualitativa e quantitativa com produtores de leite, cujos resultados foram tabulados para uma análise detalhada dos pontos de controle que impactam a produção. Espera-se que o protótipo ofereça aos produtores uma ferramenta eficiente para o controle da produção diária, facilitando o monitoramento e a identificação de variáveis que afetam a produtividade.

Palavras-chaves: Produção leiteira, Agronegócio, Sistema de monitoramento de produção, Tecnologia.

KAPPAUN, Maicon Felipe. **Prototype for Monitoring Dairy Cattle Production: A Qualitative, Quantitative and Technological Approach**, 2024, 75p. Course Conclusion Paper Bachelor's Degree in Information Systems. Horus Faculdades, Pinhalzinho/SC, 2024.

ABSTRACT

Dairy farmers have been seeking greater efficiency and competitiveness, recognizing the importance of effective production management for the success of their businesses. This study addresses the problem of monitoring a farm's milk production on a daily basis, taking into account internal and external factors that may affect it. The overall aim of this work is to develop a monitoring system for production management in dairy farming. To support the development of the system, key points about milk production control were explored through bibliographic and documentary references, with the aim of identifying factors that directly and indirectly influence production. In addition, we carried out qualitative and quantitative research with dairy farmers, the results of which were tabulated for a detailed analysis of the control points that impact production. It is hoped that the prototype will offer producers an efficient tool for controlling daily production, making it easier to monitor and identify variables that affect productivity.

Key-words: Dairy production, Agribusiness, Production monitoring system, Technology.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Quantidade de vacas em lactação.....	62
Gráfico 2: Itens acompanhados pelos entrevistados.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção de leite e efetivo de animais ordenhados.....	25
Figura 2: Visualização da evolução da produção de leite (litros/ano) e da produtividade (litros/cabeça/ano) leiteira do rebanho no Brasil.....	26
Figura 3: Visualização da evolução da produção de leite (litros/ano) na mesorregião Oeste Catarinense.....	27
Figura 4: Evolução da mesorregião Oeste Catarinense, segundo a variável Número de Vacas Ordenhadas.....	28
Figura 5: Estrutura de pastas/arquivos do servidor.....	37
Figura 6: Estrutura de pastas/arquivos do front end.....	43
Figura 7: Projeto de sala de ordenha com leitora e terminais.....	46
Figura 8: Diagrama de caso de uso.....	48
Figura 9: Diagrama de Classe.....	49
Figura 10: Diagrama Entidade Relacionamento – ERD:.....	51
Figura 11: Imagem da tela de início do sistema.....	52
Figura 12: Imagem da tela de produtividade por animal.....	55
Figura 13: Imagem da tela de relatório de inseminações.....	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. TEMA.....	13
1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3. JUSTIFICATIVA.....	13
1.4. PROBLEMA.....	14
1.5. OBJETIVOS.....	15
1.5.1. Objetivo Geral.....	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
2. A ATIVIDADE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA.....	16
2.1. REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (Riispoa).....	17
2.2. AVANÇOS E MODERNIZAÇÃO.....	18
2.3. PECUÁRIA DE PRECISÃO.....	22
2.4. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO.....	24
2.4.1 Fatores que influenciam na produção de leite.....	31
2.5 A TECNOLOGIA NA PECUÁRIA LEITEIRA.....	32
3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO.....	34
3.1. BACK END.....	34
3.1.1 Estrutura de arquivos.....	36
3.2. BANCO DE DADOS.....	38
3.3. FRONT END.....	40
3.3.1 Estrutura de arquivos.....	42
3.4. INTEGRAÇÕES.....	44
3.5. DIAGRAMAS.....	47
3.5.1 Diagrama de caso de uso.....	47
3.5.2 Diagrama de Classe.....	49
3.5.3 Diagrama Entidade Relacionamento – ERD.....	50
3.6. TELAS.....	52
3.6.1 Início.....	52
3.6.2 Produtividade por animal.....	54
3.6.2 Relatório de inseminações.....	56
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	58
4.1. TIPO DE ESTUDO.....	58
4.1.1. Quanto aos Objetivos.....	59
4.1.2. Quanto aos Procedimentos.....	59
4.2. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS.....	60
5. ANÁLISE DOS DADOS.....	61
5.1. ESTUDO DE CASO.....	61
6. PROPOSTA DE MELHORIA.....	65
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
8. CRONOGRAMA.....	68

1. INTRODUÇÃO

O historiador João Castanho Dias, em "As raízes leiteiras do Brasil", retrata a primeira ordenha de uma vaca em 1641, numa fazenda próxima a Recife, como o ponto inicial da atividade no país. Até 1870, o setor permaneceu pouco expressivo, sendo apenas a partir desse período que o cenário político brasileiro permitiu a modernização das fazendas. No entanto, foi somente em 1888 que a pecuária começou a se expandir pelo país, avançando lentamente até meados de 1950, sem grandes inovações tecnológicas.

O ano de 1952 marcou um momento significativo com a assinatura pelo presidente Getúlio Vargas do Decreto 30.691, que aprovou o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa). Esse decreto tornou obrigatória a pasteurização do leite, bem como a inspeção e o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF), representando um marco na busca pela qualidade da produção do leite no Brasil, regulamentação que perdura até os dias atuais.

Diversas transformações, aliadas a outros eventos, têm levado os produtores de leite a considerar a necessidade de uma gestão mais eficiente da atividade, visando tornarem-se mais competitivos. Nessa nova realidade, o controle adequado da produção de leite se torna fundamental para o sucesso da empresa.

Comparando um período de dez anos da série histórica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE¹) (1996–2006), constata-se que 68% do aumento da produção nacional é atribuído à adoção de tecnologias na atividade.

A era da pecuária de precisão marca uma nova fase, onde a tecnologia de sensores para medir indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais em tempo real já é uma realidade consolidada.

Esta pesquisa acrescentará no âmbito científico no que diz respeito ao uso de software para acompanhamento da produção na atividade de bovinocultura leiteira.

Ao facilitar o acesso dos produtores a ferramentas de gestão e monitoramento, o software pode promover a inclusão social no meio rural,

¹ O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE se constitui no principal provedor de dados e informações do País, que atende às necessidades dos mais diversos segmentos da sociedade civil, bem como dos órgãos das esferas governamentais federal, estadual e municipal.

possibilitando que pequenos e médios produtores participem de forma mais efetiva do mercado de laticínios. Isso pode contribuir para o desenvolvimento econômico e social das comunidades rurais, gerando empregos e renda, e reduzindo as desigualdades socioeconômicas.

O problema que norteia esta pesquisa está em acompanhar a produção de leite de uma propriedade diariamente levando em consideração fatores que possam afetá-la. Como objetivo geral da pesquisa está desenvolver um sistema para o acompanhamento e controle de produção na atividade de bovinocultura leiteira.

Os objetivos específicos são: citar pontos importantes no acompanhamento da produção leiteira; relacionar ideias e citações sobre o acompanhamento da produção de leite; adquirir conhecimento sobre a atividade de bovinocultura leiteira; entender como é feito o controle de produção em propriedades rurais; identificar pontos importantes que influenciam na produção de leite; prototipar um sistema para o acompanhamento da produção de leite.

O atual capítulo aborda as considerações iniciais a respeito do tema deste trabalho, ou seja, apresenta a proposta de trabalho, delimitando o tema. Traz informações de como ele pode contribuir no âmbito acadêmico e também social.

O capítulo dois do trabalho aborda a revisão bibliográfica sobre a bovinocultura leiteira, abrangendo diversos aspectos cruciais dessa atividade. Inicialmente, é apresentada a história da atividade, destacando a evolução da criação de gado leiteiro desde suas origens até os dias atuais. Em seguida, a discussão se volta para a Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), enfatizando sua importância na regulamentação e desenvolvimento sustentável do setor. O texto também explora os avanços e modernização da bovinocultura leiteira, analisando as inovações tecnológicas que têm revolucionado a produção e a gestão de rebanhos. Um dos focos principais é a pecuária de precisão, que utiliza tecnologias de ponta para monitorar e otimizar a saúde e a produtividade dos animais. Além disso, o capítulo aborda o acompanhamento da produção, destacando a importância de técnicas e ferramentas para a gestão eficiente da produção leiteira. Finalmente, são discutidos os fatores que influenciam a produção, como genética, nutrição, manejo e condições ambientais, evidenciando como cada um desses elementos impacta diretamente a eficiência e a qualidade da produção leiteira.

No capítulo três descrevemos as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do protótipo do software, incluindo Node.js, Vue.js, Quasar e PostgreSQL. O Node.js é destacado por sua capacidade de criar aplicações escaláveis e de alta performance com JavaScript no lado do servidor. O Vue.js é apresentado como um framework flexível para construção de interfaces de usuário, facilitando a integração e o desenvolvimento progressivo. O Quasar Framework, uma extensão do Vue.js, é enfatizado por permitir o desenvolvimento eficiente de aplicações responsivas para web e dispositivos móveis. Por fim, o PostgreSQL é descrito como um sistema de gerenciamento de banco de dados robusto e avançado, ideal para armazenar dados complexos de forma segura e eficiente. Essas tecnologias juntas proporcionam uma solução integrada e eficiente para o desenvolvimento do protótipo do software.

O capítulo quatro detalha os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento de um protótipo destinado ao acompanhamento da produção de leite na bovinocultura leiteira. Esta seção inclui a proposição da pesquisa, as considerações metodológicas e o processo de pesquisa utilizado. O objetivo é detalhar as etapas desde a identificação das necessidades dos produtores até o desenvolvimento do protótipo. O tipo de estudo realizado envolve uma revisão bibliográfica abrangente de artigos acadêmicos e científicos sobre gestão da produção, tecnologias de monitoramento e práticas de manejo na bovinocultura leiteira. Adicionalmente, uma pesquisa de campo com formulários direcionados a produtores de leite foi conduzida, utilizando um método qualitativo e quantitativo para coletar dados práticos e relevantes sobre suas necessidades e desafios diários. Essa abordagem combinada de revisão teórica e pesquisa de campo proporcionou uma base sólida para a criação de um sistema inovador, visando melhorar a produtividade e a sustentabilidade das propriedades leiteiras.

No capítulo cinco detalhamos a pesquisa com foco na análise do manejo realizado pelos produtores de leite. Neste capítulo, são apresentados os métodos de investigação utilizados, incluindo a realização de entrevistas e questionários aplicados diretamente aos produtores para entender suas práticas de gerenciamento e os desafios enfrentados no dia a dia. A pesquisa detalha a coleta e análise dos dados obtidos, proporcionando uma visão clara das rotinas e processos adotados pelos produtores.

O capítulo seis é dedicado à proposta de melhorias para o gerenciamento da produção leiteira, baseando-se nas conclusões obtidas a partir da pesquisa

detalhada no capítulo anterior. Entre as propostas, destaca-se a adoção do protótipo desenvolvido, que integra sensores e sistemas de monitoramento em tempo real para fornecer dados precisos e atualizados sobre a produção. São sugeridas melhorias na coleta e análise de dados, permitindo uma gestão mais eficiente e informada. O capítulo também aborda a necessidade de treinamento e capacitação dos produtores para a utilização eficaz do novo sistema, garantindo uma transição suave para as novas tecnologias.

No capítulo sete, abordo de maneira sucinta as considerações finais a respeito dos resultados desse trabalho e também em que âmbito este trabalho contribui para o meio científico-acadêmico e social.

1.1. TEMA

Acompanhamento e controle de produção na atividade de bovinocultura leiteira.

1.2. DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho aborda o desenvolvimento de um sistema informatizado para o acompanhamento e controle da produção leiteira na bovinocultura, focado em propriedades rurais de pequeno e médio porte. O estudo se concentra na gestão de dados de ordenha, controle individual por animal e análise de produtividade, visando melhorar a eficiência com tecnologias acessíveis.

1.3. JUSTIFICATIVA

Como autor deste trabalho e também filho de agricultores que trabalham na atividade de bovinocultura leiteira há pelo menos 27 anos, sempre tive uma conexão

com a atividade. Por mais que, atualmente, não atuo na área, todo o convívio que tive me proporciona um entendimento mais íntimo e real de algumas necessidades e desafios que os produtores enfrentam diariamente.

O tema da produção de leite é muito relevante no contexto atual, considerando a crescente demanda por alimentos de qualidade lado a lado com a necessidade de otimização e melhoria de processos produtivos.

O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de um software para acompanhamento da produção leiteira, sendo assim, pode representar uma contribuição significativa para a propriedade que implantá-lo. Mesmo com soluções semelhantes no mercado, a criação de uma ferramenta customizada para necessidades específicas, traz consigo uma inovação significativa.

Como filho de agricultores e produtores de leite, tenho um interesse pessoal e profundo pelo tema. Minha vivência e experiência prática na atividade proporcionam uma perspectiva única e me motivam a buscar soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelos produtores.

A produção leiteira desempenha um papel fundamental na economia agrícola, além de ter impactos significativos na sustentabilidade ambiental e no bem-estar animal. Portanto, qualquer avanço no acompanhamento e gestão da produção leiteira tem implicações importantes tanto do ponto de vista econômico quanto social e ambiental.

O desenvolvimento de um software especializado para o acompanhamento da produção leiteira contribui para o avanço do conhecimento científico ao aplicar princípios de tecnologia da informação e gestão de dados a um contexto específico da agricultura. Além disso, a disponibilização de uma ferramenta prática e acessível pode melhorar a eficiência e a produtividade dos produtores, promovendo o desenvolvimento sustentável do setor.

1.4. PROBLEMA

Acompanhar a produção de leite de uma propriedade diariamente levando em consideração fatores que possam afetá-la.

1.5. OBJETIVOS

Para garantir uma gestão eficiente e produtiva na bovinocultura leiteira, é essencial implementar ferramentas que facilitem o acompanhamento e o controle da produção. Com base nessa premissa, este trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo dedicado a essas funções. Os objetivos foram cuidadosamente escolhidos para cobrir uma ampla gama de conhecimentos e habilidades necessárias para a criação de uma solução eficaz.

1.5.1. Objetivo Geral

Desenvolver um protótipo para o acompanhamento e controle de produção na atividade de bovinocultura leiteira.

1.5.2. Objetivos Específicos

- a. Compreender os principais aspectos da bovinocultura leiteira, incluindo fatores que impactam diretamente a produção.
- b. Identificar e detalhar as informações relevantes para o acompanhamento da produção leiteira, como volume por ordenha, frequência, e produtividade por animal.
- c. Analisar métodos e tecnologias existentes para o controle da produção leiteira em propriedades rurais de pequeno e médio porte.
- d. Estudar tecnologias de desenvolvimento de software aplicáveis ao gerenciamento da produção leiteira.
- e. Desenvolver um protótipo funcional de sistema informatizado para registro, monitoramento e análise da produção de leite.

2. A ATIVIDADE DA BOVINOCULTURA LEITEIRA

A pecuária, como atividade essencial para a economia e cultura de diversas regiões do mundo, tem uma história rica e complexa. No contexto brasileiro, sua origem remonta aos primórdios da colonização do país.

O historiador João Castanho Dias, em sua obra "As raízes leiteiras do Brasil" (2012, apud Vilela et al, 2017), destaca um episódio emblemático que ilustra os primeiros passos da pecuária no Brasil. Em 1641, nas proximidades de Recife, registra-se a primeira ordenha de uma vaca, momento que representa uma das primeiras imagens documentadas da atividade pecuária no país. Esse evento não apenas simboliza o início da produção leiteira no Brasil, mas também evidencia a importância da pecuária na formação e desenvolvimento socioeconômico do território brasileiro.

A primeira ordenha de uma vaca representa um marco no processo de adaptação e transformação das práticas agrícolas trazidas pelos colonizadores europeus ao contexto geográfico e cultural brasileiro. Além disso, evidencia a necessidade de compreendermos a história da pecuária não apenas como uma sequência de eventos isolados, mas como parte de um processo mais amplo de interação entre seres humanos, animais e ambiente.

A modernização da pecuária no Brasil, um processo crucial para o desenvolvimento e aprimoramento da atividade, teve início em meados do século XX, coincidindo com importantes transformações na economia e na sociedade brasileira.

De acordo com Vilela et al (2017), um marco significativo nesse processo foi estabelecido em 1952, quando Getúlio Vargas assinou um decreto que aprova o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Riispoa). Esse regulamento tornava obrigatória a pasteurização do leite, assim como a inspeção e o carimbo do Serviço de Inspeção Federal (SIF).

Para Guilherme Baptista da Silva Maia(2013, Maia et al), este decreto representou um dos principais marcos na busca pela qualidade da produção do leite no Brasil e está em vigor até os dias atuais.

Esta medida representou não apenas um avanço técnico na produção leiteira, mas também uma importante iniciativa para garantir a qualidade e segurança dos

produtos de origem animal consumidos pela população brasileira. Além disso, destaca-se a importância de compreendermos essas medidas não apenas como estratégias isoladas, mas como parte de um esforço mais amplo para promover a modernização e o desenvolvimento sustentável da pecuária no Brasil.

