

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CHAPECÓ
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

RIAN ANGELO BABINSKI

**ANÁLISE DE VIABILIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE CONFINAMENTO NO
SISTEMA *FREE-STALL* – ESTUDO DE CASO**

**CHAPECÓ
2025**

RIAN ANGELO BABINSKI

**ANÁLISE DE VIABILIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE CONFINAMENTO NO
SISTEMA FREE-STALL – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Administração da Universidade Federal
da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr Roberto Mauro Dall’Agnol

CHAPECÓ

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Babinski, Rian Angelo Battistel
ANÁLISE DE VIABILIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE
CONFINAMENTO NO SISTEMA FREE-STALL ? ESTUDO DE CASO /
Rian Angelo Battistel Babinski. -- 2025.
67 f.

Orientador: DR Roberto Mauro Dall'Agnol

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Administração, Chapecó, SC, 2025.

1. bovinocultura leiteira. Sistema free-stall.
Viabilidade Financeira.. I. Dall'Agnol, Roberto Mauro,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Titulo.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

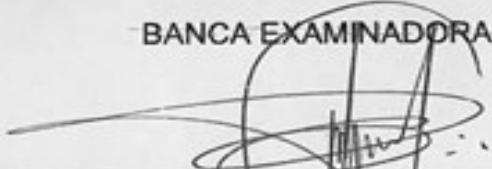
RIAN ANGELO BABINSKI

**ANÁLISE DE VIABILIDADE NA IMPLEMENTAÇÃO DE CONFINAMENTO
NO SISTEMA FREE-STALL – ESTUDO DE CASO**


Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Administração da
Universidade Federal da Fronteira Sul
(UFFS), como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Administração.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 04/12/2025.


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Roberto Mauro Dall'Agnol – UFFS
Orientadora



Prof. Dr. Moacir Francisco Deimling – UFFS
Avaliador



Prof. Dr. Ari Söthe – UFFS
Avaliador

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha esposa e família que não pouparam esforços para que a graduação pudesse ser concluída com êxito.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a deus, por ter dado o dom da vida e guiar-me sempre durante a jornada. Aqui um agradecimento especial a minha esposa, pela paciência, compreensão e apoio incondicional em cada etapa desta jornada acadêmica. Nos momentos de cansaço, encontrei em você motivação, nas dificuldades, encontrei força e nas conquistas, encontrei alegria. Este trabalho não é apenas fruto de estudo e dedicação, mas também do amor e da parceria que você me ofereceu. Obrigado por acreditar em mim e caminhar ao meu lado.

Aos meus pais, deixo registrado meu mais sincero agradecimento. Vocês foram minha base, meu exemplo e minha inspiração. Cada conselho, cada gesto de carinho e cada sacrifício feito ao longo da minha vida foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Este trabalho é também fruto da dedicação de vocês, que sempre acreditaram em mim e me incentivaram a seguir em frente, mesmo nos momentos mais difíceis. Obrigado por me ensinarem o valor da perseverança, da honestidade

RESUMO

Este trabalho consistiu no estudo, em uma propriedade rural familiar, localizada em Nova Erechim, Santa Catarina, Brasil, a qual desenvolve atividade de produção leiteira. O objetivo consistiu na Analisar a viabilidade financeira e impactos produtivos da implementação do sistema de confinamento *free-stall* em substituição ao modelo tradicional na bovinocultura leiteira, em uma propriedade rural leiteira, situada no município de Nova Erechim, estado de Santa Catarina. A metodologia foi qualitativa, com adoção de procedimentos exploratório, descritivo e comparativo, consistindo em identificar e descrever os dados atuais da propriedade para e apresentar a evolução produtiva e financeira decorrentes da implementação projetada para o sistema *free-stall*, permitindo assim o estabelecimento de uma exposição comparativa com vistas analisar a viabilidade da alternativa. A realização do estudo, consistiu em apresentar os dados de 2024 (último ano no sistema semi-intensivo) e expor as projeções da gestão da propriedade para os 3(três) anos seguintes, período da plena implementação do sistema pretendido, cujo investimento total é de R\$5.594.669,00. Os resultados demonstraram evolução positiva dos indicadores financeiros e de produtividade, além da manutenção dos demais indicadores produtivos analisados. As projeções de resultado e de fluxo de caixa, considerado o financiamento do investimento, indicaram um cálculo do Valor Presente Líquido (VPL) positivo, Taxa Interna de Retorno (TIR) atrativa, *Payback* relativamente baixo e Rentabilidade crescente em relação aos parâmetros atuais, aumentando de 4,41% em 2024 para 23,69% em 2027 um acumulado 62,32% sobre o investimento inicial do projeto, o que se verifica também quando analisado o retorno por animal e por litro, demonstrando ganhos produtivos não apenas pela escala, mas por melhorias na produtividade. Além disso, o estudo demonstrou tendência de maior estabilidade zootécnica, melhores índices de controle sanitário e de resultado nutricional. Concluiu-se, portanto, que a adoção do sistema *free-stall* mostrou-se viável e vantajosa, representando uma estratégia promissora para a sustentabilidade e competitividade em referência ao caso analisado, desde que acompanhada de planejamento técnico e gestão eficiente.

Palavras-chave: bovinocultura leiteira. Sistema *free-stall*. Viabilidade Financeira.

ABSTRACT

This work consisted of a study conducted on a family-owned rural property located in Nova Erechim, Santa Catarina, Brazil, which engages in dairy production. The objective was to analyze the feasibility of transitioning from a semi-intensive to an intensive free-stall system, considering the productive and financial impacts resulting from this transition. The methodology was qualitative, employing exploratory, descriptive, and comparative procedures. It involved identifying and describing the property's current data and presenting the productive and financial evolution resulting from the projected implementation of the free-stall system, thus allowing for a comparative analysis of the alternative's viability. The study consisted of presenting data from 2024 (the last year in the semi-intensive system) and outlining projections for farm management over the following three years, the period of full implementation of the intended system, with a total investment of R\$5,594,669.00. The results demonstrated positive evolution in financial and productivity indicators, as well as the maintenance of the other productive indicators analyzed. The projections of results and cash flow, considering the financing of the investment, indicated a positive Net Present Value (NPV), an attractive Internal Rate of Return (IRR), a relatively low payback period, and increasing profitability compared to current parameters, rising from 4.41% in 2024 to 23,69% in 2027 an accumulated 62,32% on the initial investment of the project. This is also verified when analyzing the return per animal and per liter, demonstrating productive gains not only due to scale but also due to productivity improvements. Furthermore, the study demonstrated a trend towards greater zootechnical stability, better sanitary control indices, and improved nutritional outcomes. It was concluded, therefore, that the adoption of the free-stall system proved to be viable and advantageous, representing a promising strategy for the sustainability and competitiveness in the case analyzed, provided it is accompanied by technical planning and efficient management.