2.1. REGULAMENTO DE INSPEÇÃO INDUSTRIAL E SANITÁRIA DE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL (Riispoa)

De acordo com o artigo 475 do Decreto nº 30.691 de 29 de Março de 1952 "[...] entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas. O leite de outros animais deve denominar-se segundo a espécie de que proceda."(JUSBRASIL).

O texto anterior estabelece critérios claros para a definição de leite, destacando a importância da ordenha realizada em condições higiênicas, proveniente de vacas saudáveis e bem nutridas. Além disso, ressalta a necessidade de denominar o leite de outros animais de acordo com sua espécie de origem.

De acordo com Souza (1995, apud Venturini et al, 2007), o leite:

É um alimento de grande importância na alimentação humana, devido ao seu elevado valor nutritivo. Como fonte de proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, o leite torna-se também um excelente meio para o crescimento de vários grupos de microrganismos desejáveis e indesejáveis (Souza et al., 1995).

O trecho apresentado destaca a relevância do leite na alimentação humana, enfatizando seu alto valor nutritivo devido à presença de proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas. Além disso, o texto aponta que o leite serve como um substrato ideal para o crescimento tanto de microrganismos benéficos quanto indesejáveis, por isso a importância de garantir a qualidade do leite desde a produção até o consumo, visando proteger a saúde dos consumidores.

Maia et al (2013), elenca as classificações do decreto a seguir:

- a. Finalidade: (i) leite de consumo em espécie ou *in natura*; (ii) leite para fins industriais; e (iii) leite destinado a sorveterias, confeitarias, padarias e estabelecimentos congêneres.
- b. Espécie produtora: o leite pode ser de vaca, de cabra, de ovelha, de búfala e de outras espécies domésticas.
- c. Teor de gordura: (i) integral; (ii) padronizado (teor de gordura ajustado a 3%); (iii) magro/semidesnatado (teor de gordura no intervalo de 2% a 3%); e (iv) desnatado (isento de gordura).
- d. Tratamento: (i) cru (aquele que foi ou não submetido, no todo ou em parte, às operações de filtração, refrigeração, congelamento ou preaquecimento); (ii) pasteurizado (é o submetido às operações de filtração e de aquecimento – na qual o leite é elevado a uma temperatura de 74°C por 16 segundos e em seguida há uma refrigeração para 4°C, sendo necessária a conservação dessa temperatura até o consumo –; agregadas a outras técnicas necessárias a seu preparo, transporte e distribuição, tornam possível maior durabilidade e destruição de micro-organismos prejudiciais à saúde); (iii) constituído (é o produto resultante da dissolução em água do leite em pó adicionado ou não de gordura láctea, até atingir o teor gorduroso fixado para o respectivo tipo, seguido de homogeneização e pasteurização); (iv) posteriormente ao Decreto 30.691, foi introduzido o ultrapasteurizado/UHT (Ultra High Temperature) (é o submetido a um processo no qual a temperatura do leite é elevada a 147°C, por 16 segundos, e em seguida, rebaixada para 20°C; depois, mantém-se o leite em observação por até sete dias antes de sua comercialização)(MAIA et al, 2013, p. 4).

A citação de Maia (2013) aborda de forma abrangente as diferentes categorias de classificação do leite estabelecidas pelo decreto em questão. Essas classificações são essenciais para orientar a produção, comercialização e consumo do leite de acordo com as demandas específicas dos consumidores e os padrões regulatórios estabelecidos.

Essa regulamentação é fundamental para garantir a qualidade e a segurança do produto final, bem como para proteger os interesses dos consumidores.

2.2. AVANÇOS E MODERNIZAÇÃO

A década de 1970 marcou um período de importantes transformações na indústria de laticínios, impulsionadas por avanços tecnológicos e mudanças nas preferências dos consumidores. Um dos marcos mais significativos desse período foi a adoção generalizada de embalagens descartáveis para todo o leite pasteurizado, resultando em benefícios tanto para os consumidores quanto para as indústrias.

De acordo com Vilela (2017), essa transição para embalagens descartáveis representou um ponto de virada na forma como o leite era comercializado e

consumido. A eliminação das embalagens retornáveis não apenas simplificou o processo de compra e armazenamento para os consumidores, mas também reduziu significativamente as operações de recolhimento e higienização das embalagens, beneficiando as indústrias de laticínios em termos de eficiência e custo.

Além disso, a década de 1970 testemunhou o surgimento de grandes inovações na indústria de laticínios, como o lançamento de iogurtes e sobremesas lácteas em embalagens descartáveis. Esses novos produtos não apenas ampliaram o leque de opções disponíveis para os consumidores, mas também impulsionaram o crescimento e a diversificação do mercado de laticínios.

Outra inovação importante foi o desenvolvimento da ultrapasteurização, um novo tipo de tratamento térmico que prolonga a vida útil dos produtos lácteos. Essa tecnologia permitiu uma maior flexibilidade na distribuição e armazenamento dos produtos, atendendo às demandas de um mercado em constante evolução.

Rodas (2014), coloca sobre a ultrapasteurização, onde pelo contexto:

Pelo contexto, se propõe que leites tratados por processos pasteurizados e UHT sejam, doravante, avaliados quanto aos valores de pH e IC, como prova de integridade, autenticidade e sanidade do alimento destinado ao consumo humano. Isto faz com que a adulteração do leite pela aguagem, utilização de reconstituintes de densidade (substâncias e misturas pré-balanceadas estranhas ao leite) e problemas técnicos e higiênico-sanitários estritamente ligados ao processo tecnológico sejam minimizados, melhor controlados e ou extintos da cadeia produtiva, desde sua coleta até o consumo final, beneficiando a saúde da população (RODAS et al, 2014, p. 2).

Assim, a década de 1970 representou um período de intensa transformação e modernização na indústria de laticínios, impulsionado por avanços tecnológicos e mudanças nas preferências dos consumidores, conforme destacado por Vilela (2017). Essas mudanças não apenas melhoraram a eficiência e a conveniência da produção e consumo de laticínios, mas também moldaram o cenário atual da indústria de laticínios no Brasil.

Segundo a Associação Brasileira dos Produtores de Leite (Leite Brasil, 2003, apud Rodrigues, 2017), impulsionada pela produção da década de 80, a cadeia do leite começou a ganhar novos rumos e novas formas de comercialização com a popularização do leite UHT ou longa vida.

Alves, em sua obra “O agronegócio do leite no Brasil” (2001, apud Vilela et al, 2017) realizou uma análise abrangente do desempenho do setor de laticínios brasileiro durante um período crucial, que se estendeu desde a década de 1970 até

o final da década de 1990. Seus achados revelaram um crescimento expressivo na produção de leite a uma taxa média anual de 3,7%. Esse aumento significativo na produção nacional de leite ao longo de três décadas reflete o papel fundamental do setor de laticínios na economia brasileira e na segurança alimentar do país.

Além disso, o estudo de Alves (2001) destacou que, nos últimos dez anos da série analisada (1989–1999), o crescimento anual da produção de leite atingiu 4,6%. Um fator determinante para esse crescimento acelerado foi o aumento da produtividade das vacas ordenhadas. Essa descoberta evidencia a importância das melhorias na tecnologia e na gestão da produção leiteira, bem como o potencial de aumento da eficiência na exploração desse recurso essencial.

Esses dados fornecidos por Alves (2001) são fundamentais para compreendermos a dinâmica do setor de laticínios brasileiro ao longo do tempo e para identificarmos os principais impulsionadores do crescimento da produção de leite e políticas públicas e estratégias de desenvolvimento do setor, visando a garantir sua sustentabilidade e competitividade no cenário nacional.

Rodrigues (2017), destaca sobre a evolução:

Com a chegada dos anos 90, outra revolução acontece, o preço pago pelo litro de leite ao produtor, que durante 40 anos foi imposto ao mercado por um sistema de tabelamento, deixa de existir. Pego de surpresa, o produtor começa a sentir o efeito do livre comércio a partir desta década, onde a indústria dita às regras do jogo e nem sempre explica ou justifica ao elo produtivo da cadeia os critérios utilizados para sua remuneração(RODRIGUES, 2017, p. 1).

Josahkian (2018), escreveu sobre a revolução

Quando, em 1990, é retirado o tabelamento do preço, surgem duas grandes consequências: um efeito negativo na indústria nacional, já constantemente ameaçada pelas importações federais, e a entrada no país das multinacionais. Esses dois efeitos, associados às mudanças no padrão de consumo, modificaram substancialmente a cadeia do leite brasileira(JOSAHKIAN, 2018).

Em ambos trechos anteriores podemos perceber uma grande mudança no setor, que perdura até os dias atuais, colocando os produtores e a indústria em outras posições, onde, a partir deste momento, os produtores passam a “dançar conforme a música”, em outras palavras eles apenas seguem as regras aplicadas pelas indústrias e são remunerados por isso e pelo que entregam.

A produção leiteira no Brasil tem passado por significativas transformações desde o início da década de 1990, conforme afirmam Corrêa et al. (2010) e Souza et al. (2009). Essas mudanças refletem a busca constante do setor por maior competitividade e inovação no mercado global. O objetivo principal é desenvolver uma produção em escala que mantenha altos padrões de qualidade, agregue valor aos produtos e promova a industrialização de itens diferenciados.

Voltando aos anos 90, um marco crucial moldou a trajetória da produção de leite no Brasil: a coleta a granel. A troca do latão pelos tanques de resfriamento revolucionou a rotina das propriedades, abrindo portas para novas tecnologias e impulsionando a busca por índices produtivos mais expressivos. Essa nova realidade pavimentou o caminho para os modernos sistemas especializados de produção de leite que conhecemos hoje (Rodrigues, 2017).

As citações evidenciam a conscientização dos produtores e gestores da indústria leiteira sobre a importância de se adaptar às demandas do mercado globalizado. Nesse sentido, a busca por eficiência na produção, qualidade dos produtos e diversificação das linhas de produtos são estratégias-chave para garantir a competitividade e a sustentabilidade do setor.

Essa abordagem alinhada às tendências do mercado reflete não apenas a preocupação com a rentabilidade dos produtores, mas também com a satisfação dos consumidores, que cada vez mais valorizam a qualidade e a variedade de produtos lácteos disponíveis, adotando práticas inovadoras que buscam diferenciação, são essenciais para o fortalecimento e a expansão da atividade leiteira no Brasil.

Entre 1997 e 2014, a produção de leite no Brasil navegou em águas tranquilas, desfrutando de um crescimento médio anual de 3% a 4%. Esse ritmo acelerado era impulsionado por diversos fatores, como a adoção de novas tecnologias, a melhoria da genética do rebanho e a expansão da área de pastagem. No entanto, a partir de 2015, a maré começou a virar. O cenário promissor foi abruptamente interrompido por duas quedas consecutivas na produção, em 2015 e 2016 (Rodrigues, 2017).

Rodrigues (2017), ainda cita que a desaceleração teve como principais responsáveis os altos custos de produção, especialmente com a alimentação concentrada, e a forte atratividade da venda de animais para abate.

Nos últimos anos, o aumento dos custos de alimentação, impulsionado pelo encarecimento de adubos, milho e soja, gerou impactos significativos nos sistemas

de produção. A alimentação, sendo o principal componente do custo de produção de leite, viu sua participação no custo total crescer expressivamente, especialmente nos sistemas mais tecnificados (OLIVEIRA, 2023)

O aumento dos custos de alimentação, impulsionado pelo encarecimento de insumos como adubos, milho e soja, tem gerado impactos significativos nos sistemas de produção de leite. Esse cenário é especialmente desafiador para os sistemas mais tecnificados, onde a alimentação já representa o principal componente do custo de produção. O crescimento expressivo da participação desses custos no total evidencia a necessidade de estratégias mais eficientes e sustentáveis para a gestão da alimentação animal. Buscar alternativas para minimizar os custos, como o uso de tecnologias mais avançadas e práticas de manejo otimizadas, é crucial para garantir a viabilidade econômica e a competitividade do setor leiteiro.

2.3. PECUÁRIA DE PRECISÃO

No contexto da produção de leite no Brasil, observa-se um aumento significativo na produtividade com base no adensamento animal por sistema produtivo, conforme apontado por Paiva (2016). Este fenômeno é acompanhado por uma redução no uso de mão de obra. Ao longo dos últimos anos, tem sido observada uma taxa de crescimento anual constante de vacas por fazenda, o que traz consigo desafios operacionais para os produtores.

Paiva (2016) destaca que o adensamento animal pode acarretar dificuldades operacionais, como a observação do cio, a identificação de animais com problemas de saúde, a ordenha e o manejo alimentar. Nesse contexto, torna-se fundamental a implementação de práticas de manejo e a adoção de tecnologias que permitam a automação e a intensificação sustentável dos sistemas de produção de leite.

A citação sublinha a necessidade imediata de investimento em tecnologias e práticas de manejo que garantam a eficiência operacional e a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite. A automação e a intensificação sustentável surgem como estratégias essenciais para aumentar a bioeficiência e a competitividade

desses sistemas, ao mesmo tempo em que minimizem os impactos ambientais e otimizem o uso dos recursos disponíveis.

Na busca por maior eficiência e sustentabilidade na produção de leite, a agricultura de precisão emerge como uma ferramenta fundamental para os produtores. A agricultura de precisão se torna cada vez mais relevante no contexto agrícola contemporâneo, oferecendo soluções tecnológicas avançadas para otimizar o manejo dos sistemas de produção.

Bernardi (et al, 2014, apud Paiva et al, 2016) ressalta que a agricultura de precisão permite uma abordagem mais individualizada e precisa no manejo dos recursos, o que é essencial para enfrentar os desafios operacionais associados ao adensamento animal na produção de leite. Por meio do uso de tecnologias como GPS, sensores remotos e sistemas de informação geográfica, os produtores podem monitorar e gerenciar com maior precisão o comportamento das vacas, a saúde do rebanho, a fertilidade do solo e a distribuição de nutrientes nas pastagens.

Dessa forma, a citação de Bernardi (2014) enfatiza a importância da agricultura de precisão como uma ferramenta estratégica para superar os desafios operacionais e aumentar a eficiência dos sistemas de produção de leite no Brasil. A implementação de práticas de manejo e o uso de tecnologias avançadas, como a agricultura de precisão, são essenciais para garantir a competitividade e a sustentabilidade do setor de laticínios em um cenário global cada vez mais exigente e dinâmico.

Agricultura e automação são dois temas que estão se entrelaçando cada vez mais, segundo pesquisadores do McKinsey Global Institute (MANYIKA et al., 2017). Com a projeção de que sete em cada dez pessoas viverão em áreas urbanas até 2050, a mão de obra rural está se tornando escassa. Nesse contexto, a transformação digital e a automação surgem como soluções cruciais para garantir a segurança alimentar no futuro.

A citação destaca que máquinas e equipamentos serão essenciais para enfrentar os desafios da agricultura moderna, proporcionando eficiência e precisão. A automação não apenas ajudará a superar práticas pouco sustentáveis, mas também trará ganhos importantes em termos de produtividade e rentabilidade.

O estudo também aponta para uma mudança significativa na força de trabalho, com a previsão de que metade de todas as atividades realizadas por trabalhadores hoje poderão ser automatizadas até 2055. Esse cenário representa

uma escala de deslocamentos sem precedentes na força de trabalho global, incluindo o Brasil, onde o potencial de automação na agricultura é de 49%, o que equivale a 7,9 milhões de empregos.

Portanto, a automação na agricultura não apenas é uma tendência inevitável, mas também uma necessidade urgente para enfrentar os desafios futuros da produção de alimentos. A adoção de tecnologias automatizadas não só aumentará a eficiência e a produtividade, mas também permitirá que a agricultura se adapte a um ambiente em constante mudança, garantindo a segurança alimentar e a sustentabilidade a longo prazo.

2.4. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO

A produção de leite é uma atividade essencial no setor agropecuário, envolvendo uma série de processos complexos que vão desde o manejo do gado até a comercialização do produto final. No entanto, para garantir a sustentabilidade e rentabilidade deste negócio, é fundamental adotar uma abordagem empresarial que inclua práticas eficientes de gestão.

O trecho a seguir de Faria (2015, apud Novo et al, 2016), retrata como as últimas quatro décadas testemunharam um esforço contínuo para modernizar e tecnificar a atividade leiteira, visando aumentar sua eficiência e competitividade. No entanto, quem esteve envolvido nesse processo sabe o quão desafiador é propor e implementar mudanças significativas na rotina dos produtores.

Quem viveu as últimas quatro décadas tentando contribuir para a tecnificação da atividade leiteira, sabe como é difícil fazer propostas que sejam aceitas e aplicadas pelos produtores. As palestras proferidas em linguagem simples, para despertar o interesse e motivar mudanças de atitudes, não conseguem sensibilizar mais que uma parcela muito pequena da audiência. Um dia de campo, cuidadosamente planejado para demonstrar na prática a importância do uso correto de tecnologia, nem sempre tem o sucesso que se esperaria, porque poucos se interessam pelos detalhes do que foi feito e dos resultados obtidos.

As reuniões organizadas para discutir economia de produção são indiscutivelmente as mais interessantes, quando a reação de muitos dos participantes é de revolta e descrédito, porque se procura demonstrar que os custos de produção podem ser reduzidos pela intensificação da produção, através do uso de tecnologia. Não é raro ouvir, nesses encontros, que as informações apresentadas são falsas, que as empresas compradoras de leite

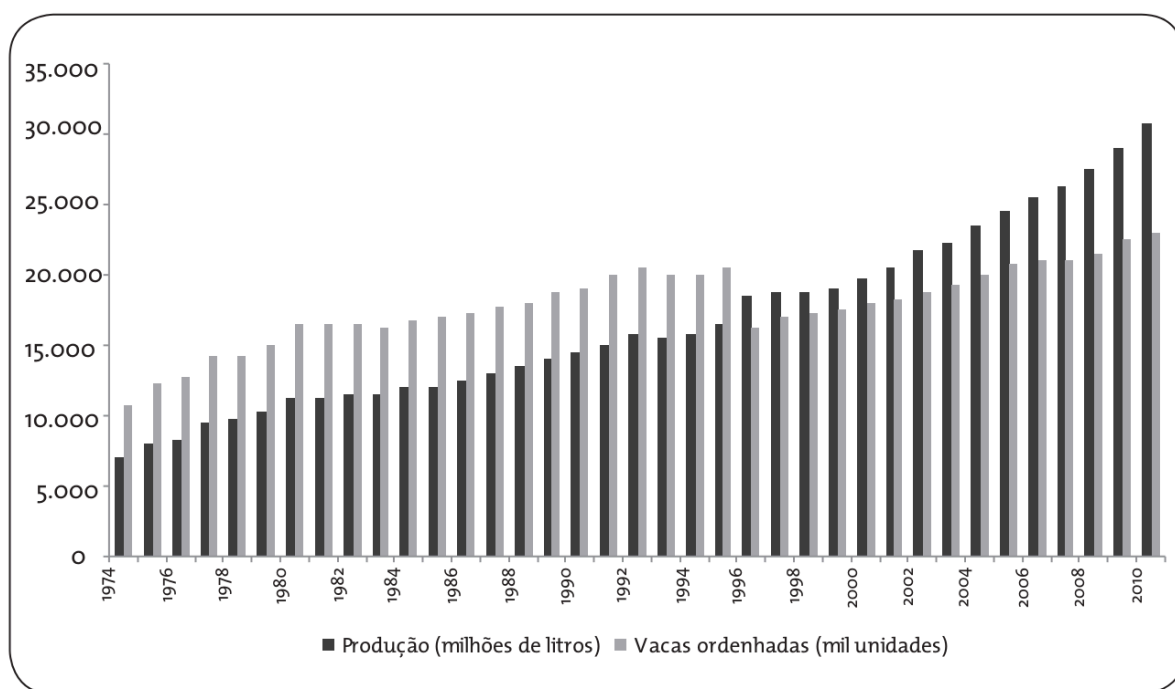
financiaram a reunião com objetivo de manter baixo o preço pago ao produtor, e que a vivência no campo mostra outra realidade. Entrevistas, análises e artigos técnicos publicados pelas revistas raramente são lidos, a não ser que apresentem propostas mirabolantes de resultados bons, sem gastos.

Tudo o que foi comentado, não se constituiu, ao longo dos anos, em motivo de desânimo, sendo na realidade um estímulo para continuar a pregação. Deve-se reconhecer que muitas mudanças aconteceram nos últimos tempos como resultado dos esforços de pessoas envolvidas em atividades de extensão(FARIA, 2015, p. 154-155).

Este relato reflete os desafios enfrentados pelos profissionais envolvidos na modernização da atividade leiteira. A resistência dos produtores em adotar novas tecnologias e práticas de gestão, muitas vezes alimentada por desconfiança e falta de acesso à informação, destaca a complexidade de promover mudanças em um setor tão tradicional. No entanto, o otimismo persistente desses profissionais em meio às adversidades mostra a importância de continuar a busca por estratégias de extensão mais eficazes e acessíveis, capazes de sensibilizar e engajar os produtores na busca por melhores práticas e resultados na produção de leite.

Conforme se observa na Figura 1, ocorreu uma diminuição do rebanho que não comprometeu a produção; daí se deduz que o ganho de produtividade do setor foi o fator que sustentou o crescimento da produção.

Figura 1: Produção de leite e efetivo de animais ordenhados

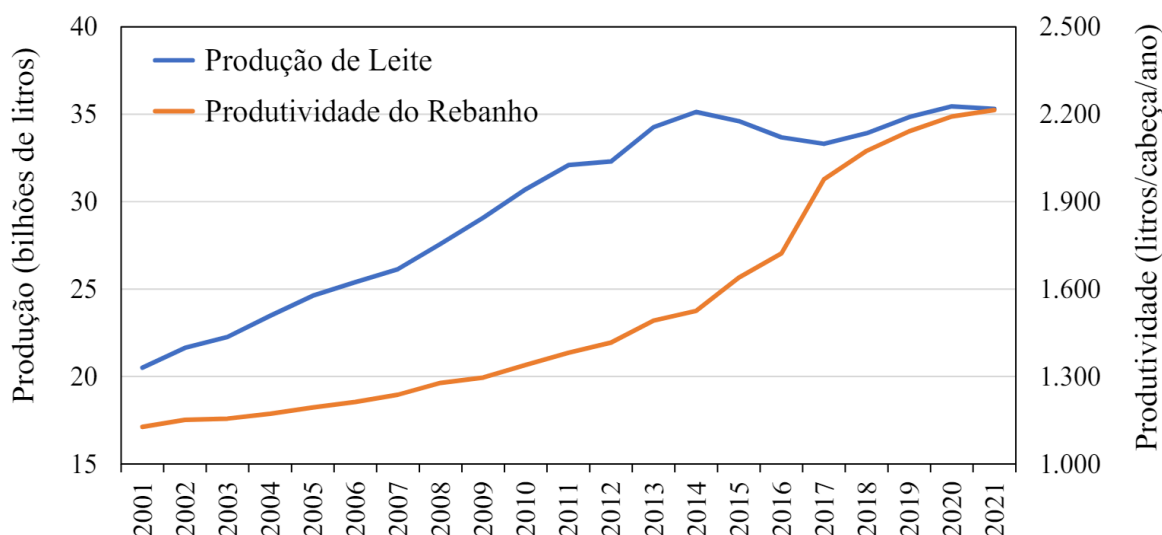


Fonte: BNDES, 2013, com base em dados da Pesquisa Pecuária Municipal.

Os dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE) revelam uma tendência significativa: entre 1974 e 2011, a média de produção de leite por vaca no Brasil mais do que dobrou. Em 1974, uma vaca brasileira produzia em média 655 litros de leite por ano, enquanto em 2011 essa média saltou para 1.381 litros anuais. Essa notável evolução demonstra um aumento substancial na produtividade do setor leiteiro brasileiro ao longo dessas décadas, evidenciando os avanços tecnológicos, de manejo e genéticos que impulsionaram esse crescimento. Esses dados são um testemunho do potencial de melhoria contínua e desenvolvimento sustentável na produção de leite no país.

Em âmbito nacional, segundo dados do IBGE, a produção de leite aumentou de 32,1 bilhões de litros em 2011 para 35,3 bilhões de litros em 2021, representando um incremento de cerca de 10% (Figura 2). Além disso, a produtividade cresceu de 1382 litros por cabeça por ano em 2011 para 2214 litros por cabeça por ano em 2021.

Figura 2: Visualização da evolução da produção de leite (litros/ano) e da produtividade (litros/cabeça/ano) leiteira do rebanho no Brasil.



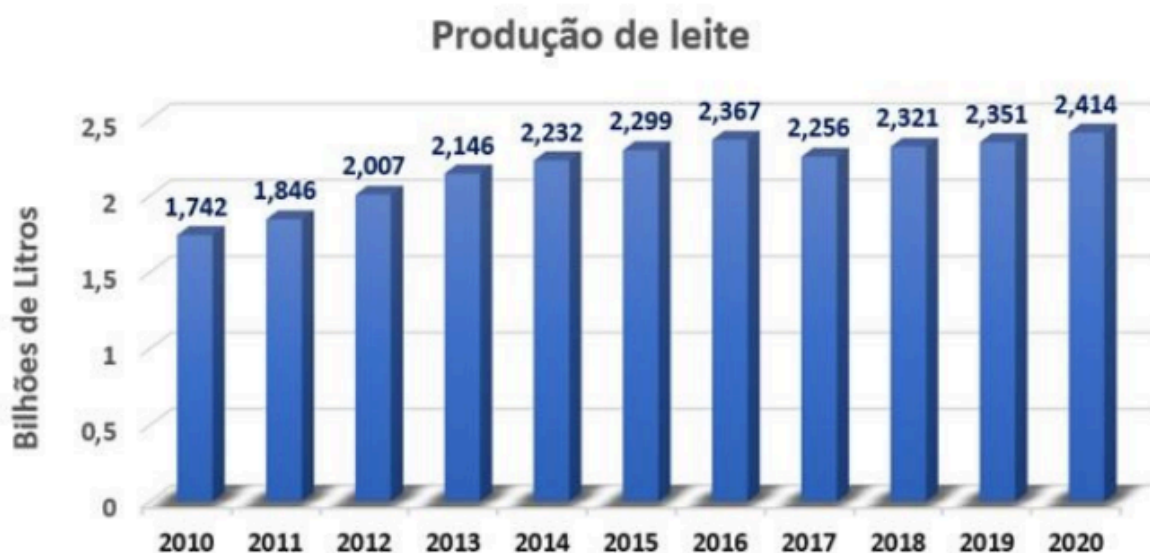
Fonte: Revista Foco, IBGE/PPM (2022), adaptado por Embrapa Gado de Leite.

Esses dados destacam um progresso significativo na produção e na produtividade da indústria leiteira brasileira ao longo de uma década. Mais

impressionante ainda é o crescimento na produtividade por cabeça, refletindo avanços em tecnologia, manejo e eficiência na produção leiteira.

A mesorregião Oeste Catarinense, em Santa Catarina, ocupa a terceira posição na produção de leite no Brasil, alcançando 2,41 bilhões de litros, conforme a pesquisa mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), realizada em 2020. Esse volume representa 6,81% da produção nacional, ficando atrás do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, em Minas Gerais, com 2,45 bilhões de litros (6,91%), e do Noroeste Rio-Grandense, que lidera com 2,90 bilhões de litros, equivalentes a 8,19% da produção brasileira em 2020 (JUNIOR et al, 2022).

Figura 3: Visualização da evolução da produção de leite (litros/ano) na mesorregião Oeste Catarinense.



Fonte: IBGE, adaptado por Embrapa Gado de Leite.

Entre 2010 e 2016, a produção de leite nesta mesorregião teve um crescimento expressivo de 26,4%, passando de aproximadamente 1,74 para 2,36 bilhões de litros. Nesse período de seis anos, o número de vacas ordenhadas aumentou em 140 mil cabeças, representando um crescimento de 18,6%. Além disso, a produtividade do rebanho leiteiro aumentou em 299 litros por cabeça, ou 8,09% em relação a 2010.

Figura 4: Evolução da mesorregião Oeste Catarinense, segundo a variável Número de Vacas Ordenhadas.



Fonte: IBGE, adaptado por Embrapa Gado de Leite.

Esse período coincidiu com uma fase de crescimento constante na produção nacional de leite, impulsionada pela expansão sucessiva da economia brasileira. Entre 2016 e 2017, houve uma queda de 111 milhões de litros na produção, acompanhada por uma redução significativa de 217 mil vacas ordenhadas (28,8%). No entanto, a produtividade continuou a aumentar em um ritmo mais acelerado, registrando um acréscimo de 1.177 litros por cabeça, ou 24,1%, em comparação a 2016. Entre 2017 e 2020, a produção de leite voltou a crescer, com um aumento de 158 milhões de litros (6,5%), sustentado por um crescimento de 5,4% no rebanho de vacas ordenhadas.

De acordo com SEBRAE² (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) (2023), a Pesquisa Pecuária Municipal (PPM), divulgada pelo IBGE em 22 de setembro de 2022, revelou que a produção de leite no Brasil atingiu 35,3 bilhões de litros em 2021, mantendo-se praticamente estável em comparação com 2020. Contudo, pela primeira vez, a região Sul superou o Sudeste em volume de produção, representando 33,88% do total nacional, enquanto o Sudeste respondeu

² O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) é uma entidade privada que promove a competitividade e o desenvolvimento sustentável dos empreendimentos de micro pequenas empresas– aqueles com faturamento bruto anual de até R\$ 4,8 milhões.

por 33,86%, com isso, o destaque no ranking estadual foi para Santa Catarina, assumindo a 4ª colocação de estado de maior produção.

Santa Catarina se destaca como o terceiro maior estado produtor de leite no Brasil, com uma produção total de 824.149 litros de leite cru, resfriado ou não, conforme dados do 4º trimestre de 2023 do IBGE. Esta posição evidencia a importância do setor leiteiro na economia estadual e reflete os esforços dos produtores em adotar práticas e tecnologias que aumentam a eficiência e a qualidade da produção (IBGE, 2024)

Andrade et al. (2023) destacam o visível avanço da produtividade em quase todo o território nacional durante este período. Este fenômeno é observado em todas as regiões brasileiras, inclusive fora das principais bacias leiteiras do país. No entanto, há uma tendência de que este aumento seja mais expressivo nas duas principais regiões produtoras do Brasil: o Sul e o estado de Minas Gerais.

Segundo o SEBRAE em seu relatório de 2008, "produzir leite é administrar custos", destacando assim a importância crucial de uma gestão financeira eficiente nesse segmento. Essa afirmação ressalta a necessidade de os produtores encararem a produção de leite não apenas como uma atividade agrícola, mas também como um negócio que demanda controle rigoroso dos aspectos financeiros.

Visto isso, enfatizamos um aspecto fundamental muitas vezes ignorado na produção de leite: a gestão de custos. A compreensão de que produzir leite vai além da simples obtenção do produto final e envolve a administração cuidadosa dos custos é essencial para o sucesso a longo prazo dos produtores. Investir em estratégias de gestão que visem a racionalização das operações e a redução de custos não só contribui para a eficiência do negócio, mas também para a sua sustentabilidade econômica e competitividade no mercado.

No contexto da produção leiteira, monitorar a produtividade individual dos animais é uma prática fundamental para garantir eficiência e rentabilidade. Esse acompanhamento não só permite identificar vacas mais produtivas, mas também auxilia na detecção precoce de problemas de saúde e no planejamento adequado da alimentação e manejo do rebanho.

De acordo com SEBRAE:

O controle leiteiro pode ser definido como a melhor forma de se acompanhar a evolução produtiva individual dos animais do rebanho e consiste

simplesmente em pesar de tempos em tempos (pelo menos uma vez por mês) a produção de leite de cada vaca em lactação(SEBRAE, 2008).

Essa definição destaca a importância do controle leiteiro como uma ferramenta essencial para avaliar o desempenho individual das vacas em lactação. Além de fornecer dados precisos sobre a produtividade individual das vacas, essa prática permite uma tomada de decisão mais embasada, contribuindo para o aumento da eficiência produtiva e a melhoria dos resultados econômicos da atividade. Ao acompanhar de perto a produção de leite de cada animal, os produtores podem identificar e corrigir rapidamente problemas de saúde, ajustar a alimentação e manejo de forma personalizada e selecionar os melhores reprodutores para o melhoramento genético do rebanho.

O controle leiteiro é essencial para avaliar a capacidade de produção de leite de uma vaca. Através dele, é possível obter uma estimativa confiável da produtividade (SÁ, Luciano Moraes, 2008).

Para Ramos (2017), o controle leiteiro é fundamental para o aprimoramento do gado leiteiro, pois permite avaliar com precisão a verdadeira capacidade reprodutiva das vacas por meio de registros de produção de leite, possibilitando a seleção das melhores produtoras .

Sistemas de informação avançados são necessários para que os dados de monitoramento e controle, individual ou em grupo, dos vários sensores disponíveis sejam efetivos e possam orientar as decisões de manejo mais adequadas (Edan, 2009, apud Paiva et al, 2016).

Assim podemos dizer que o monitoramento da produtividade individual dos animais é essencial para garantir a eficiência e rentabilidade na produção leiteira. Esta prática permite não apenas identificar vacas mais produtivas, mas também detectar problemas de saúde e planejar adequadamente a alimentação e manejo do rebanho de maneira precoce. Dessa forma, a integração de tecnologias de precisão e sistemas de informação robustos é fundamental para otimizar a gestão das propriedades leiteiras e maximizar a produtividade.

2.4.1 Fatores que influenciam na produção de leite

O conhecimento acumulado sobre as relações entre variabilidade genética, produtividade e ambiente ao longo de gerações permitiu quantificar a influência do clima no desempenho dos animais de produção.

A temperatura ambiente e a umidade relativa do ar são influências climatológicas significativas nas variáveis fisiológicas de vacas lactantes, afetando o gasto e o destino da energia recebida através da dieta (CLARK, 1981, apud SOUZA, 2020). Essas condições podem comprometer o bem-estar dos animais e, conseqüentemente, sua produtividade.