Keywords: dairy cattle farming. Free-stall system. Financial viability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Planta Baixa <i>Compost Barn</i> | 20 |
| Figura 2 – Planta Baixa <i>Free-Stall</i> | 22 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Dados produtivos Ano Base (2024) | 41 |
| Tabela 2 - Custos Variáveis ano Base (2024) | 42 |
| Tabela 3 - Custos Fixos Ano Base (2024) | 43 |
| Tabela 4 - Demonstrativo de Resultado ano Base (2024) | 46 |
| Tabela 5 - Investimento Free-Stall | 49 |
| Tabela 6 - Etapas de implementação | 50 |
| Tabela 7 - Dados produtivos projetados | 52 |
| Tabela 8 - Custo Variável e Fixo Projetado | 54 |
| Tabela 9 - Demonstração do Resultado e Fluxo de caixa | 56 |
| Tabela 10 - Indicadores de viabilidade | 60 |
| Tabela 11 – Rentabilidade | 60 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|-----------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Comparativo Dos Três Sistemas..... | 27 |
|-----------------------------------------------|----|

LISTAS DE ABREVIATURAS

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística

MAPA – Ministério Da Agricultura E Pecuária

CEPEA – Centro De Estudos Avançados Em Economia Aplicada

ESALQ/USP – Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz” / Universidade De São Paulo

CNA – Confederação Da Agricultura E Pecuária Do Brasil

ROI –Retorno Sobre O Investimento

VPL – Valor Presente Líquido

TIR – Taxa Interna De Retorno

DRE – Demonstração Do Resultado Do Exercício

DFC – Demonstração Do Fluxo De Caixa

CCS – Contagem De Células Somáticas

CBT – Contagem Bacteriana Total

FAEP – Federação Da Agricultura Do Estado Do Paraná

SENAR – Serviço Nacional De Aprendizagem Rural

VPL – Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 Tema e Problema..... | 14 |
| 1.2 Objetivos | 15 |
| 1.2.1 Objetivo Geral | 15 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 15 |
| 1.3 Justificativa | 15 |
| 1.4 Estrutura Do Estudo | 16 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 17 |
| 2.1 Bovinocultura Leiteira | 17 |
| 2.2 Sistemas De Manejo Na Bovinocultura Leiteira | 18 |
| 2.2.1 Sistema <i>Compost Barn</i> | 19 |
| 2.2.2 Sistema <i>Free-Stall</i> | 21 |
| 2.2.3 Sistema Semi-Intensivo | 23 |
| 2.2.4 Comparativo Entre Os Sistemas De Manejo | 24 |
| 2.3 Indicativos De Viabilidade Financeira | 28 |
| 2.4 Indicativos De Viabilidade Produtiva | 31 |
| 3 METODOLOGIA | 36 |
| 3.1 Natureza E Abordagem | 36 |
| 3.2 Objeto Da Pesquisa | 36 |
| 3.3 Etapas E Procedimentos | 37 |
| 3.4 Coleta E Análise De Dados | 38 |
| 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS..... | 39 |
| 4.1 Caracterização Da Propriedade | 39 |
| 4.2 Dados Produtivos Atuais | 39 |
| 4.2.1 Custos Variáveis | 41 |
| 4.2.2 Custos Fixos | 42 |
| 4.2.3 Despesas Administrativas e Financeiras | 44 |
| 4.2.4 Financiamentos | 44 |
| 4.2.5 Demonstrativo De Resultados | 44 |
| 4.3 Projeção Da Implementação Do Sistema <i>Free-Stall</i> | 46 |
| 4.3.1 Objetivo Da Implementação | 47 |
| 4.3.2 Investimento Necessário Para Implantação Do Sistema <i>Free-Stall</i> | 47 |
| 4.3.3 Planejamento Escalonado De Implementação | 49 |
| 4.4 Dados Produtivos Projetados | 50 |
| 4.5 Dados Financeiros Projetados | 52 |
| 4.6 Demonstrativo De Resultado Projetado | 55 |
| 4.7 Análise Dos Dados | 57 |
| 4.7.1 Análise Produtiva | 57 |
| 4.7.2 Análise Financeira | 58 |
| 4.7.3 Indicadores De Viabilidade Econômica | 59 |
| 4.8 Discussão Geral Dos Resultados | 61 |

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 62 |
| REFERÊNCIAS | 64 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA E PROBLEMA

A modernização da pecuária leiteira é impulsionada pela busca de maximização da eficiência produtiva, e os confinamentos tornam-se uma alternativa na busca de ganho de produtividade e bem-estar animal. Nessa perspectiva, surge o *free-stall*, sendo um modelo de confinamento muito utilizado na pecuária de leite no mundo inteiro como forma de solucionar e controlar condições climáticas e nutricionais, que diferente dos modelos semiconfinados, esse, oferece baias individuais para as vacas se deitarem, pista de trato para alimentação com livre acesso a dieta, aumentando consumo de comida e reduzindo o estresse animal, fatores que se ligam diretamente ao aumento da produtividade (Embrapa gado de leite, 2023; Andrade et al; 2022). Além disso o sistema *free-stall* proporciona uma gestão mais rigorosa nos fatores que influenciam diretamente a produção e rentabilidade da atividade, otimização da produção, permitindo a precisão do manejo de dieta, controle da saúde animal e espaço adequado para descanso. Nesse sentido, Balduino (2025) ressalta a importância da estratégia de controle térmico confortável com ventilação artificial, resfriamento evaporativo onde o clima quente é predominante durante maior parte do ano.

A decisão de aprofundar a análise sobre o sistema de confinamento *free-stall*, visa descobrir os efeitos financeiros e produtivos que ele proporciona, considerando a demanda por maior eficiência e a contínua e necessária busca pela otimização da produção e redução de perdas; o estudo apresenta a necessidade de compreender os benefícios e desafios do sistema por intermédio de um estudo aplicado em situação real de uma propriedade rural de produção leiteira, a qual atualmente opera no sistema semiconfinado onde as vacas ficam hora em pastagem, hora em ambiente controlado. A perspectiva de estudar novas possibilidades é justificada pela expectativa de aumento da produtividade, melhora dos manejos nutricional e sanitário do rebanho, conforme Santos et al (2022); e Garcia (2021); motivos pelos quais o interesse de avaliar a transição para o sistema *free-stall* na propriedade familiar produtora leiteira pode ser viável justificando o estudo proposto.

Dessa forma, foi pretensão da pesquisa, encontrar respostas indicativas da viabilidade ou inviabilidade da mudança de um modelo tradicional para um modelo

tipo *free-stall*, resultando no problema de pesquisa que norteou o trabalho em tela, seja ele: **“há viabilidade na implementação de um sistema *free-stall* em substituição a um modelo de operação tradicional, em uma propriedade de produção leiteira?”**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade financeira e impactos produtivos da implementação do sistema de confinamento *free-stall* em substituição ao modelo tradicional na bovinocultura leiteira, em uma propriedade rural leiteira, situada no município de Nova Erechim, estado de Santa Catarina.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Expor as características técnicas e operacionais do sistema *free-stall* e suas aplicabilidade na bovinocultura leiteira, indicando fluxos e recursos necessários para sua implementação;
- Descrever indicadores uteis para a análise de viabilidade financeira e produtiva, relacionadas ao estudo proposto;
- Realizar estudo de caso em propriedade rural dedicada a bovinocultura leiteira, apresentando a situação atual e projeção estruturada para a implementação do sistema *free-stall*;
- Apresentar uma análise quanto a viabilidade financeira e resultados produtivos decorrentes da implementação projetada.

1.3 JUSTIFICATIVA

A busca por maior eficiência produtiva na pecuária leiteira pode determinar o futuro da atividade, especialmente diante da necessidade por eficiência no campo. O sistema *free-stall*, destaca-se como uma alternativa moderna no alto desempenho produtivo, bem-estar animal e otimização na gestão da propriedade (Andrade et al; 2022;). No entanto, para implementar o sistema, há uma necessidade alta de aporte

financeiro, exigindo uma análise da viabilidade financeira dessa transição, que, apesar do alto custo, estudos apontam que possui aumento significativo de consumo de alimento pelas matrizes leiteiras e redução do estresse térmico, que consequentemente elevam a produção média, impactando na rentabilidade. Por tanto, Reis et al. (2011), apresenta a importância de avaliar indicadores como, retorno sobre o investimento (ROI), *payback*, valor presente líquido (VPL) entre outros, assegurando a decisão e sustentabilidade do investimento.

Considerando a necessidade de mitigar riscos, segundo um estudo sobre custos da pecuária leiteira, avaliar criteriosamente o investimento permite identificar os gargalos operacionais para criar estratégia para redução dos riscos (Embrapa Gado de Leite, 2023). Com isso, o estudo busca tornar a gestão eficiente e sustentável do investimento, e auxiliar no processo de tomada de decisão dos produtores familiares de leite.

1.4 ESTRUTURA DO ESTUDO

O trabalho está dividido em etapas que vão do contexto até a decisão sobre o investimento, iniciando pela apresentação do tema, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a estrutura do texto. O referencial teórico traz em três partes os principais indicadores da atividade leiteira que uso na análise (custo por litro, margem por litro, litros por vaca, CCS/CBT, entre outros) e a comparação entre sistemas de manejo (extensivo, semi-extensivo, *compost barn* e *free-stall*), com pontos fortes e limites de cada um e indicadores de viabilidade que aplico no estudo DRE, DFC, VPL, TIR, *payback* etc.

Na terceira parte, a metodologia do uso de dados, cálculos de comparação entre o ano base e o cenário projetado. Por fim, os resultados e a discussão entre a situação atual da propriedade, em seguida as projeções com o *free-stall*, e o comparativo por período e a avaliação dos indicadores de retorno definidos no referencial junto da conclusão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Aqui são apresentados aspectos teóricos e referenciais relacionados ao estudo, segundo uma abordagem em três pilares principais: a) Bovinocultura leiteira b) sistemas de manejo; c) Indicativos de viabilidade financeira; d) Indicativos de viabilidade produtiva;

2.1 BOVINOCULTURA LEITEIRA

A bovinocultura leiteira é uma das atividades que representa cerca de 4% do PIB agropecuário brasileiro. No ano de 2023, segundo o IBGE (2023), o país produziu aproximadamente 34,4 bilhões de litros de leite, mantendo o Brasil no ranking de 5º maior produtor mundial, ao lado de Índia, Estados Unidos, China e Rússia.

De acordo com a Embrapa Gado de Leite (2023), o setor leiteiro brasileiro é composto majoritariamente por pequenas e médias propriedades, o que torna a atividade essencial para a sustentabilidade social e econômica do campo. A publicação reforça que cerca de 70% dos produtores de leite estão vinculados à agricultura familiar, destacando a importância do segmento na geração de renda e na fixação do homem no meio rural. Dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa, 2023) confirmam essa representatividade, ressaltando o leite como uma das principais cadeias produtivas da agropecuária nacional.

O setor da pecuária leiteira enfrenta desafios crescentes de competitividade e eficiência, demandando práticas de gestão baseadas em indicadores de desempenho. Nesse contexto, os indicadores financeiros tornam-se ferramentas indispensáveis no processo de tomada de decisão para a sustentabilidade da atividade (Bornia, 2010; Baldin, 2014). Entre os principais indicadores aplicáveis à bovinocultura de leite, destacam-se margem bruta, margem líquida, ponto de equilíbrio, lucratividade e rentabilidade.

A margem bruta permite avaliar a eficiência operacional da produção, enquanto a margem líquida considera todos os custos, inclusive financeiros e fixos, permitindo compreender o lucro real da atividade (Fonseca, 2022). Já os indicadores de ponto de

equilíbrio, lucratividade e rentabilidade, segundo Wagner et al. (2010), ajudam a entender o volume mínimo necessário para cobrir custos e medir o retorno efetivo sobre o capital investido, parâmetros fundamentais para analisar a viabilidade da produção.

De acordo com levantamento do Cepea/Esalq/Usp (2024), em parceria com a Cna, o custo operacional médio nacional em 2023 foi de R\$ 2,26 por litro de leite, enquanto o preço médio recebido pelo produtor ficou em R\$ 2,14, revelando uma defasagem especialmente nas propriedades de menor escala e baixa tecnificação. O mesmo estudo destacou que produtores com maior controle de custos e uso de tecnologia atingiram margens próximas à estabilidade financeira, enquanto aqueles que operam sem gestão eficiente enfrentaram perdas significativas e margens negativas em diversos estados do país. Esses resultados reforçam a importância de um controle rigoroso de custos e da utilização de ferramentas de gestão para assegurar a viabilidade econômica da atividade (Bornia, 2010).

Contudo, apenas indicadores financeiros não constroem uma base sólida para a tomada de decisão. Aspectos zootécnicos e produtivos também são determinantes no desempenho das propriedades. A produção média por vaca, taxa de descarte, intervalos entre partos e taxa de concepção influenciam diretamente a lucratividade. O alinhamento entre indicadores zootécnicos e financeiros, como observam Clemente & Hespanhol (2009), garante a sustentabilidade da atividade no longo prazo, promovendo uma visão integrada da gestão rural.

A integração de dados técnicos e financeiros, segundo Mello & Schmidt (2017), permite aos produtores identificarem gargalos produtivos, planejar investimentos e adotar estratégias mais assertivas. Essa prática amplia a eficiência do rebanho e fortalece a capacidade de crescimento das propriedades de forma estruturada.

Portanto, o uso combinado de indicadores econômicos e zootécnicos na bovinocultura leiteira constitui um diferencial competitivo, sobretudo em um cenário de margens cada vez mais estreitas e alta volatilidade de preços. A adoção dessas ferramentas torna-se indispensável para garantir a competitividade e a sustentabilidade da atividade leiteira no Brasil (Embrapa, 2023; Cepea/Esalq/Usp, 2024).

2.2 SISTEMAS DE MANEJO NA BOVINOCULTURA LEITEIRA

O sistema de manejo de uma propriedade leiteira está ligado ao objetivo do produtor. Segundo Moraes (2015), a disponibilidade de recursos financeiros, mão de obra, clima e a infraestrutura já presente na propriedade interferem no manejo a ser adotado. Os manejos existentes são classificados em três grupos: extensivo, semi-intensivo e intensivo, onde cada modelo representa vantagens e desvantagens conforme a realidade de cada produtor.

O sistema extensivo caracteriza-se pelo pastoreio como fonte principal de alimento, apresentando baixo custo operacional, mas refletindo em menor produtividade e maior vulnerabilidade às variações climáticas (FAEP, 2017; MELLO & SCHMIDT, 2017).

O estágio intermediário, denominado semi-intensivo, segundo Brito (2016), mantém os animais em pastagem, mas com suplementação alimentar em cochos, principalmente durante a ordenha e em períodos críticos de escassez de pasto, garantindo maior estabilidade de produção.