Segundo Peixoto et al. (2023), cuidar do conforto e bem-estar animal é essencial para aumentar o retorno financeiro e minimizar os impactos ambientais na pecuária leiteira. Alimentação adequada, boas instalações, respeito e conhecimentos básicos sobre a biologia e comportamento animal contribuem para reduzir o estresse animal, aumentar a eficiência produtiva, melhorar a qualidade do leite e facilitar a ordenha. Esses fatores resultam em ganhos de produtividade e ampliam a possibilidade de maiores lucros.

De acordo com Cruz et al. (2011), a produtividade é diretamente afetada por temperaturas muito altas, que causam estresse térmico. Isso resulta na diminuição do potencial produtivo, afetando o rendimento lácteo e a composição do leite, com reduções nos teores de gordura, proteína, lactose e minerais como Ca, P, K e Na. Além disso, há uma redução na ingestão de alimentos, no tempo de ruminação e na produção de leite, bem como nas atividades diárias, especialmente durante o dia. O estresse térmico também aumenta a frequência respiratória e a ingestão de água.

O leite contém uma quantidade substancial de magnésio, e o requerimento desse nutriente aumenta com os níveis de produção de leite da vaca. A deficiência de magnésio pode resultar em um aumento do nitrogênio não proteico, redução do nitrogênio proteico e a ocorrência de tetania das pastagens (Balsalobre, 2000).

As condições ambientais, como temperatura e umidade, desempenham um papel crucial na produtividade e bem-estar das vacas lactantes. Como mencionado por Cruz et al. (2011), o estresse térmico causado por temperaturas elevadas pode afetar negativamente a produção de leite, bem como sua composição e ingestão de alimentos. Para garantir o sucesso na pecuária leiteira, é essencial cuidar do

conforto e bem-estar dos animais, conforme destacado por Peixoto et al. (2023). Além disso, a nutrição adequada, incluindo a oferta de magnésio, como apontado por Balsalobre (2000), desempenha um papel importante na saúde e produtividade do rebanho. Portanto, estratégias eficazes de manejo e nutrição são essenciais para garantir a produtividade e sustentabilidade da produção leiteira.

De acordo com Filho (2005), além da escolha das instalações, os cuidados com as vacas, o manejo das vacas secas e a ordenha são fatores cruciais nas técnicas de manejo que afetam o gado. Quanto às instalações, é essencial que sejam adequadas para a ordenha manual ou mecânica, com piso impermeável, fornecimento de água corrente e cochos para ração. Além disso, é necessário contar com espaços para armazenar ração e bezerros, bem como uma área para desintegrar forragem e um tronco para realizar vacinações, exames e inseminação artificial.

Filho (2005) expõe que existem condições essenciais para o manejo eficaz do gado além das condições ambientais. Instalações adequadas devem permitir uma ordenha manual ou mecânica eficiente. Espaços para armazenamento de insumos, uma área para desintegrar forragem e um tronco para realizar vacinações, exames e inseminação artificial também são necessários.

2.5 A TECNOLOGIA NA PECUÁRIA LEITEIRA

Rodrigues (2017) afirma que a melhoria e a incorporação de tecnologias nos sistemas produtivos permitem ao produtor alcançar índices econômicos satisfatórios, baseados não apenas no aumento do volume produzido, mas também na estruturação da propriedade e no rígido controle de seus indicadores zootécnicos. Contudo, para que isso ocorra, é necessário que o produtor utilize ferramentas de monitoramento para avaliação e análise das mudanças a serem implementadas, além de buscar uma boa assistência técnica.

De acordo com Godinho (2017), a tecnologia da informação emergiu da necessidade de estabelecer estratégias e instrumentos para a captação, organização, interpretação e utilização das informações. Trata-se de uma coleção de recursos que inclui pessoas, dados de uma organização e infraestrutura tecnológica.

O potencial da informação depende tanto do usuário quanto do uso que se faz dela, sendo que uma série de características determinam seu valor para a fazenda. Essas características incluem precisão, completude, confiabilidade, relevância, clareza, rapidez, acessibilidade e segurança.

Na prática, os aplicativos estão transformando o gerenciamento dos negócios, as tarefas cotidianas e o planejamento de ações nas propriedades. Muitos desses aplicativos otimizam o tempo e, indiretamente, aumentam a produtividade. Devido ao seu custo acessível, ou até mesmo gratuito, essas ferramentas têm atraído pequenos produtores (Melo, 2016).

Muitas das tarefas rotineiras de um sistema de produção leiteira podem ser automatizadas, permitindo a criação de sistemas controlados altamente eficazes (FARIA, 2001).

Paiva et al (2016) afirma que as maiores oportunidades e ganhos na utilização de tecnologias de precisão na pecuária de leite estão relacionados às atividades de rotina que consomem grande parte do tempo do produtor ou que representam a maior parte dos custos de produção, como a produção de alimentos, a alimentação, a reprodução e a ordenha dos animais.

Cavalcanti et al. (2016) destacam que os avanços nas tecnologias da informação e comunicação têm permitido a coleta de dados de forma refinada, mais frequente e automatizada. Esse processo intensivo resulta na geração de grandes bancos de dados que precisam ser interpretados de maneira eficiente para fornecer suporte à tomada de decisões pelos usuários.

Esses trechos destacam a importância da tecnologia e da informação na modernização das práticas agrícolas, ressaltando como elas podem aumentar a eficiência e a produtividade. Enfatizam também a necessidade de ferramentas de monitoramento e assistência técnica para garantir o sucesso da implementação dessas tecnologias. Essa abordagem evidencia como os aplicativos estão transformando a gestão dos negócios agrícolas, proporcionando economia de tempo e aumento da produtividade, especialmente para os pequenos produtores, devido à sua acessibilidade econômica. Bem como os *insights*³ sublinham a importância da adoção de tecnologias para impulsionar o sucesso no setor agrícola.

³ *Insight* ou *insights* é um substantivo com origem no idioma inglês e que significa compreensão súbita de alguma coisa ou determinada situação.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Este capítulo apresenta os materiais e as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento do protótipo de um sistema para o acompanhamento da produção de leite. Optou-se por desenvolver um protótipo de simples e fácil utilização e entendimento de suas funções e telas. As soluções adotadas foram baseadas nas recomendações obtidas a partir da pesquisa apresentada no capítulo anterior.

3.1. BACK END

Node.js é um ambiente de tempo de execução JavaScript de código aberto e multiplataforma. Ele utiliza o motor JavaScript V8, que é o núcleo do Google Chrome, fora do navegador, permitindo que o Node.js ofereça alto desempenho.

Um aplicativo Node.js é executado em um único processo, sem criar uma nova *thread*⁴ para cada solicitação. Node.js fornece um conjunto de primitivas de E/S assíncronas em sua biblioteca padrão, evitando o bloqueio do código JavaScript. Geralmente, as bibliotecas no Node.js são escritas utilizando paradigmas não bloqueantes, tornando o bloqueio uma exceção em vez da norma.

Quando o Node.js executa uma operação de E/S, como ler da rede, acessar um banco de dados ou o sistema de arquivos, ele não bloqueia a *thread*, desperdiçando ciclos de CPU. Em vez disso, o Node.js retoma as operações quando a resposta está disponível. Isso permite que o Node.js gerencie milhares de conexões simultâneas com um único servidor, sem a sobrecarga de gerenciamento de *threads* simultâneas, que pode ser uma fonte significativa de *bugs*.

Node.js possui uma vantagem única ao permitir que milhões de desenvolvedores *front-end*, que já escrevem JavaScript para o navegador, possam agora também escrever código do lado do servidor sem precisar aprender uma linguagem completamente nova.

⁴ As threads são o número de tarefas que ele é capaz de executar por vez. Uma pessoa é capaz de executar um número X de atividades, mas ela precisa concluir uma para iniciar outra. De acordo com o exemplo, se você quiser aumentar substancialmente o potencial de execução da sua equipe, precisa de mais colaboradores.

Além disso, no Node.js, os novos padrões ECMAScript podem ser utilizados sem problemas, pois você não precisa esperar que todos os seus usuários atualizem seus navegadores. Você pode decidir qual versão do ECMAScript usar alterando a versão do Node.js, e também pode ativar recursos experimentais específicos executando o Node.js com sinalizadores apropriados (Documentação NODE, 2024).

Podemos ver que o Node.js se destaca como uma ferramenta versátil e eficiente para desenvolvimento de aplicativos de alto desempenho, utilizando o motor JavaScript V8 fora do navegador. Seu modelo assíncrono e não bloqueador permite gerenciar inúmeras conexões simultâneas sem a complexidade de *threads* múltiplas. Além disso, possibilita que desenvolvedores utilizem JavaScript tanto no *front-end* quanto no *back-end*, facilitando a adoção. A capacidade de utilizar novos padrões ECMAScript rapidamente torna o Node.js uma escolha moderna e robusta para o desenvolvimento web.

O Express.js é um framework minimalista e flexível para Node.js, amplamente utilizado no desenvolvimento de APIs e aplicativos web devido à sua simplicidade e extensibilidade. Ele fornece uma camada robusta de recursos para manipulação de rotas, tratamento de requisições e respostas HTTP⁵, além de facilitar a integração com *middlewares* – funções que processam requisições antes que estas cheguem aos endpoints finais. Essas características tornam o Express.js uma escolha popular para construir APIs RESTful⁶, micro serviços e servidores de backend.

O Express.js é um framework Node.js intuitivo e fácil de configurar, que facilita a criação de servidores web com poucos comandos. Ele oferece um sistema de rotas robusto, permitindo definir endpoints e métodos HTTP (como GET, POST, PUT, DELETE) de forma modular, escalável e organizada. Middlewares no Express ajudam a processar requisições antes de chegarem ao controlador final, possibilitando a reutilização de funcionalidades para autenticação, log de requisições e validação de dados, mantendo o código limpo e estruturado.

⁵ O protocolo da Web, HTTP, é um protocolo de solicitação-resposta que define como os clientes da Web se comunicam com os servidores da Web.

⁶ A API RESTful é uma interface que dois sistemas de computador usam para trocar informações de forma segura pela internet. A maioria das aplicações de negócios precisa se comunicar com outras aplicações internas e de terceiros para executar várias tarefas. Por exemplo, para gerar contracheques mensais, seu sistema interno de contas precisa compartilhar dados com o sistema bancário de seu cliente a fim de automatizar o faturamento e se comunicar com uma aplicação interna de planilha de horas. As APIs RESTful suportam essa troca de informações porque seguem padrões de comunicação de software seguros, confiáveis e eficientes.

O Express é altamente extensível, permitindo fácil integração com bibliotecas como *body-parser* (para dados JSON e formulários), *cors* (controle de origem cruzada), *helmet* (segurança) e *json web token* (autenticação JWT). Essa flexibilidade possibilita sua adaptação para aplicações de diferentes portes, desde pequenas APIs a sistemas complexos. Além disso, por ser leve, o Express facilita a criação de sistemas escaláveis, podendo ser combinado com microsserviços e containerização para aplicações em crescimento.

3.1.1 Estrutura de arquivos

A estrutura de arquivos do servidor implementada em Node.js com Express.js foi organizada de forma modular para facilitar o desenvolvimento e manutenção da aplicação. O código foi separado em pastas e arquivos específicos, conforme a responsabilidade de cada parte, criando uma arquitetura escalável e de fácil entendimento.

No diretório principal, denominado “src”, estão organizados os componentes essenciais do sistema:

1. Pasta “routes/”: Esta pasta contém os arquivos de rotas, onde são definidos os endpoints da API. Cada arquivo de rota é responsável por agrupar as operações de um recurso específico, como bovinos, inseminações ou produção de leite. Por exemplo, “bovinos.js” define as rotas para operações de CRUD (criação, leitura e atualização) relacionadas aos bovinos e encaminha as requisições para o controlador correspondente. Essa organização permite que o sistema expanda as rotas facilmente para novos recursos sem interferir na estrutura das rotas já existentes.

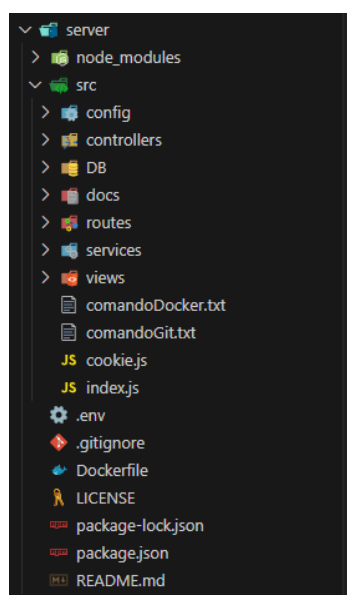
2. Pasta “controllers/”: Os controladores, armazenados nesta pasta, atuam como intermediários entre as rotas e a lógica de negócios. Eles recebem as requisições HTTP, processam os dados necessários e chamam os métodos adequados nos serviços. Cada controlador retorna uma resposta ao cliente, tratando erros e manipulando os dados que serão exibidos. Por exemplo, “bovinos.js” possui métodos como “postBovinos”, “getBovinos” e “patchBovinos”, que lidam com a lógica de recebimento e envio de dados para as rotas de bovinos.

3. Pasta “services/”: A pasta de serviços centraliza a lógica de negócios e a manipulação de dados do banco de dados. A estrutura de serviços permite encapsular as operações mais complexas e reutilizar código, promovendo uma separação clara entre a lógica de aplicação e a interface de dados. Por exemplo, “bovinos.js” contém métodos para interagir diretamente com o banco de dados, como a criação, busca e atualização de informações sobre os bovinos. Esse design permite que o controlador apenas invoque métodos específicos sem precisar gerenciar a lógica detalhada de cada operação.

4. Pasta “config/”: A pasta de configuração contém arquivos para configurar a aplicação, como o acesso ao banco de dados. No arquivo “pg.js”, por exemplo, estão as credenciais e parâmetros necessários para estabelecer a conexão com o PostgreSQL. Esse arquivo centraliza as configurações, facilitando alterações de ambiente, como a migração entre bancos de dados em desenvolvimento e produção.

5. O arquivo “index.js” configura e inicializa o servidor Node.js usando o Express. Ele define middlewares e configurações essenciais para o funcionamento da aplicação, incluindo a manipulação de CORS e rotas de documentação da API.

Figura 5: Estrutura de pastas/arquivos do servidor.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esta estrutura modular proporciona uma arquitetura organizada e escalável, em que cada responsabilidade é bem definida. Assim, o desenvolvimento torna-se

mais eficiente, facilitando a expansão para novos recursos e a manutenção da aplicação ao longo do tempo.

3.2. BANCO DE DADOS

De acordo com PostgreSQL Global Development Group (2024), o PostgreSQL é um sistema de banco de dados relacional de código aberto extremamente poderoso, que estende a linguagem SQL com uma variedade de recursos para armazenar e dimensionar de forma segura as cargas de trabalho de dados mais complexas. Reconhecido por sua arquitetura sólida, confiabilidade e integridade de dados, o PostgreSQL também é elogiado por seu conjunto robusto de funcionalidades, sua capacidade de extensão e o compromisso da comunidade de código aberto em fornecer soluções inovadoras e consistentemente de alto desempenho. Além disso, o PostgreSQL é executado em todas as principais plataformas e é compatível com ACID⁷ desde 2001, contando ainda com poderosos complementos como o popular PostGIS para dados geoespaciais.

O PostgreSQL oferece uma ampla gama de recursos para auxiliar desenvolvedores na construção de aplicativos, administradores na preservação da integridade dos dados e na criação de ambientes resilientes a falhas, além de facilitar o gerenciamento de conjuntos de dados, independentemente do seu tamanho. Além de ser gratuito e de código aberto, o PostgreSQL é altamente extensível. Por exemplo, é possível definir tipos de dados personalizados, criar funções customizadas e até mesmo escrever código em diversas linguagens de programação sem a necessidade de recompilar o banco de dados (*PostgreSQL Global Development Group, 2024*).

A seguir, está uma lista de vários recursos encontrados no PostgreSQL:

- a. Tipos de dados;
- b. Integridade de dados;
- c. Simultaneidade, desempenho;

⁷ ACID é uma sigla para as quatro principais características que definem uma transação: Atomicidade, Consistência, Isolamento e Durabilidade. Quando uma operação de banco de dados possui essas propriedades ACID, ela pode ser chamada de transação ACID.

- d. Confiabilidade, recuperação de desastres;
- e. Segurança;
- f. Extensibilidade;
- g. Internacionalização, pesquisa de texto.

No projeto, o PostgreSQL é utilizado como banco de dados principal e é executado em um container Docker, o que traz diversos benefícios. O uso do Docker facilita a configuração, execução e gerenciamento do banco de dados, tornando o ambiente mais portátil e fácil de reproduzir. Através do Docker, é possível definir uma imagem do PostgreSQL com a versão desejada e replicar o mesmo ambiente em diferentes máquinas ou servidores, garantindo consistência.

Essa abordagem elimina problemas de compatibilidade e configuração entre diferentes ambientes, além de possibilitar a escalabilidade. O container Docker também oferece um isolamento ideal, permitindo que o PostgreSQL seja executado com segurança e sem interferir em outras aplicações.