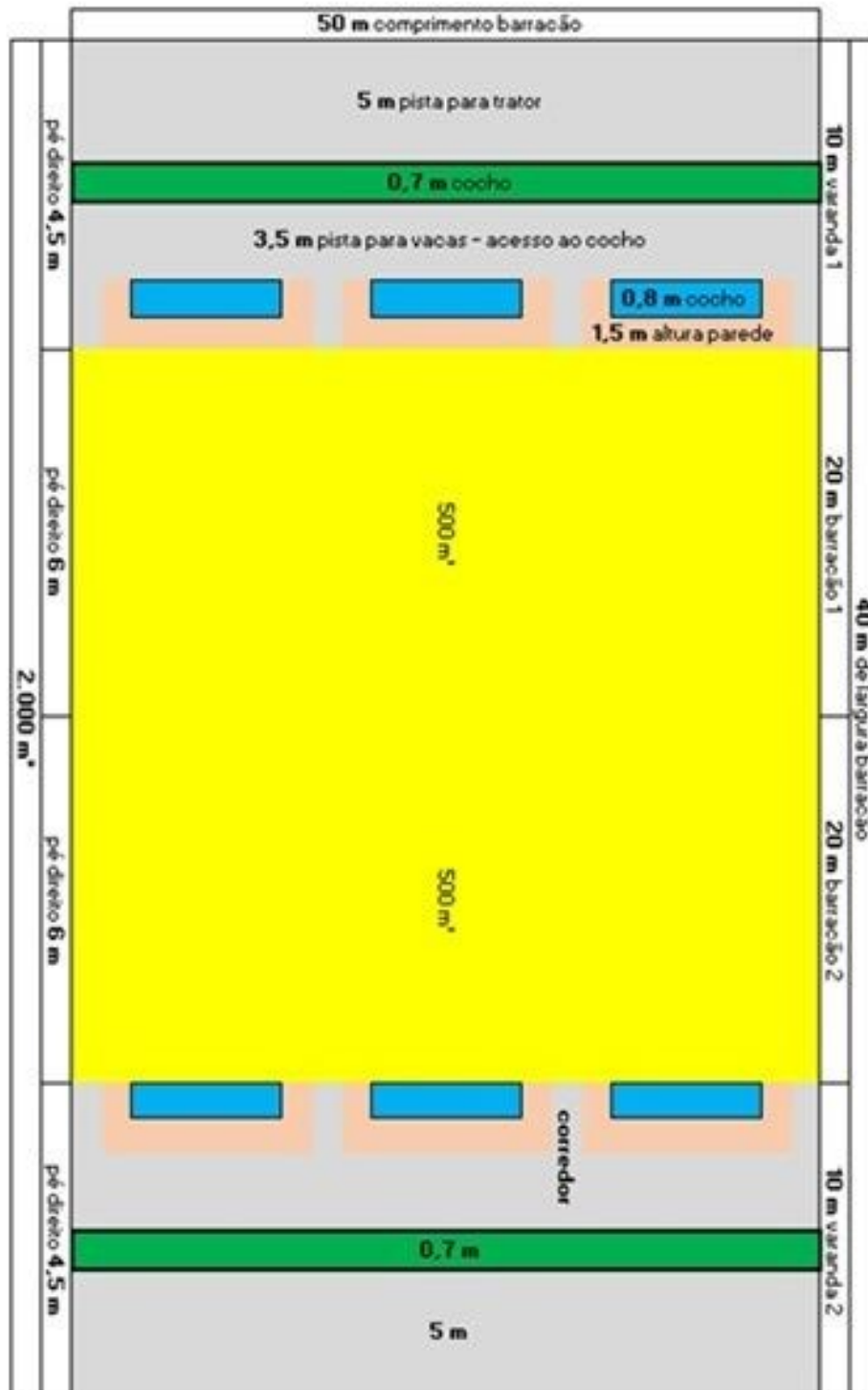
Por fim, o ápice da tecnificação da bovinocultura leiteira é o sistema intensivo, em que os animais são mantidos em confinamento, com maior controle de dieta, conforto e produtividade. Entre os principais modelos destacam-se o *compost barn* e o *free-stall* (Siqueira, 2016; Sawatzky, 2016; Damasceno, 2012).

2.2.1 SISTEMA COMPOST BARN

O *compost barn* é um sistema intensivo que permite livre movimentação dos animais, com pista de trato e cama coletiva composta por serragem ou maravalha, revolvida periodicamente para promover fermentação natural. Essa prática melhora o conforto e reduz problemas de saúde comuns em sistemas a pasto (Pilatti, 2017; Moraes, 2015).

Apesar dos benefícios, o modelo requer rigor no manejo da cama e controle da umidade. Estudos de Brito (2016) e Teixeira et al. (2022) indicam que, embora os custos de implantação sejam inferiores ao *free-stall*, a eficiência produtiva depende fortemente do manejo e da equipe técnica. Sistemas mal manejados podem reduzir produção e qualidade do leite, comprometendo o retorno do investimento (Faep, 2017).

A figura 1 expõe a planta baixa do sistema *compost barn*.

Figura 1 - Planta baixa do sistema *compost barn*

Fonte: MilkPoint

O *Compost Barn* é um sistema de alojamento coletivo para vacas leiteiras, caracterizado por uma área ampla coberta com cama orgânica — geralmente composta por serragem, maravalha ou outros materiais fibrosos. De acordo com o

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar, 2022), os dejetos dos animais (fezes e urina) são incorporados à cama por meio de revolvimento mecânico diário, promovendo a compostagem natural e mantendo o ambiente seco e confortável.

A partir das orientações da Rehagro (2023), o sucesso do sistema depende de três pilares: ventilação eficiente, manejo adequado da cama e controle da umidade. A ventilação pode ser natural ou forçada, e é essencial para manter a temperatura e a qualidade do ar. O revolvimento da cama deve ser feito pelo menos duas vezes ao dia, com profundidade suficiente para ativar o processo de compostagem. Já o controle da umidade evita a formação de lama e garante o conforto térmico dos animais.

Entre os principais benefícios do Compost Barn estão a melhoria nos índices zootécnicos, como aumento da produção de leite, redução de casos de mastite e maior longevidade das vacas. Além disso, o sistema favorece o bem-estar animal, pois permite liberdade de movimento, descanso adequado e menor incidência de lesões (EducaPoint, 2023).

2.2.2 SISTEMA FREE-STALL

O free-stall é um sistema intensivo de confinamento que oferece baias individuais para descanso e pista de trato coberta para alimentação. Conforme Andrade et al. (2022) e Bosetti (2017), esse espaço reduz o estresse animal, aumenta a produção e melhora o controle sanitário e reprodutivo do rebanho.

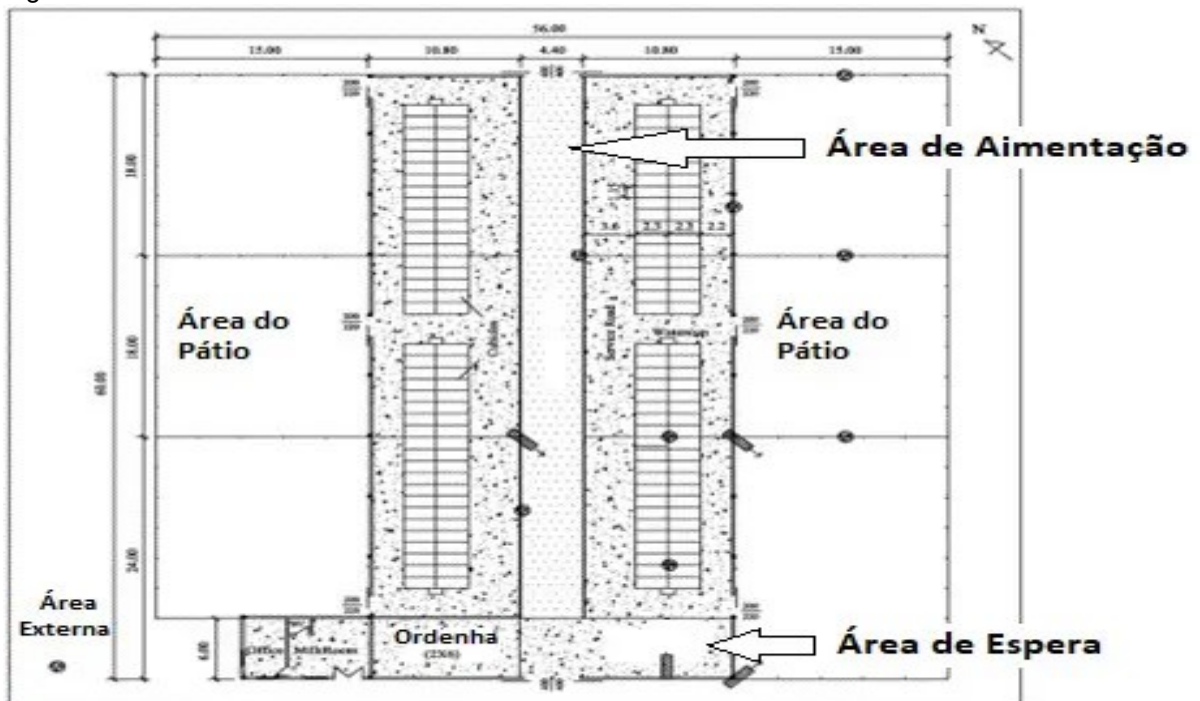
No Sul do Brasil, propriedades que adotaram o sistema registraram aumentos significativo na produção de leite, além de menor incidência de mastite e menor custo veterinário (Faep, 2017; Embrapa, 2023). No entanto, o alto investimento inicial e os custos de manutenção exigem análise de viabilidade cuidadosa (Bornia, 2010; Baldin, 2014).

A escolha do sistema deve considerar fatores técnicos, econômicos e climáticos. Segundo Viana & Ferras (2007) e Zoccal (2017), o sucesso do modelo depende de planejamento financeiro, capacitação de mão de obra e controle térmico das instalações.

Assim, o bem-estar animal e a sustentabilidade da produção dependem menos do tipo de sistema e mais da eficiência de manejo e gestão adotada.

A Figura 2 representa uma planta de *free-stall* para bovinos leiteiros. Esse tipo de instalação é projetado para oferecer conforto, bem-estar e eficiência produtiva, permitindo que cada vaca tenha uma baia individual de descanso, além de acesso facilitado a alimento e água.

Figura 2: Planta *free-stall*



Fonte: REHAGRO (2023)

O sistema *free-stall* é amplamente utilizado em propriedades leiteiras de alta produtividade. De acordo com Camargo (s.d.), esse modelo de confinamento permite que cada vaca tenha acesso a uma baia individual para descanso, o que reduz o estresse e melhora o bem-estar animal. As camas são geralmente preenchidas com areia ou serragem, e o espaço é dimensionado para permitir que o animal se deite e levante com facilidade, evitando lesões e promovendo conforto.

A partir das orientações da Embrapa, o sistema é dividido em áreas funcionais: pista de trato (onde o alimento é distribuído), área de descanso (bacias), corredores de circulação, área de ordenha e área de espera. Essa organização facilita o manejo diário, como a alimentação, a limpeza e o monitoramento da saúde do rebanho. Além disso, o uso de ventiladores e aspersores contribui para o resfriamento dos animais, especialmente em regiões de clima quente, reduzindo a queda na produção durante o verão (EducaPoint, 2023).

Entre os principais benefícios do sistema estão: maior controle sobre a dieta, redução de perdas por pisoteio, facilidade na detecção de cio e acompanhamento do pré e pós-parto. Segundo o Rehagro (2023), o sistema também permite liberar áreas da propriedade para recria ou produção de volumosos, otimizando o uso do espaço rural.

2.2.3 SISTEMA SEMI-INTENSIVO

O sistema semi-intensivo de produção de leite caracteriza-se pela combinação do uso de pastagens com suplementação alimentar fornecida no cocho, buscando equilibrar eficiência produtiva, custos de produção e bem-estar animal. Esse modelo é amplamente adotado no Brasil, sobretudo em propriedades de pequeno e médio porte, devido à sua flexibilidade de manejo e menor exigência de investimento inicial quando comparado aos sistemas intensivos de confinamento (EMBRAPA, 2017).

Nesse sistema, as vacas têm acesso ao pasto durante parte do dia, utilizando-o como principal fonte de volumoso, enquanto a suplementação com concentrados e/ou silagem é ajustada conforme o nível produtivo dos animais e a disponibilidade de forragem ao longo do ano. Essa estratégia permite maior eficiência no uso dos recursos alimentares e melhor adaptação às variações sazonais, especialmente nos períodos de seca, nos quais a produção das pastagens é reduzida (SENAR, 2019).

Do ponto de vista do bem-estar animal, o sistema semi-intensivo apresenta vantagens por permitir maior liberdade de movimentação e a expressão de comportamentos naturais, como o pastejo e o descanso em áreas abertas. No entanto, o desempenho produtivo está diretamente relacionado à qualidade das pastagens, ao manejo da lotação e à disponibilidade de sombra e água, sendo esses fatores determinantes para evitar estresse térmico e quedas na produção de leite (EMBRAPA, 2016).

Em relação ao manejo sanitário, o sistema semi-intensivo demanda atenção especial ao controle de parasitos e à higiene da ordenha, uma vez que os animais permanecem em contato direto com o solo e o ambiente externo. A dispersão dos dejetos no pasto reduz custos com manejo de resíduos, porém pode aumentar o risco de contaminação microbiológica do leite se não forem adotadas boas práticas de ordenha e refrigeração adequadas (FONSECA; SANTOS, 2000).

Sob o aspecto econômico, o sistema semi-intensivo destaca-se pelo menor custo fixo e pela possibilidade de diluição dos custos de alimentação por meio do uso eficiente das pastagens. Entretanto, a rentabilidade depende diretamente do manejo nutricional, reprodutivo e sanitário do rebanho. Problemas como baixa eficiência alimentar, altas taxas de descarte ou falhas reprodutivas podem comprometer a viabilidade econômica do sistema (EMBRAPA, 2018).

Quanto à produtividade, o sistema semi-intensivo apresenta, em geral, níveis moderados de produção por animal quando comparado a sistemas totalmente confinados. Contudo, quando bem manejado, pode alcançar bons índices produtivos, conciliando desempenho econômico e qualidade do leite. Práticas como manejo rotacionado de pastagens, correção e adubação do solo e planejamento alimentar são fundamentais para o sucesso desse modelo produtivo (SENAR, 2019).

No que se refere à sustentabilidade, o sistema semi-intensivo possui elevado potencial, especialmente pela integração entre produção animal e uso do solo. Pastagens bem manejadas contribuem para a ciclagem de nutrientes, redução da dependência de insumos externos e menor impacto ambiental, favorecendo a sustentabilidade a longo prazo da atividade leiteira (EMBRAPA, 2017).

2.2.4 COMPARATIVO ENTRE OS SISTEMAS DE MANEJO

A escolha do sistema de manejo impacta diretamente o desempenho produtivo do rebanho. O sistema extensivo é o mais comum em propriedades de pequeno porte e com predominância de mão de obra familiar, por apresentar baixo custo operacional. Contudo, a Faep (2017) E O Ipardes (2009) destacam que, nesse modelo, a produção

por hectare tende a ser reduzida e sofre maior influência da sazonalidade da oferta de pastagens, comprometendo a estabilidade produtiva ao longo do ano.

Já o sistema semi-intensivo busca equilibrar os benefícios do manejo a pasto com a suplementação alimentar, fornecendo ração no cocho durante a ordenha ou em períodos de escassez de forragem. Esse modelo, segundo Brito (2016) e Bosetti (2017), possibilita aumento na produtividade sem exigir grandes investimentos em infraestrutura, sendo indicado para produtores em transição entre sistemas extensivos e confinados.