Um container é um processo isolado que roda em uma máquina host, separado de outros processos em execução nela. Esse isolamento é possibilitado pelos namespaces e cgroups do kernel, recursos que estão presentes no Linux há anos, mas que o Docker tornou acessíveis e fáceis de utilizar. Em resumo, um container:

- a. É uma instância em execução de uma imagem, podendo ser criada, iniciada, parada, movida ou excluída pela API ou CLI do Docker.
- b. Pode ser executado em máquinas físicas, máquinas virtuais ou implantado na nuvem.
- c. É portátil, permitindo execução em qualquer sistema operacional.
- d. É isolado de outros contêineres e roda seu próprio software, binários e configurações de forma independente.

Uma imagem é o sistema de arquivos isolado que um container utiliza ao ser executado. Ela inclui todos os componentes necessários para rodar um aplicativo, como dependências, configurações, scripts e binários. Além disso, a imagem também define configurações adicionais para o container, incluindo variáveis de ambiente, comandos padrão a serem executados e outros metadados essenciais para a execução do container.

Por ser um banco de dados de código aberto robusto e amplamente utilizado, o PostgreSQL combina-se bem com Docker, criando uma solução de

armazenamento de dados eficiente, confiável e fácil de gerenciar, capaz de suportar cargas de trabalho complexas e garantir a integridade dos dados.

No projeto, utilizei um Dockerfile e um script “init.sql” para configurar e inicializar o banco de dados PostgreSQL no Docker. O Dockerfile define a imagem base e as instruções para configurar o ambiente do banco, enquanto o script “init.sql” automatiza a criação das tabelas e a inserção dos dados iniciais. Esse processo garante que o banco esteja devidamente configurado ao iniciar o contêiner, proporcionando uma replicação fácil e consistente do ambiente de banco de dados em qualquer sistema.

Em resumo, o PostgreSQL é um poderoso banco de dados relacional de código aberto, conhecido por sua robustez, confiabilidade e extensibilidade. Ele oferece uma ampla gama de funcionalidades avançadas, como suporte a dados geoespaciais, tipos de dados personalizados e compatibilidade com ACID. Executado em todas as principais plataformas, o PostgreSQL permite construir aplicativos resilientes e gerenciar grandes volumes de dados de forma eficiente e segura.

3.3. FRONT END

Vue (pronuncia-se como view) é uma estrutura JavaScript para construção de interfaces de usuário. Ele se baseia em HTML⁸, CSS⁹ e JavaScript¹⁰ padrão e fornece um modelo de programação declarativo baseado em componentes que ajuda a desenvolver interfaces de usuário de qualquer complexidade com eficiência. Vue é uma estrutura e ecossistema que aborda a maioria dos recursos comuns

⁸ HTML é uma linguagem de marcação de hipertexto utilizada na criação de documentos e páginas da web. Os marcadores, chamados de “tags”, servem para indicar a função de cada elemento na página, como textos, imagens e vídeos, além de suas conexões com outros elementos (links) e como eles serão interpretados pelo navegador. Saiba mais sobre o que é HTML, quando foi criado e sua importância para a internet moderna.

⁹ CSS é uma linguagem de estilo, também conhecida como folhas de estilo em cascata. É usada para personalização visual de um site. Ou seja, elas servem para otimizar o conteúdo das páginas e permitir uma apresentação mais amigável para o usuário.

¹⁰ JavaScript é uma linguagem de programação que permite a você implementar itens complexos em páginas web — toda vez que uma página da web faz mais do que simplesmente mostrar a você informação estática — mostrando conteúdo que se atualiza em um intervalo de tempo, mapas interativos ou gráficos 2D/3D animados, etc. — você pode apostar que o JavaScript provavelmente está envolvido.

necessários no desenvolvimento *front-end*. No entanto, dada a diversidade da web, com uma variedade de formas e escalas de construção, o Vue foi concebido para oferecer flexibilidade e ser adotável de forma incremental (Documentação VUE, 2024). Isso significa que, dependendo do contexto específico de uso, o Vue pode ser aplicado de diversas maneiras:

- a. Aprimorando o HTML estático sem a necessidade de um processo de construção adicional.
- b. Incorporando-se como componentes da Web em qualquer página.
- c. Desenvolvendo aplicativos de página única (SPA).
- d. Implementando renderização no lado do servidor (SSR) para aplicativos Fullstack.
- e. Adotando a abordagem Jamstack¹¹ para a geração de sites estáticos (SSG).
- f. Suportando ambientes diversos, incluindo desktop, celular, WebGL e até mesmo terminal.

Na maioria dos projetos Vue habilitados para ferramentas de construção, criamos componentes Vue usando um formato de arquivo semelhante ao HTML chamado Single-File Component (também conhecido como “.vue” arquivos, abreviado como SFC¹²).

O Quasar é *framework*¹³ com uma estrutura de código aberto baseada em Vue.js, licenciada sob o MIT¹⁴, que oferece aos desenvolvedores web a capacidade de criar rapidamente sites/aplicativos responsivos em diversas variantes:

- a. SPAs (Single Page Applications - Aplicativos de Página Única)
- b. SSR (Server-Side Rendered - Renderização do Lado do Servidor) (com suporte opcional para PWA do lado do cliente)
- c. PWAs (Progressive Web Apps - Aplicativos Web Progressivos)
- d. BEX (Browser Extension - Extensões de Navegador)
- e. Aplicativos móveis (Android, iOS, etc.) através de Cordova ou Capacitor

¹¹ JAMstack é uma abordagem para desenvolvimento web front-end (a construção de conteúdo e interfaces com as quais os usuários interagem). Ele permite que os desenvolvedores criem rapidamente e apresentem sites estáticos aos usuários com eficiência.

¹² Um Vue SFC, como o nome sugere, encapsula a lógica do componente (JavaScript), modelo (HTML) e estilos (CSS) em um único arquivo.

¹³ Framework é um termo que se refere a estratégias e ações que visam solucionar um tipo de problema.

¹⁴ Massachusetts Institute of Technology

f. Aplicativos multiplataforma para desktop (utilizando Electron)

Ele oferece uma ampla gama de componentes para atender praticamente todas as necessidades de desenvolvimento *web*. Cada componente é meticulosamente elaborado para proporcionar a melhor experiência aos usuários. Desenvolvido com foco em desempenho e responsividade, o Quasar tem uma sobrecarga quase imperceptível. Nos orgulhamos especialmente dessa atenção dedicada ao desempenho e ao design de alta qualidade.

Além disso, o Quasar foi concebido para promover a adoção das melhores práticas no desenvolvimento *web*. Visando facilitar tal aspecto, o Quasar vem com uma ampla gama de recursos prontos para uso, eliminando a necessidade de configuração (Documentação QUASAR, 2024).

Percebemos aqui, que o Vue é uma estrutura JavaScript flexível para construir interfaces de usuário, desde aprimorar HTML estático até criar SPAs e PWAs. Já o Quasar, baseado em Vue.js, facilita a criação de aplicativos responsivos para várias plataformas, oferecendo componentes prontos para uso e focando em desempenho e boas práticas de desenvolvimento.

3.3.1 Estrutura de arquivos

A aplicação é organizada em diferentes camadas, cada uma com responsabilidades específicas, facilitando a manutenção, escalabilidade e reutilização de componentes. Abaixo, detalhamos a estrutura dos principais diretórios e arquivos.

A camada de layouts define as principais estruturas de navegação e interface, como login, cadastro de usuário e o layout completo do sistema. Cada layout é um componente que organiza elementos comuns, como menus e cabeçalhos, e que envolvem o conteúdo das páginas.

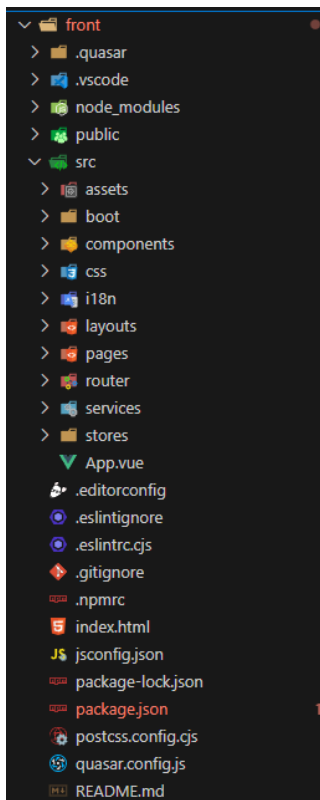
No diretório de páginas (*pages*), cada tela do sistema é representada por um componente Vue, que é exibido dentro do layout correspondente. Cada componente de página encapsula o conteúdo específico para uma funcionalidade ou visualização.

O arquivo central de roteamento (router/router.js) define todas as rotas da aplicação e organiza as rotas em uma estrutura hierárquica. Essa organização permite associar rotas a diferentes layouts e facilita a configuração de middleware de autenticação e permissões de acesso.

O Pinia é utilizado para gerenciar o estado global da aplicação. Os módulos do Pinia, chamados *stores*, organizam dados e métodos em estados específicos da aplicação. Um exemplo é o `useBovinosStore`, que gerencia a lista de bovinos e fornece métodos para incrementar contadores e buscar, adicionar ou atualizar dados de bovinos.

Os serviços são responsáveis pela comunicação com a API backend, encapsulando todas as operações de chamada HTTP. Utilizando `Axios`, cada método dentro dos serviços retorna uma *promise* que resolve ou rejeita de acordo com a resposta da API. Essa estrutura facilita a reutilização e a modularização das chamadas à API.

Figura 6: Estrutura de pastas/arquivos do front end.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essa estrutura modular garante uma separação clara entre apresentação (layouts e páginas), gerenciamento de estado (Pinia), roteamento (Vue Router) e acesso a dados (serviços), tornando o desenvolvimento mais eficiente e o código mais organizado.

3.4. INTEGRAÇÕES

No contexto atual de sistemas para gestão agropecuária, a possibilidade de integrações via API com dispositivos como sensores IoT, antenas RFID, sistemas de rastreamento e controle ambiental oferece um potencial significativo para transformar a eficiência operacional. A integração permite que informações em tempo real de dispositivos de monitoramento cheguem diretamente ao sistema de gerenciamento, automatizando tarefas, minimizando a intervenção manual e elevando a precisão dos dados. Essa comunicação contínua entre dispositivos e sistemas centralizados não apenas aprimora o monitoramento do rebanho e dos recursos, mas também permite uma tomada de decisão mais ágil e informada, baseada em dados precisos e atualizados. Desta forma, as integrações API desempenham um papel essencial na modernização da gestão agropecuária, alinhando-a com as exigências de produtividade e sustentabilidade do mercado atual.

A integração de sistemas de gestão agropecuária com a Antena com Leitor RFID UHF M-ID10W abre novas possibilidades para o monitoramento automatizado e em tempo real de bovinos e demais ativos da fazenda. Este dispositivo é capaz de identificar e rastrear animais equipados com tags RFID, facilitando o registro automático de entradas, saídas e localização dos animais no rebanho.

Com a M-ID10W, é possível implementar um sistema de identificação de bovinos por meio de leitura de RFID em distâncias de até 10 metros, dependendo das condições do ambiente. A antena integrada permite a captação das tags RFID UHF dos animais, encaminhando esses dados para o servidor através de comunicação configurável, como HTTP ou MQTT. No servidor, um endpoint API dedicado pode ser programado para receber e processar esses dados,

integrando-os diretamente ao sistema de gerenciamento e atualizando, em tempo real, as informações do animal no banco de dados (Documentação Antena RFID).

O sistema desenvolvido já está preparado para integrar-se com a Antena com Leitor RFID UHF M-ID10W, pois a API do servidor foi projetada para receber e processar automaticamente as informações enviadas pelo dispositivo. Essa API está configurada para receber dados de identificação das tags RFID dos animais, captados pela antena e enviados ao servidor em tempo real, permitindo o registro imediato no banco de dados.

Com essa infraestrutura pronta, o sistema pode receber informações como o ID do animal e horários de saída, facilitando o uso imediato da tecnologia RFID. Esse fluxo de dados é gerenciado de forma segura e eficiente, garantindo que os registros sejam processados com precisão e atualizados automaticamente no sistema.

A integração da Antena com Leitor RFID UHF M-ID10W no sistema permitirá capturar automaticamente as informações dos bovinos que estão saindo da ordenha. Ao identificar os animais equipados com tags RFID, a antena enviará esses dados diretamente ao servidor, onde a API já está configurada para receber essas informações.

Assim que o servidor recebe os dados de saída dos bovinos, ele realiza uma comparação com os registros de produção de leite informados em cada terminal de ordenha. Esse processo de validação permite verificar a quantidade de leite produzida por cada animal, garantindo que os dados coletados nos terminais correspondam ao registro do bovino que passou pelo local. Após a validação, as informações de produção de leite são registradas no banco de dados, assegurando a precisão e a atualização em tempo real dos dados de cada bovino.

Com essa integração, o sistema oferece uma solução completa e automatizada para o controle de saída dos animais na ordenha, monitorando tanto a movimentação quanto a produtividade de cada bovino, tudo de forma centralizada e integrada. Essa tecnologia permite uma gestão mais eficiente e assertiva da produção de leite, otimizando o controle e assegurando a integridade dos dados coletados.

Para que o produtor acompanhe a produção de leite de cada bovino em tempo real durante o processo de ordenha, é necessário o uso de um painel medidor, como o Painel M501z. Esse dispositivo permite visualizar imediatamente a

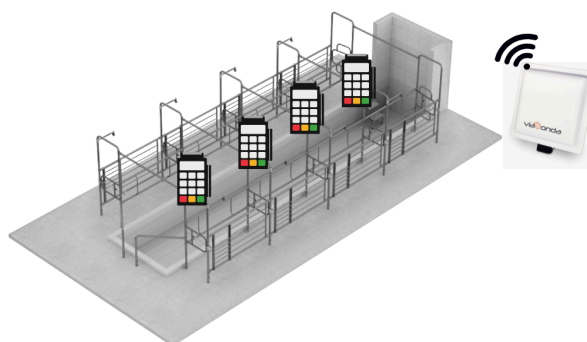
quantidade de litros produzida por cada animal, garantindo maior controle e precisão na coleta dos dados de produção.

O Painel M501z, ou outro medidor semelhante, é instalado no terminal de ordenha e mostra a quantidade de leite registrada para cada bovino enquanto ele passa pelo processo de ordenha.

Em cada terminal de ordenha, será utilizado um terminal de teclado, permitindo que o operador informe manualmente a quantidade de litros produzidos por cada bovino. Esse teclado se conecta a uma máquina configurada para enviar os dados capturados ao servidor através da API, complementando as informações obtidas pela Antena com Leitor RFID UHF M-ID10W.

Quando um bovino sai da ordenha, a antena registra automaticamente a tag RFID do animal, enquanto o operador insere os litros produzidos no terminal. Esses dados são então enviados pela máquina diretamente ao servidor, onde o sistema realiza uma comparação entre o ID do bovino e a quantidade de leite informada no terminal. Essa verificação é fundamental para assegurar que as informações registradas para cada animal estejam corretas e completas.

Figura 7: Projeto de sala de ordenha com leitora e terminais.



Terminal



Antena com leitor

Na figura acima podemos observar a disposição dos terminais posicionados internamente para que o operador possa utilizá-los no mesmo local de trabalho, e a antena com leitor posicionada na saída do bovinos para leitura de sua tag RFID.

Após a validação, o sistema salva os dados de produção no banco de dados, associando-os ao respectivo bovino e mantendo o histórico atualizado em tempo real. Essa solução integrada, utilizando tanto a tecnologia RFID quanto um terminal de teclado simples, permite um controle preciso e seguro da produção de leite, automatizando a coleta de dados e minimizando erros operacionais.

A combinação do Painel M501z com a antena RFID e o terminal de teclado simples oferece uma solução completa para o produtor. Enquanto o painel fornece feedback imediato da produção, o terminal permite que o operador insira manualmente a quantidade de litros, que é então transmitida para o servidor. Esse sistema integrado facilita o monitoramento contínuo e detalhado de cada animal, assegurando que o produtor tenha acesso a dados precisos e atualizados sobre a produtividade de cada bovino, diretamente no banco de dados do sistema.