Nos sistemas intensivos, *compost barn* e *free-stall*, observam-se ganhos significativos em produtividade e bem-estar animal, mas com diferenças importantes entre eles. De acordo com Moraes (2015) e Pilatti (2017), o sistema *compost barn* requer maior atenção na rotina de manejo, especialmente na aeração da cama e controle da umidade, mas apresenta custos de implantação mais baixos, podendo adaptar estruturas já existentes. Por outro lado, o *free-stall*, conforme Andrade et al. (2022), demanda investimento inicial mais elevado em infraestrutura e equipamentos, mas oferece maior controle sobre sanidade, conforto térmico e nutrição, fatores diretamente ligados à produtividade e qualidade do leite.

Portanto, os sistemas *compost barn* e *free-stall* destacam-se como os mais adequados à pecuária leiteira confinada brasileira, desde que a decisão seja fundamentada em análises técnicas, econômicas e zootécnicas alinhadas à realidade de cada produtor (Faep, 2017; Embrapa, 2023; Ipardes, 2009; Mello & Schmidt, 2017).

Os sistemas de produção leiteira apresentam características distintas quanto ao tipo de alojamento, nível de investimento, manejo dos animais e impactos produtivos e ambientais. Entre os modelos mais utilizados no Brasil destacam-se o *Free-Stall*, o *Compost Barn* e o sistema Semi-Intensivo, cada um com vantagens e limitações específicas. O sistema *Free-Stall* caracteriza-se pelo confinamento total dos animais em baias individuais cobertas, proporcionando elevado conforto e controle sanitário, porém com maior exigência de investimento inicial. O *Compost Barn*, por sua vez, utiliza cama coletiva com material orgânico em processo contínuo de compostagem, aliando alto bem-estar animal à sustentabilidade ambiental, desde que haja manejo adequado da ventilação e da cama. Já o sistema Semi-Intensivo combina o acesso ao pasto com suplementação no cocho, demandando menor

investimento e maior área, porém apresentando maior variabilidade produtiva em função do manejo adotado. O quadro a seguir sintetiza as principais diferenças entre esses sistemas, considerando aspectos estruturais, produtivos, econômicos e de bem-estar animal, conforme literatura técnica especializada.

Quadro 1 - Comparativo dos três sistemas

| Característica | Free-Stall | Compost Barn | Semi-Intensivo |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Tipo de alojamento | Baias individuais cobertas | Cama coletiva com compostagem | Acesso ao cocho e ao pasto |
| Conforto animal | Alto (baia única) | Alto (cama orgânica e espaço livre) | Moderado (descanso no pasto) |
| Manejo de dejetos | Coleta e descarte externo | Compostagem interna | Dispersão no pasto |
| Investimento inicial | Alto | Moderado | Baixo |
| Ventilação | Natural ou forçada | Essencial para compostagem | Natural |
| Produção leiteira | Alta | Alta | Moderada |
| Bem-estar animal | Elevado | Elevado | Variável conforme manejo |
| Sustentabilidade | Moderada | Alta | Alta |
| Flexibilidade de manejo | Baixa | Média | Alta |
| Área necessária | Menor (confinamento) | Maior (cama coletiva) | Ampla (pasto e cocho) |

Fonte: (Camargo, A. C; Educapoint; Rehagro; Senar; Embrapa)

A partir da comparação entre os três sistemas, observa-se que o *free-stall* é ideal para propriedades com alta densidade animal e foco em produtividade, oferecendo conforto individual e controle sanitário, porém exigindo maior investimento e estrutura. De acordo com Camargo (s.d.), esse sistema é eficiente, mas demanda atenção constante ao manejo e à ventilação.

O *compost barn*, por sua vez, apresenta-se como uma alternativa sustentável e confortável, com menor custo de implantação em relação ao *free-stall*. O revolvimento da cama e a ventilação adequada são fundamentais para o sucesso do sistema, conforme destaca o Senar (2022). Além disso, promove excelente bem-estar animal e pode ser adaptado a diferentes escalas de produção.

Já o sistema semi-intensivo se destaca pela simplicidade e baixo custo, sendo indicado para propriedades que desejam manter parte da produção em pasto. Segundo a MigPlus (2023), ele permite maior flexibilidade no manejo e aproveitamento dos recursos naturais, embora a produção leiteira possa ser mais variável e dependente das condições climáticas e da qualidade da pastagem.

Portanto, a escolha do sistema deve considerar fatores como capacidade de investimento, escala de produção, disponibilidade de área, mão de obra qualificada e

objetivos produtivos. Cada modelo possui vantagens específicas que podem ser exploradas conforme o perfil da propriedade.

2.3 INDICATIVOS DE VIABILIDADE FINANCEIRA

O processo decisório para a realização de um investimento demanda a compreensão da sua viabilidade econômica, o que implica projetar o retorno esperado do projeto, mensurar riscos, estimar o tempo de recuperação do capital e avaliar os impactos produtivos e financeiros decorrentes (Bornia, 2010; Baldin, 2014).

Na bovinocultura leiteira, o uso de ferramentas de análise financeira é essencial para garantir a sustentabilidade econômica e o desempenho produtivo, visto que tanto os indicadores econômicos quanto os zootécnicos influenciam diretamente a rentabilidade da atividade (Cepea/Esalq/Usp, 2024; Embrapa Gado De Leite, 2023).

O Valor Presente Líquido (VPL) representa a diferença entre o valor presente dos fluxos de caixa futuros do projeto e o valor investido inicialmente. Esse indicador é calculado descontando os fluxos de caixa futuros por uma taxa de desconto, normalmente chamada de Taxa Mínima de Atratividade (TMA). De acordo com Assaf Neto (2008), o VPL mostra o resultado econômico da alternativa financeira expressa em moeda atualizada, sendo considerado viável quando apresenta valor positivo. A fórmula geral do VPL é apresentada como:

$$Vpl = [FC / (1+i)^1 + FC / (1+i)^2 + FC / (1+i)^3 \dots FC / (1+i)^n] - \text{Investimento inicial}$$

Sendo: Vpl = Valor presente líquido

Fc = Fluxo de caixa

t = momento em que inicio o Fc

i = taxa de desconto ou taxa mínima de atratividade

n = número de tempo

Já a Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa que iguala o VPL a zero, ou seja, o percentual de retorno anualizado que o projeto proporciona ao investidor. Se a TIR for maior que a TMA, o investimento é considerado atrativo, pois supera o retorno mínimo esperado. Conforme Laponi (2007), a TIR é calculada pela fórmula:

$$TIR = - I + FC (1+TIR)^1 + FC (1+TIR)^2 + \dots + FCn (1+TIR)^n$$

Sendo: I = valor do investimento

n = quantidade de períodos

FC = fluxo de caixa

TIR = taxa interna de retorno

O *payback* descontado representa o prazo necessário para que o investimento inicial seja recuperado, levando em consideração o valor do dinheiro (do poder aquisitivo) ao longo do tempo, que diferente do *payback* simples, que soma os fluxos de caixa até igualar o valor investido, o *payback* descontado aplica uma taxa de desconto aos fluxos de caixa futuros. Isso significa que os valores recebidos em anos posteriores são ajustados para refletir seu valor presente. Para calcular, utiliza-se a fórmula:

$$VP = FC / (1+i)^t$$

Onde:

VP = Valor Presente do fluxo de caixa

FC = Fluxo de caixa no período

i = taxa de desconto (ex: 10% ao ano)

t = número do período (ano 1, 2, 3...)

Os valores presentes de cada fluxo de caixa são somados até que o total acumulado iguale ou ultrapasse o valor investido inicialmente. O ano em que isso ocorre é o *payback* descontado.