3.5. DIAGRAMAS

3.5.1 Diagrama de caso de uso

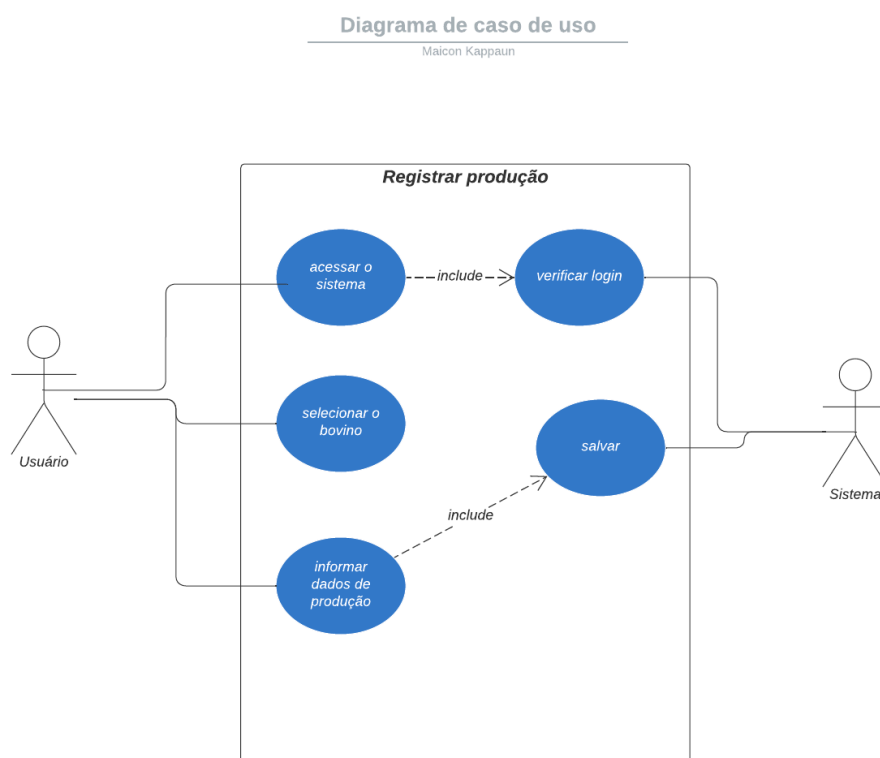
O diagrama de caso de uso descreve o processo de registro manual da produção de um bovino no sistema. Ele destaca as interações entre o usuário (produtor ou operador) e o sistema.

O usuário precisa acessar o sistema para iniciar o processo de registro. Esse caso de uso inclui a verificação de login, onde o sistema autentica as credenciais do usuário para garantir a segurança e o controle de acesso. Após isso, o caso de uso de verificar login representa uma etapa obrigatória que é incluída no processo de acesso ao sistema. Ele verifica se o usuário tem permissão para acessar o sistema, garantindo que apenas usuários autorizados possam registrar dados de produção. Após acessar o sistema, o usuário seleciona o bovino específico para o qual deseja registrar a produção. Essa etapa é essencial para identificar qual animal terá sua

produção registrada. O usuário, então, insere manualmente os dados de produção (como quantidade de litros de leite) para o bovino selecionado. Este passo é incluído no processo de registro, pois é um dado essencial para completar o registro de produção. Por fim, o sistema salva os dados inseridos, incluindo o ID do bovino e a quantidade de produção informada. Esse registro é armazenado no banco de dados para consultas futuras e controle da produtividade.

O Sistema é representado como um ator externo que interage ao final do processo para armazenar os dados de produção no banco de dados, garantindo que o registro seja concluído corretamente.

Figura 8: Diagrama de caso de uso.

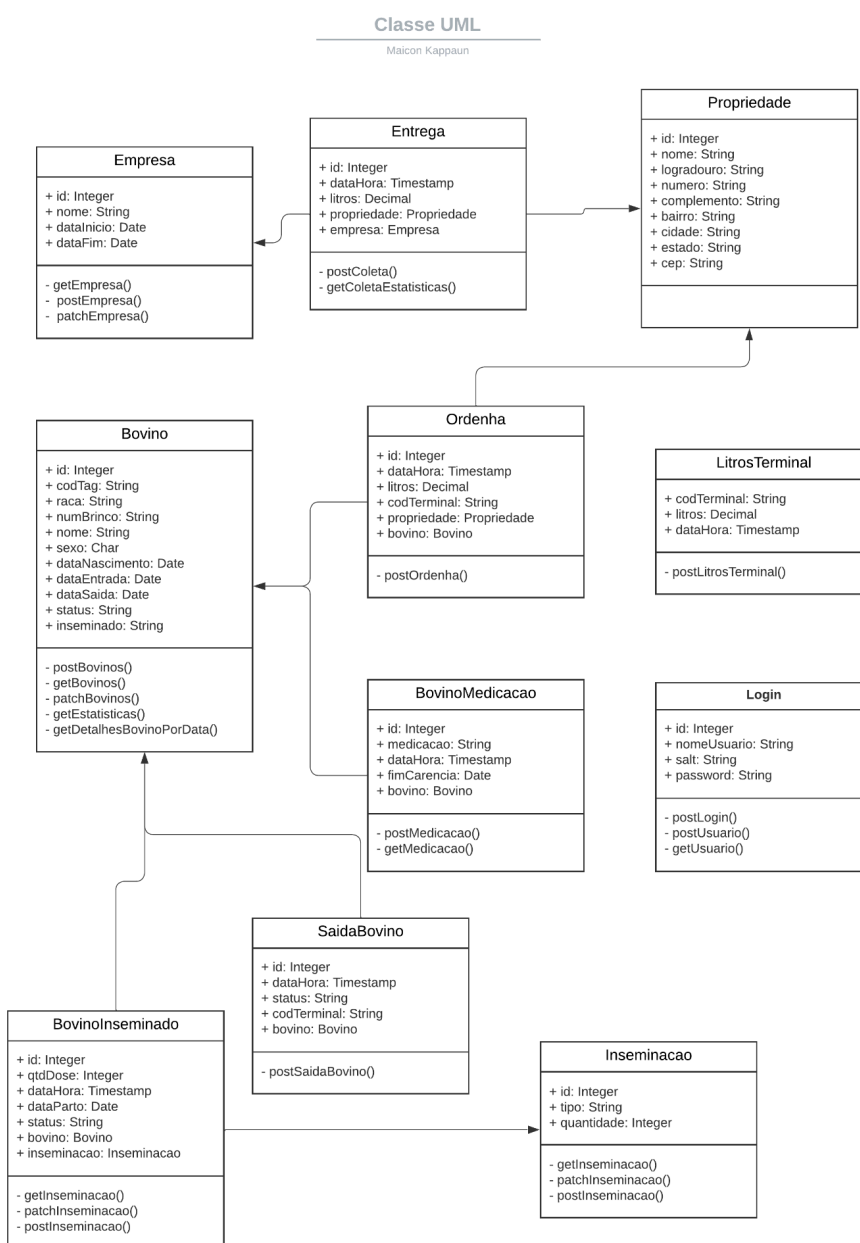


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

3.5.2 Diagrama de Classe

O diagrama de classes a seguir representa a estrutura principal do sistema de gestão de produção e controle de bovinos. Ele mostra como as diferentes entidades estão relacionadas e quais métodos e atributos cada classe possui.

Figura 9: Diagrama de Classe.



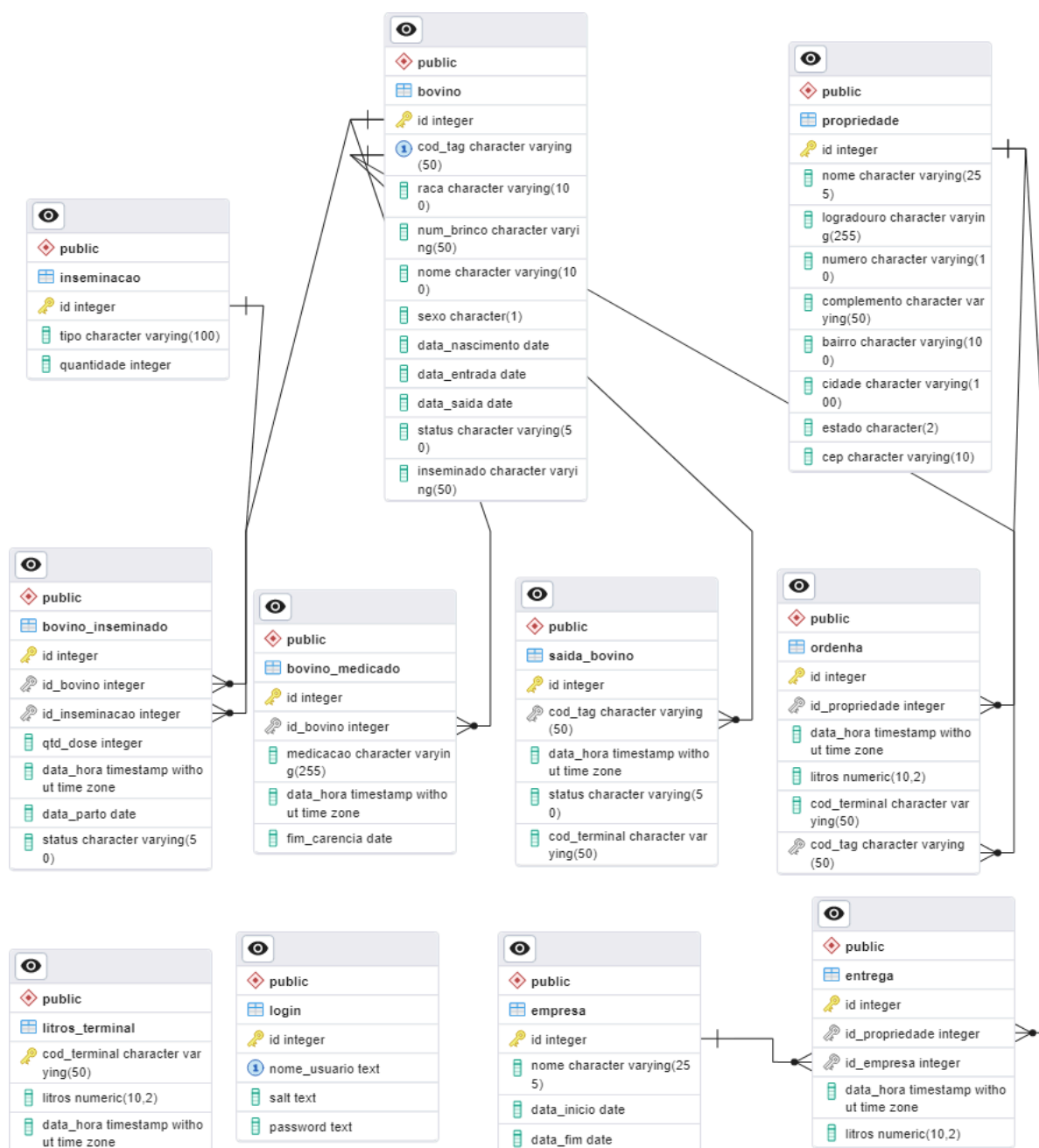
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esse diagrama de classes proporciona uma visão clara da estrutura de dados e funcionalidades do sistema, destacando a interação entre entidades essenciais para a gestão de bovinos, como registros de produção, inseminação, medicação e movimentação de animais.

3.5.3 Diagrama Entidade Relacionamento – ERD

O ERD (Entity-Relationship Diagram) apresentado a seguir, é uma representação visual das entidades, relacionamentos e atributos de um sistema de gestão de produção de bovinos. Esse diagrama auxilia no entendimento da estrutura de dados e na organização lógica das tabelas que compõem o banco de dados do sistema, evidenciando como as informações são armazenadas e como elas se relacionam entre si.

Figura 10: Diagrama Entidade Relacionamento – ERD:



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Esse diagrama oferece uma visão clara da estrutura de dados e facilita a implementação do sistema no banco de dados. Ele ajuda a identificar como os dados estão relacionados, possibilitando a criação de consultas complexas e assegurando a integridade das informações. Além disso, ao estruturar os dados

dessa forma, o sistema consegue facilmente gerar relatórios, analisar a produtividade dos bovinos, controlar o histórico de inseminações e medicações, e realizar outras operações essenciais para a gestão eficiente das propriedades rurais.

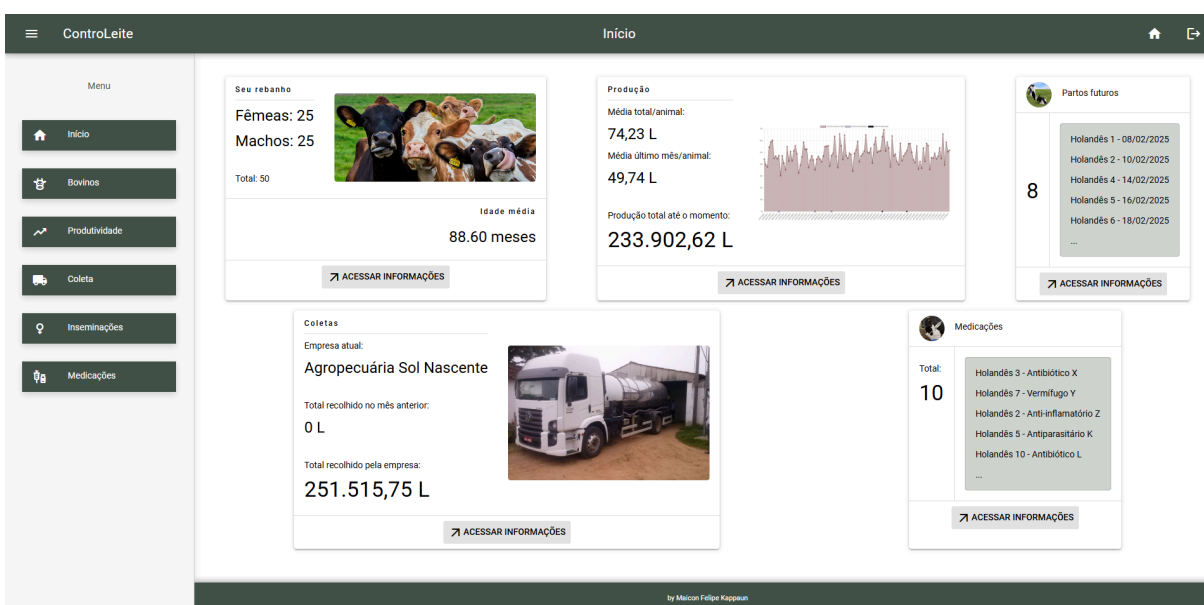
Em resumo, o ERD documenta de maneira visual e sistemática o banco de dados do sistema de gestão bovina, auxiliando tanto na fase de desenvolvimento quanto na manutenção e evolução do sistema.

3.6. TELAS

3.6.1 Início

A tela inicial do sistema “ControLeite” oferece uma visão geral consolidada dos principais dados de produção e saúde dos bovinos, além de informações sobre coletas e medicações. A interface é bem organizada, com seções específicas que permitem ao usuário acessar rapidamente as informações essenciais sobre o rebanho e a produção de leite.

Figura 11: Imagem da tela de início do sistema.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Abaixo, descrevo cada uma das seções presentes nessa tela:

Menu Lateral: O menu localizado na lateral esquerda da tela facilita a navegação entre as principais funcionalidades do sistema, como as páginas de Início, Bovinos, Produtividade, Coleta, Inseminações e Medicações. Esse menu torna a navegação mais rápida e intuitiva.

Seção “Seu Rebanho”: Esta área exibe um resumo da composição do rebanho, indicando o número de fêmeas, machos e o total de animais. Abaixo dos números, uma imagem de bovinos ilustra a seção. Também é informada a idade média dos animais em meses, permitindo uma visão sobre a idade predominante do rebanho. Um botão “Acessar Informações” possibilita acesso a mais detalhes.

Seção de Produção: Aqui são apresentados dados sobre a produção de leite, incluindo a média de produção por animal e a média de produção no último mês. Também é mostrado o total produzido até o momento e um gráfico que exibe a produtividade diária, permitindo ao usuário monitorar a variação na produção ao longo do tempo. Um botão “Acessar Informações” permite mais detalhes sobre a produção.

Seção de Coletas: Essa seção informa sobre a empresa atual de coleta (neste caso, “Agropecuária Sol Nascente”) e apresenta o total recolhido no mês anterior e o total acumulado recolhido pela empresa. Uma imagem de um caminhão-tanque reforça visualmente o contexto das coletas. O botão “Acessar Informações” fornece mais detalhes sobre o histórico de coletas.

Seção de Partos Futuros: Mostra uma lista de partos previstos para os próximos meses, com informações sobre o nome ou identificação do animal e a data esperada de parto. Isso ajuda o proprietário a planejar e preparar os recursos necessários para o manejo dos novos bezerros. O botão “Acessar Informações” oferece um acesso mais detalhado.

Seção de Medicações: Esta área lista as medicações administradas recentemente nos animais, com o nome do bovino e o tipo de medicamento utilizado, como antibióticos ou vermífugos. O número total de medicações ativas é exibido, e um botão “Acessar Informações” permite acessar o histórico detalhado de medicações para cada animal.

O design da tela é minimalista e focado em funcionalidade, utilizando um esquema de cores sóbrias que facilita a leitura. As informações são distribuídas em

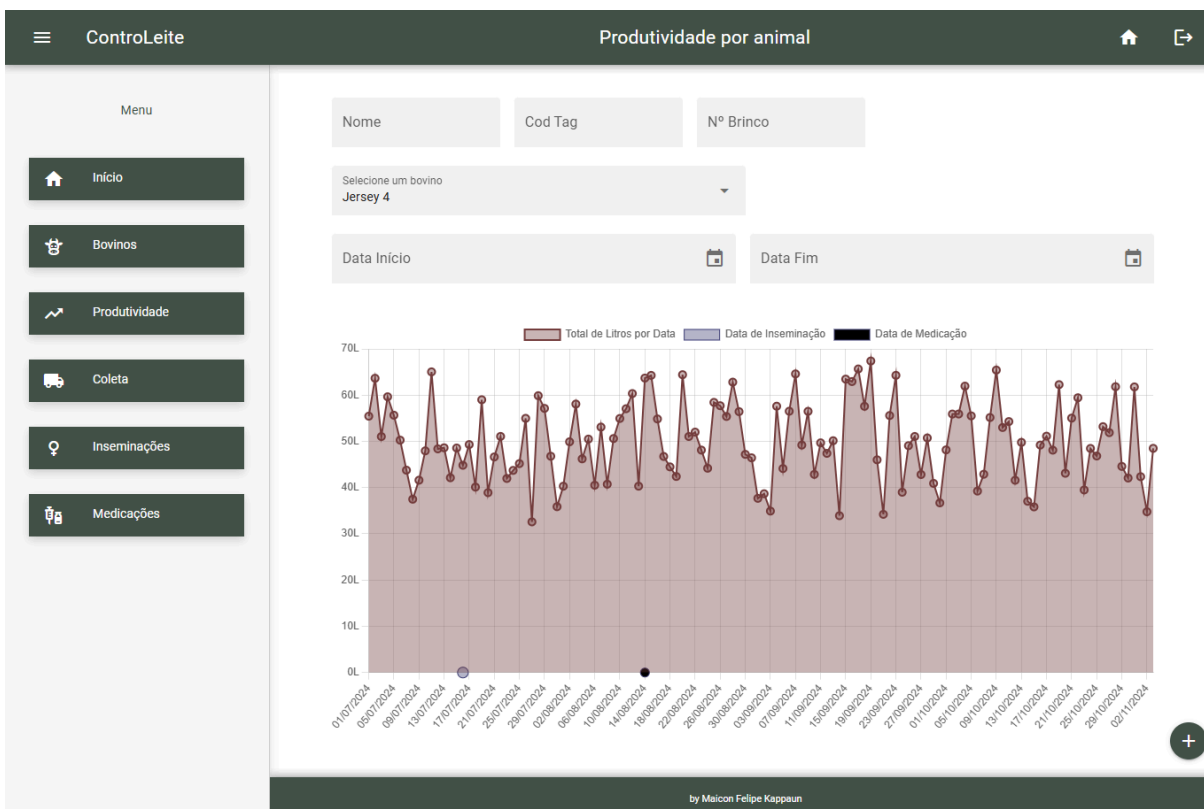
blocos bem definidos, permitindo uma rápida identificação das métricas principais e proporcionando uma experiência de usuário organizada e intuitiva. A presença de imagens contribui para uma interface mais amigável e visualmente atraente, enquanto os gráficos e dados quantitativos auxiliam na tomada de decisão e no acompanhamento do rebanho.

De modo geral, a tela inicial do sistema “ControLeite” reúne as informações essenciais sobre o rebanho, produção de leite, partos futuros, coletas e medicações, oferecendo uma visão panorâmica que auxilia o usuário na gestão eficiente da produção de leite e na saúde dos animais.

3.6.2 Produtividade por animal

A tela de "Produtividade por Animal" apresentada no sistema “ControLeite” oferece uma visualização detalhada da produtividade individual de cada bovino em termos de produção de leite. A interface apresenta um gráfico de linha onde o eixo horizontal representa o tempo, com as datas distribuídas ao longo dos dias, enquanto o eixo vertical exibe a quantidade de litros de leite produzidos diariamente.

Figura 12: Imagem da tela de produtividade por animal.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O gráfico contém marcadores em cada ponto de coleta diária, representando o volume total de leite ordenhado naquele dia específico. Ao clicar em qualquer ponto do gráfico, o usuário tem acesso a informações mais detalhadas, podendo visualizar a quantidade de leite obtido em cada ordenha realizada ao longo do dia, o que permite uma análise mais precisa da produtividade por sessão de ordenha.

Além dos dados de produção diária, o gráfico também possui marcadores distintos para eventos de inseminação e medicação, indicados por cores específicas (azul para inseminações e preto para medicações). Esses pontos informativos localizados na parte inferior do gráfico facilitam o acompanhamento dos eventos reprodutivos e de saúde do animal, permitindo uma correlação visual entre esses eventos e possíveis variações na produção de leite.

Essa visualização integrada de dados permite ao usuário monitorar tanto a eficiência produtiva quanto o histórico de cuidados do animal, promovendo uma gestão mais precisa e possibilitando intervenções informadas para otimizar a produção leiteira. A tela ainda dispõe de filtros para seleção de bovinos específicos e

intervalos de data, o que possibilita análises históricas de produtividade e facilita o gerenciamento da saúde e produtividade de cada animal individualmente.

3.6.2 Relatório de inseminações

A tela “Relatório de Inseminações” do sistema é uma ferramenta essencial para o acompanhamento da eficiência reprodutiva do rebanho. Sua funcionalidade principal está na exibição de uma tabela organizada, que apresenta informações detalhadas sobre cada inseminação realizada. A tabela permite ao usuário visualizar o nome do bovino, seu número de brinco (identificação visual), a data em que foi realizada a inseminação, a data prevista para o parto e o status da inseminação.

O status é um dos aspectos mais funcionais da tela, pois destaca, de maneira visualmente diferenciada, os resultados de cada inseminação. Inseminações ativas são exibidas em verde, enquanto as canceladas aparecem em vermelho, facilitando uma análise rápida e eficiente por parte do usuário. Essa funcionalidade permite identificar rapidamente inseminações mal sucedidas e tomar decisões, como o agendamento de novos procedimentos reprodutivos.

Além disso, a tela oferece campos de filtro na parte superior, permitindo ao usuário buscar informações específicas, como o nome do bovino ou seu número de brinco. Essa funcionalidade melhora significativamente a navegabilidade e torna o sistema mais dinâmico, especialmente em propriedades com grandes volumes de dados.

Figura 13: Imagem da tela de relatório de inseminações..

Nome	Nº do brinco	Data de inseminação	Data prevista do parto	Status
Holandês 1	BR1001	01/05/2024	08/02/2025	Ativo
Holandês 2	BR1002	03/05/2024	10/02/2025	Ativo
Holandês 3	BR1003	05/05/2024	12/02/2025	Cancelado
Holandês 4	BR1004	07/05/2024	14/02/2025	Ativo
Holandês 5	BR1005	09/05/2024	16/02/2025	Ativo
Holandês 6	BR1006	11/05/2024	18/02/2025	Ativo
Holandês 7	BR1007	13/05/2024	20/02/2025	Cancelado
Holandês 8	BR1008	15/05/2024	22/02/2025	Ativo
Holandês 9	BR1009	17/05/2024	24/02/2025	Ativo
Holandês 10	BR1010	19/05/2024	26/02/2025	Ativo

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com essas ferramentas, a tela auxilia o produtor rural a monitorar, gerenciar e planejar os processos reprodutivos de forma mais eficiente, contribuindo para o aumento da produtividade do rebanho e para uma gestão mais organizada da propriedade.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir, serão apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento de um protótipo destinado ao acompanhamento da produção de leite na atividade de bovinocultura leiteira. Esta seção abrangerá a proposição da pesquisa, as considerações metodológicas, e o processo de pesquisa empregado na execução deste trabalho. O objetivo é detalhar as etapas seguidas, desde a identificação das necessidades dos produtores até o desenvolvimento do protótipo.

4.1. TIPO DE ESTUDO

Segundo Godoy (1995), a pesquisa caracteriza-se como um esforço metucioso para descobrir novas informações ou relações e para verificar e expandir o conhecimento existente.

A pesquisa quantitativa visa determinar indicadores e tendências na realidade, fornecendo dados representativos e objetivos, contrastando com a ciência aristotélica, que é cética em relação às evidências e experiências imediatas (MUSSI et al, 2019).

Para Silva (2010), na pesquisa quantitativa, os dados são analisados utilizando a linguagem da matemática para interpretar os resultados coletados e correlacionar a realidade empírica com a teoria que sustenta o estudo. E a abordagem qualitativa lida com valores, crenças, representações, hábitos, atitudes e opiniões. Ela explora a complexidade de fenômenos, fatos e processos, indo além do observável ao estabelecer inferências e atribuir significados ao comportamento.

Guerra, em seu manual de pesquisa qualitativa, diz que:

Na abordagem qualitativa, o cientista objetiva aprofundar-se na compreensão dos fenômenos que estuda – ações dos indivíduos, grupos ou organizações em seu ambiente ou contexto social –, interpretando-os segundo a perspectiva dos próprios sujeitos que participam da situação, sem se preocupar com representatividade numérica, generalizações estatísticas e relações lineares de causa e efeito (GUERRA, 2014, p. 15).

Para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso, realizei uma revisão bibliográfica abrangente, baseada em diversos artigos acadêmicos e científicos que abordam temas relacionados à gestão da produção, tecnologias de monitoramento e práticas de manejo na bovinocultura leiteira. Além disso, conduzi uma pesquisa de campo utilizando formulários direcionados a produtores de leite, usando um método qualitativo e quantitativo, visando coletar dados práticos e relevantes sobre suas necessidades e desafios diários.

Esta abordagem combinada permitiu uma fundamentação teórica robusta aliada a *insights* práticos, essenciais para a criação de um sistema eficiente e inovador, capaz de melhorar a produtividade e a sustentabilidade das propriedades leiteiras.

4.1.1. Quanto aos Objetivos

Quanto aos objetivos desta pesquisa, visam adquirir um conhecimento aprofundado sobre a atividade de bovinocultura leiteira e citar pontos importantes no acompanhamento da produção leiteira. O estudo busca relacionar ideias e citações sobre o acompanhamento da produção de leite, entendendo como é feito o controle de produção em propriedades rurais. Além disso, pretende identificar pontos cruciais que influenciam a produção de leite, culminando no desenvolvimento de um protótipo para o acompanhamento eficaz da produção. Esses objetivos combinados têm como finalidade aprimorar a eficiência e gestão das propriedades leiteiras, contribuindo para a sustentabilidade e competitividade do setor.

4.1.2. Quanto aos Procedimentos

Quanto aos procedimentos utilizados para a pesquisa, foram adotadas duas abordagens principais: a revisão bibliográfica e a pesquisa estruturada via formulário. A revisão bibliográfica envolveu a análise de diversos artigos acadêmicos e documentos relevantes para adquirir um entendimento profundo sobre a

bovinocultura leiteira e os métodos de acompanhamento da produção. Paralelamente, foi conduzida uma pesquisa qualitativa e quantitativa por meio de formulário estruturado direcionado a produtores de leite. Esta pesquisa visou coletar dados materiais sobre as práticas de manejo, uso de tecnologias de monitoramento e controle, e os desafios enfrentados no dia a dia das propriedades rurais.

4.2. COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Para a pesquisa, foi adotado o método qualitativo e quantitativo como forma de aprofundar questões relativas a como os produtores estão utilizando tecnologias de monitoramento e controle da produção leiteira, identificar as principais práticas de manejo adotadas e avaliar os impactos dessas práticas na produtividade das propriedades. Este processo se deu por meio de um formulário de pesquisa, utilizado para coletar informações e dados relevantes por meio de perguntas estruturadas.

Os dados coletados foram submetidos a um processo de tratamento, que incluiu a organização e análise qualitativa e quantitativa. As respostas foram cuidadosamente tabuladas e interpretadas para fornecer uma visão detalhada das práticas atuais e dos desafios enfrentados pelos produtores de leite. Em paralelo a isto, trabalhamos com os aspectos apresentados pelos teóricos examinados ao longo do estudo, a fim de compreender e levantar informações sobre a atividade de bovinocultura leiteira e seu acompanhamento, bem como fatores que influenciam a mesma.

A combinação da coleta de dados de campo com a revisão bibliográfica permitiu uma análise abrangente, integrando insights práticos e teóricos. Este método garantiu que o estudo fosse bem fundamentado, relevante e aplicável à realidade dos produtores de leite, contribuindo para o desenvolvimento de um protótipo eficaz para o acompanhamento da produção leiteira.

5. ANÁLISE DOS DADOS

A produção leiteira é uma atividade agropecuária de grande importância econômica e social em diversas regiões do Brasil. No entanto, o setor enfrenta desafios constantes relacionados à eficiência produtiva, gestão dos rebanhos e adoção de novas tecnologias. Para entender melhor as práticas atuais, as dificuldades e as oportunidades de melhoria, foi realizada uma pesquisa com produtores de leite. Este estudo busca analisar como os produtores estão utilizando tecnologias de monitoramento e controle, identificar as principais práticas de manejo adotadas e avaliar os impactos dessas práticas na produtividade das propriedades.

5.1. ESTUDO DE CASO

A pesquisa revelou diversos métodos utilizados pelos produtores de leite para armazenar informações sobre a produção. Entre as respostas obtidas, alguns produtores mencionaram o uso de papel, enquanto outros combinam aplicativos com cadernos de anotações. Alguns utilizam planilhas Excel e aplicativos especializados como o "Mais Leite" ou "+Leite"¹⁵ e "Roda da Reprodução"¹⁶ da Embrapa. Há também aqueles que armazenam dados tanto no papel quanto em sistemas digitais, e outros que recorrem a aplicativos e planilhas para organizar e monitorar as informações produtivas. Esses dados demonstram a diversidade de ferramentas adotadas pelos produtores para gerenciar a produção leiteira, evidenciando a coexistência de métodos tradicionais e tecnológicos na prática cotidiana.

A seguir, apresentaremos dados detalhados coletados a partir da pesquisa estruturada, sobre a quantidade de vacas leiteiras nas propriedades participantes. Esses dados são fundamentais para entender a escala de produção e identificar padrões que possam influenciar a eficiência e a gestão das operações leiteiras.

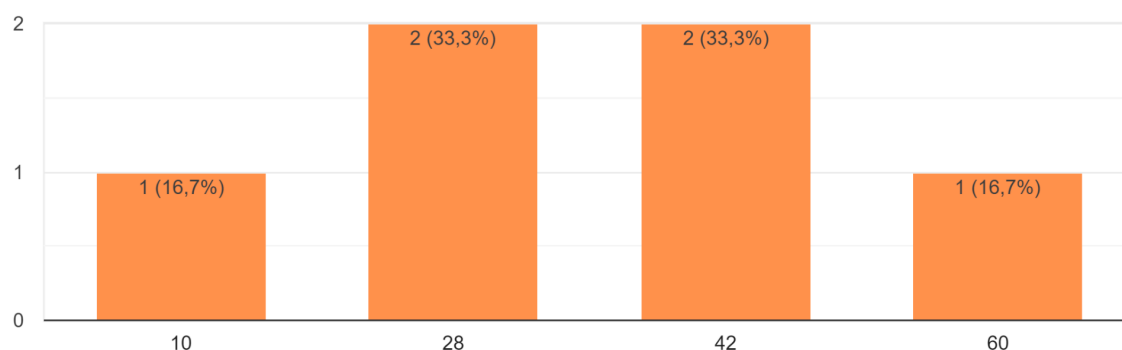
¹⁵ Aplicativo que realiza o diagnóstico produtivo da fazenda leiteira de forma simples, amigável e intuitiva. O +Leite é capaz de gerar relatórios com recomendações nutricionais e reprodutivas que auxiliam o produtor na tomada de decisões que irão incrementar a produtividade e rentabilidade.

¹⁶ A Roda da Reprodução 2.0 é um aplicativo móvel para auxiliar no gerenciamento de rebanhos leiteiros. A ferramenta permite acompanhar o crescimento e o peso das novilhas e bezerras e monitorar de maneira simples os estágios produtivos e reprodutivos das vacas.

Gráfico 1: Quantidade de vacas em lactação

Aproximadamente quantas vacas leiteiras você possui?

6 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

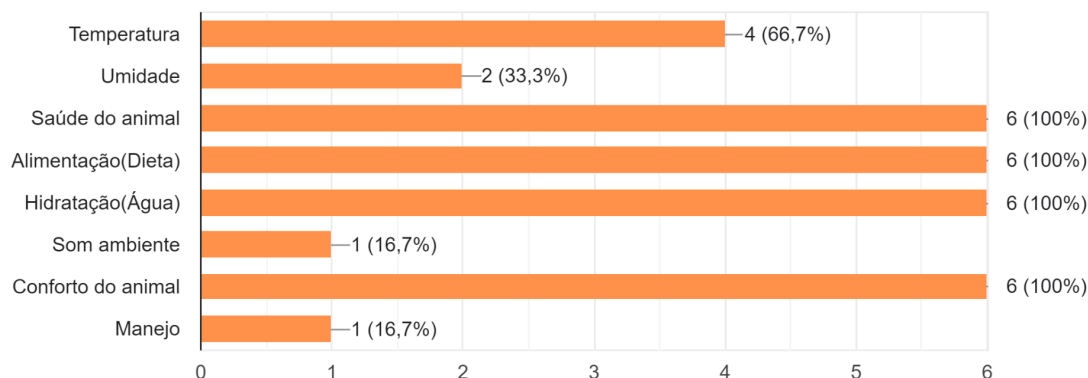
Como podemos observar no gráfico, a maioria do público entrevistado possui em média, 35 animais. Com isso, a análise da quantidade de vacas leiteiras permitiu correlacionar as práticas de acompanhamento da produtividade, proporcionando insights valiosos para o estudo de acompanhamento da produção.