O Índice de Lucratividade (IL) mede a relação entre o valor presente dos fluxos de caixa e o investimento inicial, indicando quanto o projeto retorna por unidade monetária investida. Embora não citado diretamente aqui, o IL pode ser interpretado como derivado dos cálculos de VPL e TIR, reforçando o potencial de retorno financeiro do projeto.

A rentabilidade é um indicador econômico que expressa o retorno obtido sobre um determinado investimento, sendo amplamente utilizado na avaliação da viabilidade de projetos agropecuários. De acordo com Gitman e Zutter (2012), ela representa a eficiência com que os recursos aplicados geram resultados financeiros, permitindo ao gestor comparar alternativas e tomar decisões estratégicas fundamentadas.

A rentabilidade pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$\text{Rentabilidade (\%)} = (\text{Resultado ou Fluxo de Caixa/Investimento Total}) \times 100$$

Onde:

Resultado ou Fluxo de Caixa corresponde ao valor líquido gerado pelo projeto em determinado período.

Investimento Total é o montante aplicado na estrutura, equipamentos, terra e demais ativos.

Esse cálculo permite avaliar o desempenho econômico do empreendimento ao longo do tempo, sendo especialmente útil em análises comparativas entre diferentes sistemas produtivos, como *free-stall*, *compost barn* e Semi-Intensivo. Segundo Ross et al. (2011), rentabilidades superiores ao custo de capital indicam que o projeto agrega valor ao negócio, justificando sua continuidade ou expansão.

Na pecuária leiteira, essas ferramentas são aplicadas para estimar o retorno de investimentos em infraestrutura, tecnologia e manejo. Estudos como o da Faep (2017) e da Embrapa (2023) destacam que sistemas mais tecnificados, como o *free-stall*, demandam maior aporte inicial, mas podem resultar em incrementos significativos de produtividade e estabilidade econômica.

O Cepea/Esalq/Usp (2024) apontou que, embora o custo operacional total (COT) em sistemas confinados seja superior ao dos sistemas extensivos, a produtividade média por vaca/dia é mais elevada, compensando o investimento inicial e garantindo maior lucratividade em médio e longo prazo. Essa relação é reforçada pela Embrapa (2023), que evidencia ganhos de eficiência com o controle de custos, o manejo nutricional e o bem-estar animal.

A análise de viabilidade deve incluir também os indicadores técnicos de desempenho, como custo por litro, margem bruta e margem líquida, que possibilitam compreender a eficiência operacional e o retorno econômico. Conforme o

levantamento do Ipardes (2009) sobre a atividade leiteira no Paraná, produtores que controlam custos e adotam gestão técnica apresentaram resultados superiores de produtividade e renda em comparação com sistemas informais e sem gestão.

Outro aspecto relevante é o impacto do bem-estar animal na eficiência produtiva e na lucratividade. Pesquisas de Bosetti (2017) e Andrade et al. (2022) mostram que melhorias em ambiência, ventilação e conforto térmico reduzem o estresse, diminuem a ocorrência de doenças e aumentam a produção diária de leite. O investimento em infraestrutura voltada ao conforto do rebanho é, portanto, uma decisão que une responsabilidade ética e retorno financeiro.

Nas propriedades familiares, onde o capital de giro é limitado, linhas de crédito e políticas públicas de incentivo, como o PRONAF, tornam-se fundamentais para viabilizar a adoção de sistemas intensivos. Estudos da Fundação Banco do Brasil (2010) e da Embrapa (2023) ressaltam que o acesso a financiamentos rurais pode acelerar o processo de modernização produtiva, desde que acompanhado de capacitação técnica e controle de indicadores econômicos.

Com base nesses parâmetros, compreender a viabilidade financeira do sistema *free-stall* exige uma abordagem integrada entre indicadores econômicos, produtivos e de bem-estar animal. Essa análise permite decisões mais seguras e sustentáveis, contribuindo para a competitividade e permanência dos produtores familiares no setor leiteiro brasileiro (Bornia, 2010; Cepea/Esalq/Usp, 2024; Embrapa, 2023; Faep, 2017).

2.4 INDICATIVOS DE VIABILIDADE PRODUTIVA

A viabilidade produtiva, neste estudo, é entendida como a capacidade do sistema de manejo fornecer leite com qualidade de forma estável e previsível, a partir de rotinas bem estruturadas de alimentação, ambiência e ordenha. Em sistemas intensivos, como o *free-stall*, a literatura mostra que o projeto das instalações, baias, cochos, corredores e pátios, deve estar alinhado ao manejo diário para reduzir competição, tempos de espera e deslocamentos, preservando o tempo de descanso e de ruminação. Quando essa relação é equilibrada, a produção por vaca tende a aumentar e a variabilidade entre lotes diminui (Andrade Et Al; 2022; Bosetti, 2017; Moraes, 2015).

No contexto da produção leiteira, diversos indicadores zootécnicos e produtivos podem ser utilizados para avaliar o desempenho do rebanho e a eficiência da

propriedade. Entre os principais indicadores, destaca-se a produção por vaca por dia, que representa a média de litros de leite produzidos por cada vaca em lactação. Esse indicador é calculado pela fórmula:

$$\text{Produção por vaca} = \text{Produção total diária} / \text{Número de vacas em lactação}$$

De acordo com a Embrapa Gado de Leite, valores médios de produção abaixo de 15 litros por vaca/dia são considerados baixos, produções entre 15 e 20 litros por vaca/dia indicam desempenho satisfatório, enquanto médias acima de 20 litros por vaca/dia refletem alto desempenho produtivo individual, geralmente associado a sistemas com melhor manejo nutricional, sanitário e genético dos animais (EMBRAPA, 2016).

A ventilação e o resfriamento por aspersão também são apontados como fatores fundamentais para mitigar o estresse térmico, mantendo a ingestão de matéria seca e o desempenho diário das vacas. Estudos da Embrapa Gado de Leite (2023) e da FAEP (2017) reforçam que o controle térmico adequado e a boa ambiência resultam em melhor aproveitamento da dieta e maior persistência de lactação, impactando diretamente a produtividade e a longevidade do rebanho.

O núcleo de indicadores produtivos envolve a produção por vaca/dia e a produção padronizada em 305 dias, parâmetros que permitem comparações justas entre lotes e safras. Esses indicadores traduzem a resposta do rebanho à dieta total misturada (TMR), ao conforto e à rotina de ordenha. Segundo Bosetti (2017) e Pilatti (2017), uma dieta bem formulada, associada à estabilidade da ambiência, resulta em maior ingestão de matéria seca, melhor persistência de lactação e aumento do volume total produzido.

A qualidade do leite pode ser avaliada por meio da contagem de unidades formadoras de colônias (ufc) e da contagem de células somáticas (ccs), indicadores diretamente relacionados às condições higiênico-sanitárias da produção. Segundo Fonseca e Santos (2000) e a Embrapa Gado de Leite, valores de ufc acima de 50 mil ufc/ml refletem falhas no manejo de ordenha e conservação do leite, enquanto contagens inferiores a 10 mil ufc/ml indicam excelente controle higiênico. Da mesma forma, a ccs média é utilizada para avaliar a saúde da glândula mamária, sendo valores superiores a 500 mil células/ml associados a problemas sanitários graves, ao

passo que níveis abaixo de 200 mil células/ml representam elevado padrão de qualidade do leite (Fonseca; Santos, 2000; Embrapa, 2017).