A pesquisa destacou a importância crucial do acompanhamento da produção leiteira nas propriedades. Os produtores ressaltaram que essa prática é fundamental para melhorar o controle da produção, estabelecer metas futuras, acompanhar os custos e a reprodução, e monitorar o desempenho individual de cada vaca. Além disso, foi mencionado que é importante contar com uma perspectiva externa e técnica. Em síntese, todos os produtores consideram o acompanhamento da produção como essencial para a gestão eficiente e produtiva das suas propriedades.

Outro ponto abordado na pesquisa, foi uma comparação de quais outros indicadores são mais ou menos acompanhados na atividade pelos produtores entrevistados. Itens como: temperatura, umidade, saúde do animal, alimentação(dieta), hidratação, som ambiente, conforto animal e manejo foram elencados para serem selecionados pelos participantes se o mesmo era válido.

Gráfico 2: Itens acompanhados pelos entrevistados

Quais dos itens abaixo você acompanha na atividade de bovinocultura de leite em sua propriedade?
6 respostas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os dados da pesquisa mostram que todos os entrevistados destacaram quatro itens como essenciais: saúde do animal, alimentação, hidratação e conforto do animal. Esses aspectos são fundamentais para garantir o bem-estar e a produtividade dos rebanhos leiteiros. Por outro lado, a temperatura ambiente e a umidade foram considerados menos relevantes pelos produtores. Isso pode indicar que, embora as condições climáticas sejam importantes, os entrevistados talvez disponham de estratégias ou tecnologias para gerenciar esses fatores de maneira eficiente, permitindo que priorizem diretamente os cuidados mais imediatos com os animais.

Além dos fatores previamente mencionados, os produtores identificaram uma variedade de outros elementos que podem afetar a produtividade na produção leiteira. A bioclimatologia¹⁷ e o bem-estar animal são cruciais, pois as condições climáticas e o ambiente podem influenciar diretamente a saúde e o conforto dos animais. Os horários de manejo também são importantes, pois podem impactar a rotina e o comportamento do rebanho. A reprodução eficiente é outro fator essencial para manter uma produção contínua e sustentável.

¹⁷ A Bioclimatologia aplica os estudos do clima (climatologia) às relações com os seres vivos. Com o conhecimento dos conceitos básicos de clima e conforto, percebe-se a importância da bioclimatologia aplicada à arquitetura. Pois através da edificação é possível tirar proveito ou evitar as condições climáticas, de forma a propiciar um ambiente interno confortável para os usuários.

A saúde geral dos animais, incluindo a imunidade e a genética, desempenha um papel fundamental na produtividade. Fatores como estresse, qualidade da água e alimentação, umidade elevada e pouca circulação de ar podem comprometer significativamente o bem-estar e a produção dos animais. Estresse calórico¹⁸ e ruídos excessivos também foram mencionados como elementos que podem afetar negativamente a produção.

Além disso, perguntamos aos entrevistados sobre a automatização de algum processo da atividade de bovinocultura leiteira em sua propriedade. Conseguimos informações para dizer que a automatização na produção leiteira é realizada de várias maneiras, conforme descrito pelos produtores. Os principais métodos incluem:

- a. Ordenha mecânica e eletrônica, onde o leite é ordenhado, medido eletronicamente e transferido para o resfriador sem necessidade de mão de obra manual.
- b. Medidores de leite eletrônicos que monitoram a produção.
- c. Sistemas de ventilação automatizados que ativam conforme o aumento da temperatura.
- d. Uso de câmeras de monitoramento para supervisão contínua.
- e. Higienização autolimpante dos sistemas de ordenha e dos resfriadores.

Essas tecnologias permitem maior eficiência, precisão e redução da necessidade de trabalho manual na gestão da produção leiteira.

A pesquisa investigou, entre outros aspectos, a aplicação do controle leiteiro, que é essencial para acompanhar a produtividade individual das vacas e garantir uma gestão eficiente. Além disso, explorou a adoção de tecnologias da informação e comunicação, que têm potencial para transformar a gestão das propriedades leiteiras por meio da coleta e análise de dados precisos. A introdução de ferramentas de monitoramento e controle automatizado, a assistência técnica e a integração de sistemas de informação avançados são aspectos críticos que foram avaliados neste estudo.

¹⁸ O estresse calórico é definido por Silva como a força exercida pelos componentes do ambiente térmico sobre um organismo, causando nela uma reação fisiológica proporcional à intensidade da força aplicada e a capacidade do organismo em compensar os desvios causados pela força.

6. PROPOSTA DE MELHORIA

A principal proposta de melhoria é a integração do protótipo desenvolvido, que utiliza sensores e sistema de monitoramento em tempo real para coletar dados precisos sobre a produção leiteira, no que diz respeito à quantidade de leite tirada do animal, principalmente.

Outra recomendação inclui a criação de uma plataforma de suporte contínuo, onde os produtores podem acessar assistência técnica e atualizações regulares do sistema. Esta plataforma garantiria que os produtores estejam sempre equipados com as últimas inovações e melhores práticas no gerenciamento da produção leiteira.

A implementação deste sistema permitirá aos produtores tomar decisões mais informadas e imediatas, resultando em melhorias significativas na produtividade e na qualidade do leite.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o exposto, destacamos a relevância e as contribuições do desenvolvimento do protótipo para o acompanhamento da produção leiteira. A pesquisa realizada investigou como os produtores estão utilizando tecnologias de monitoramento e controle, identificou as principais práticas de manejo adotadas e avaliou os impactos dessas práticas na produtividade das propriedades rurais.

Os resultados evidenciam a necessidade de soluções que atendam às demandas específicas dos produtores, e o protótipo proposto mostrou-se promissor para suprir essas necessidades no acompanhamento da produção. Além disso, a proposta busca não só melhorar a eficiência operacional, mas também promover uma gestão mais sustentável e economicamente viável, fortalecendo a resiliência dos produtores frente às demandas crescentes por alimentos e práticas sustentáveis.

Projetos futuros incluem a integração com antenas leitoras RFID e terminais que possam auxiliar na identificação e rastreamento dos animais, oferecendo uma coleta de dados mais precisa e em tempo real. A coleta de informações ambientais, como temperatura e umidade, também é uma área promissora que poderia enriquecer o protótipo, permitindo que os produtores analisem o impacto dessas variáveis na produção e ajustem o manejo para melhorar as condições do rebanho e a qualidade do leite.

Essas melhorias e integrações sugeridas apontam para o potencial de uma plataforma tecnológica mais abrangente, cobrindo todas as fases da produção leiteira, desde a saúde e nutrição animal até o controle de produção e qualidade do leite. Esse protótipo, aliado a futuras adaptações e avanços tecnológicos, poderá facilitar ainda mais a tomada de decisões no manejo, promovendo uma produtividade mais eficiente e eficaz.

Este trabalho, portanto, não só contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias na agricultura, mas também abre caminho para pesquisas futuras e o aprimoramento contínuo de soluções para o setor agropecuário. Reafirma-se a importância de unir tecnologia e agricultura, promovendo avanços que beneficiam não apenas os produtores, mas também a sociedade, ao fortalecer a cadeia

produtiva do leite e fomentar práticas mais sustentáveis e seguras na produção de alimentos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Ricardo Guimarães et al; **EVOLUÇÃO RECENTE DA PRODUÇÃO E DA PRODUTIVIDADE LEITEIRA NO BRASIL**; 2023; Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1154296/1/Evolucao-recente-da-producao-e-da-productividade-leiteira-no-Brasil.pdf>; Acesso em: 25 de maio de 2024.

ANTENA RFID; Loja RFID; Disponível em: <https://www.lojarfid.com.br/900-mhz-uhf/antena-com-leitor-integrado-mid10w-rfid-uhf-7-5-dbi-circular> ; Acesso em: 07 de novembro de 2024

GODOY, Arilda Schmidt; **Introdução à Pesquisa Qualitativa e Suas Possibilidades**; São Paulo, SP; 1995; Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rae/a/wf9CgwXVjpL-FVgpwNkCgnnC/?format=pdf&lang=pt>; Acesso em: 10 de junho de 2024.

BALSALOBRE, Marco Antônio; **Magnésio em pastagens**; Disponível em <http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/pastagens/magnesio-em-pastagens-16069n.aspx>; Acesso em: 03 de junho de 2024.

CORRÊA, C. C. et al; **Dificuldades enfrentadas pelos produtores de leite: um estudo de caso realizado em um município de Mato Grosso do Sul**; Anais 48º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; Campo Grande, MS, 2010; <https://silo.tips/download/dificuldades-enfrentadas-pelos-produtores-de-leite-um-estudo-de-caso-realizado-e>; Acesso em: 13 de maio de 2024.

CRUZ, L. et. al; **Efeitos do Estresse Térmico na Produção Leiteira: Revisão de Literatura**; Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária – ISSN: 1679-7353; Ano IX, Número 16; Janeiro de 2011; Periódico Semestral; Disponível em: https://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/3Kbw8tpmlaJpspv_2013-6-26-10-55-41.pdf; Acesso em: 03 de junho de 2024.

EXPRESS; **Página inicial**; Disponível em: <https://expressjs.com/pt-br/> ; Acesso em: 30 de outubro de 2024.

FARIA, V. P. **Avanços e desafios em P&D no segmento da produção da cadeia agroalimentar do leite no Brasil**; In: VILELA, D.; BRESSAN, M.; CUNHA, A. S. Cadeia de lácteos no Brasil: restrições ao seu desenvolvimento; Juiz de fora; Embrapa Gado de leite, 2001; Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00066400.pdf>; Acesso em: 28 de maio de 2024.

FILHO, C. V. S. **Manejo de bovinos leiteiros**. 2005. Dissertação de medicina veterinária – Universidade estadual Paulista, Araçatuba – SP. Disponível em: <https://docs.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/manejogeral.pdf> . Acesso em: 03 de junho de 2024.

GODINHO, R. F. **Uso de programas/softwarees na gestão das propriedades**; Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/ricardo-ferreira-godinho/o-uso-deprogramassoftwares-na-gestao-das-propriedades-105877n.aspx>; 2017; Acesso em: 28 de maio de 2024.

GUERRA, Elaine Linhares de Assis; **Manual Pesquisa Qualitativa**; Belo Horizonte, MG; 2014; Disponível em: <https://docente.ifsc.edu.br/luciane.oliveira/MaterialDidatico/P%C3%B3s%20Gest%C3%A3o%20Escolar/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20e%20Pol%C3%ADticas%20P%C3%ABlicas/Manual%20de%20Pesquisa%20Qualitativa.pdf>; Acesso em: 10 de junho de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Pesquisa da Pecuária Municipal**; PPM – 2021; Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, 2022; Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/cnt/brasil>; Acesso em: 16 de maio de 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Pesquisa Trimestral do Leite - 4º trimestre 2023**; Leite – 2023; Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA, 2024; Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil>; Acesso em: 16 de maio de 2024.

JOSAHKIAN, Luiz; **Um breve história da produção leiteira no Brasil**; Globo Rural; 2018; Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Criacao/Leite/noticia/2018/10/leite-sem-politica.html>; Acesso em: 22 de maio de 2024.

JUNIOR, Walter Coelho Pereira de Magalhães et al; **Evolução da produção de leite na mesorregião Oeste Catarinense, terceira maior produtora de leite do Brasil**; EMBRAPA, 2022; Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1143375/1/Evolucao-da-producao-de-leite-na-mesorregiao-oeste-Catarinense.pdf>; Acesso em: 24 de outubro de 2024.

JUSBRASIL; **Artigo 475 do Decreto nº 30.691 de 29 de Março de 1952**; <https://www.jusbrasil.com.br/topicos/11740645/artigo-475-do-decreto-n-30691-de-29-de-marco-de-1952#:~:text=Artigo%20475%20do%20Decreto%20n%C2%BA%2030.691%20de%2029%20de%20Mar%C3%A7o%20de%201952&text=Aprova%20o%20novo%20Regulamento%20da,de%20Produtos%20de%20Origem%20Animal>; Acesso em: 10 de abril de 2024.

MAIA, Guilherme Baptista da Silva et al; **Produção leiteira no Brasil**; BNDES; 2013; Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1514/1/A%20mar37_09_Produ%C3%A7%C3%A3o%20leiteira%20no%20Brasil_P.pdf; Acesso em: 04 de abril de 2024.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; MIREMADI, M.; BUGHIN, J.; GEORGE, K.; WILLMOTT, P.; DEWHURST, M; **A future that works: automation, employment, and productivity**; [S.I.]: McKinsey Global Institute, 2017; Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview>; Acesso em: 14 de maio de 2024.

MELO, B. **Aplicativos facilitam a gestão da pecuária leiteira**. Disponível em: <http://www.baldebranco.com.br/aplicativos-facilitam-gestao-da-pecuaria-leiteira/>; 2016; Acesso em: 28 de maio de 2024.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas et al; **Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades**; Rio de Janeiro, RJ; 2019; Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8ac9/f5d8fbd44ab24a31ab2ceaaede3143feee19.pdf>; Acesso em: 10 de junho de 2024.

NODE; **Introdução ao Node.js**; Disponível em: <https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>; Acesso em: 28 de maio de 2024.

NOVO, André Luiz Monteiro et al; **PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL: Cenários e avanços tecnológicos; CAPÍTULO 8: Os desafios da transferência de tecnologia no setor produtivo do leite**; Embrapa; Brasília, DF; 2016; Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163438/1/Parte02-cap08.pdf>; Acesso em: 15 de maio de 2024.

OLIVEIRA, Luiz Antonio Aguiar de; **Anuário Leite 2023; Leite de Santa Catarina: escala, tecnologia e retorno econômico**; Embrapa; 2023; Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1154264/anuário-leite-2023-leite-baixo-carbono>; Acesso em: 03 de maio de 2024.

PAIVA, Cláudio Antonio Versiani et al; **Pecuária leiteira de precisão**; Embrapa; 2016; Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1065219/1/Pecuarialeiteiradeprecisaop307323.pdf>; Acesso em: 10 de abril de 2024.

PEIXOTO, Maria Gabriela Campolina Diniz et al; **Alguns desafios de se produzir leite em condições de clima tropical**; Embrapa; Brasília, DF; 2023; Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1155877/1/Alguns-desafios-de-s-e-produzir-leite-em-condicoes-de-clima-tropical.pdf>; Acesso em: 15 de maio de 2024.

POSTGRESQL; **O que é PostgreSQL ?**; Disponível em: <https://www.postgresql.org/docs/current/intro-what-is.html>; Acesso em: 2 de maio de 2024;

QUASAR; **Por que Quasar?**; Disponível em: <https://quasar.dev/introduction-to-quasar>; Acesso em: 28 de maio de 2024.

RAMOS, Leonardo Salib et al; **O controle leiteiro como alternativa no melhoramento genético e impulso na produção de leite**; 2017; Disponível em: <https://eventoscientificos.ifsc.edu.br/index.php/sictsul/6-sict-sul/paper/download/2228/1707>; Acesso em: 20 de maio de 2024.

RODAS, Maria Auxiliadora de Brito; **Leite Pasteurizado e ultra-alta temperatura (UAT): Avaliação do índice crisoscópio e valor de pH**; 2014; Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/bial/bial_241/bial_24_1-20.pdf; Acesso em: 22 de maio de 2024.

RODRIGUES, Thiago Francisco; **Produção de leite no Brasil, a evolução não pode parar**; CNA; 2017; Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/artigostecnicos/38-artigo_-_thiago_francisco_0.82874900%201514912084.pdf; Acesso em: 18 de maio de 2024.

SÁ, Luciano Moraes; **Importância do controle leiteiro**; 2008; Disponível em: <https://polinutri.com.br/upload/artigo/204.pdf>; Acesso em: 19 de maio de 2024.

SEBRAE-RJ. Serviço De Apoio Às Micro E Pequenas Empresas No Estado Do Rio De Janeiro; **Guia prático de produção intensiva de leite: gestão e qualidade**; 2008; Disponível em: <https://sistemafaerj.com.br/baldecheio/wp-content/uploads/2014/06/guia-pratico-prod-ucao-intesiva-leite-2008.pdf>; Acesso em: 14 de maio de 2024.

SOUZA, Eduardo Ivan de; **Influência do ambiente sobre a produção de leite**; RONDONÓPOLIS, MT; 2020; Disponível em: <https://ufr.edu.br/zootecnia/wp-content/uploads/2020/02/Influencia-do-ambiente-sobre-a-producao-de-leite.pdf>; Acesso em: 18 de maio de 2024.

SOUZA, M. P; **Agronegócio do leite: características da cadeia produtiva do estado de Rondônia**; Revista de Administração e Negócios da Amazônia, v.1, n.1, mai-ago, 2009; Disponível em: <https://periodicos.unir.br/index.php/rara/article/view/4/1>; Acesso em: 14 de maio de 2024.

VENTURINI, Katiani Silva et al; **Características do Leite**; 2007; Disponível em: https://www.agais.com/telomc/b01007_caracteristicas_leite.pdf; Acesso em: 7 de abril de 2024.

VILELA, Duarte et al; **A evolução do leite no Brasil em cinco décadas**; Embrapa; 2017; Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/163208/1/Evolucao-do-leite-no-brasil.pdf>; Acesso em: 10 de abril de 2024.

VUE; **Introdução**; Disponível em: <https://vuejs.org/guide/introduction.html>; Acesso em: 28 de maio de 2024.