A qualidade do leite é elemento central da viabilidade produtiva, pois influencia diretamente o preço efetivo recebido pelo produtor. A CBT média (Contagem Bacteriana Total) mede a carga microbiana presente no leite, sendo um reflexo direto da higiene na ordenha e no armazenamento. Calcula-se pela média das contagens bacterianas nas amostras coletadas pelo laticínio:

$$\text{CBT média} = \text{Soma das CBT das amostras} / \text{Número de amostras}$$

Valores acima de 50 mil UFC/mL são considerados ruins, entre 10 e 50 mil são bons, e abaixo de 10 mil indicam ótimo controle sanitário (Fonseca; Santos, 2000; Embrapa, 2017).

Já a CCS média (Contagem de Células Somáticas), que avalia a saúde da glândula mamária. A fórmula consiste na média das contagens obtidas nas amostras de leite coletadas pelo laticínio:

$$\text{CCS média} = \text{Soma das CCS das amostras} / \text{Número de amostras}$$

Valores acima de 500 mil células por mL indicam problemas sanitários graves (ruim), entre 200 e 500 mil são aceitáveis (bom), e abaixo de 200 mil refletem excelente qualidade do leite (ótimo) (Fonseca; Santos, 2000; Embrapa, 2017).

Boas práticas de higiene, como pré e pós-dipping, calibração de ordenhadeiras e higienização de equipamentos, reduzem a contagem de células somáticas (CCS) e a contagem bacteriana total (CBT), garantindo bonificações ao longo do ano. Além disso, o conforto e a limpeza das instalações reduzem a incidência de mastite clínica e subclínica, diminuindo perdas sanitárias e custos com medicamentos (Bosetti, 2017; Pilatti, 2017; Brito, 2016).

Outro indicador usado para avaliar qualidade de leite são os Sólidos totais. De acordo com a Instrução Normativa nº 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o leite cru refrigerado e seus derivados devem atender a

padrões de identidade e qualidade que incluem a avaliação dos sólidos totais. Esse indicador é utilizado para verificar se o leite possui composição adequada e se está dentro dos limites exigidos para comercialização e processamento industrial.

Os sólidos totais são determinados pela secagem da amostra até peso constante, obtendo-se a massa de sólidos remanescente. O valor é geralmente expresso em percentual (%) e reflete a proporção de matéria sólida em relação ao volume total de leite.

Para análises comparativas ou estatísticas, pode-se calcular a média dos sólidos totais das amostras coletadas, utilizando a fórmula:

$$\text{Média dos sólidos totais} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Onde:

- x_i = valor de sólidos totais de cada amostra de leite
- n = número total de amostras analisadas

Esse cálculo permite avaliar a consistência dos resultados e identificar variações entre diferentes períodos ou sistemas de produção. Valores mais elevados de sólidos totais indicam leite de melhor qualidade, com maior potencial de rendimento industrial e valor agregado.

Outro fator essencial é a eficiência alimentar, medida pelo indicador de conversão alimentar demonstrado a seguir.

$$\text{Eficiência alimentar} = \text{Litros de leite} / \text{Consumo de matéria seca (kg)}$$

A eficiência alimentar das vacas leiteiras pode ser avaliada pela relação entre a produção de leite e o consumo de matéria seca (L/kg MS). De acordo com a Embrapa Gado de Leite (2018), valores inferiores a 1,0 L/kg MS indicam baixa eficiência de conversão alimentar, refletindo inadequações no manejo nutricional ou produtivo. Índices entre 1,0 e 1,3 L/kg MS são considerados satisfatórios, enquanto valores superiores a 1,3 L/kg MS representam excelente eficiência alimentar, associada a dietas bem balanceadas, adequado manejo e melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais.

De acordo com Moraes (2015) e Andrade et al. (2022), o manejo alimentar correto, com empurras frequentes, mistura homogênea e sobras controladas, reduz

desperdícios e aumenta a eficiência na conversão de alimento em leite. A alimentação representa o principal custo variável da atividade, sendo determinante para a margem por litro e o custo operacional total (Cepea/Esalq/Usp, 2024; Embrapa, 2023).

O bem-estar animal, por sua vez, reflete-se em métricas observáveis, como tempo deitado, tempo de espera para ordenha, incidência de claudicação e tolerância térmica. A Embrapa (2023) e Andrade et al. (2022) destacam que o tempo de descanso ideal é de 11 a 12 horas por dia, condição que favorece a ruminação e eleva a produção média por vaca. Além disso, corredores amplos, ventilação adequada e proximidade entre *free-stall* e sala de ordenha reduzem o estresse e melhoram a eficiência operacional, permitindo a adoção de rotinas mais intensivas sem prejuízo do bem-estar.

A taxa de descarte é outro indicador importante, pois revela o percentual de vacas retiradas do rebanho por motivos produtivos, reprodutivos ou sanitários. A fórmula é dada pela razão entre o número de vacas descartadas e o total de vacas, multiplicada por 100:

$$\text{Taxa de descarte (\%)} = (\text{Número de vacas descartadas} / \text{Número total de vacas}) \times 100$$

A taxa de descarte do rebanho é um importante indicador de eficiência produtiva e longevidade das vacas leiteiras. Segundo a Embrapa Gado de Leite, taxas de descarte superiores a 25% ao ano são consideradas elevadas e indicam problemas relacionados à saúde, reprodução ou manejo dos animais. Valores entre 15% e 25% são considerados aceitáveis, enquanto taxas inferiores a 15% refletem boa longevidade, estabilidade do rebanho e maior eficiência produtiva do sistema (EMBRAPA, 2016).

As rotinas de ordenha conectam todos os blocos anteriores. Indicadores como velocidade de ordenha, tempo de espera por lote e falhas operacionais são utilizados para identificar perdas que afetam simultaneamente litros, CCS e CBT. Segundo FAEP (2017) e Embrapa (2023), a padronização dos procedimentos, a manutenção preventiva e o comissionamento regular dos equipamentos reduzem variabilidade e asseguram previsibilidade na produção.

3 METODOLOGIA

Este Capítulo Descreve A Metodologia Utilizada No Desenvolvimento Do Trabalho, Abordando Os Procedimentos De Coleta E Análise Dos Dados. A Abordagem Adotada Permitiu Avaliar Os Principais Indicadores Produtivos, Econômicos E Sanitários Do Sistema De Produção Leiteira, Assegurando Coerência Com Os Objetivos Propostos.

3.1 Natureza e Abordagem

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa de caráter descritivo, voltada à compreensão dos aspectos técnicos, econômicos e produtivos envolvidos na implementação de um sistema *free-stall* na bovinocultura leiteira. A abordagem é qualitativa, a qual, segundo Fundação Banco do Brasil (2010), é apropriada para estudos que buscam interpretar fenômenos do meio rural a partir da observação direta e do contexto social e produtivo.

A vertente descritiva se refere a exposição e detalhamento dos aspectos estruturais, zootécnicos, financeiros e gerenciais do caso em estudo, favorecendo a apropriação de conhecimentos com vistas a análise dos impactos do processo de transição do sistema semi-intensivo para o sistema confinado, paralelo ao que cita IPARDES (2009) e FAEP (2017).

3.2 Objeto da Pesquisa

O objeto de estudo consiste na viabilidade de substituição, em uma propriedade de produção leiteira, de um sistema de manejo semi-intensivo para um sistema confinado (*Free Stall*).

O campo de pesquisa definido foi uma propriedade leiteira localizada no município de Nova Erechim, Santa Catarina. A escolha foi proposital, justificada pelo interesse do pesquisador com a efetiva implementação da tecnologia na prática da propriedade familiar, além de contribuir com estudos futuros na direção de generalizações à outras unidades de análise detentoras de características semelhantes, as quais apresentam um perfil típico das pequenas propriedades

familiares do Oeste catarinense, base da produção de leite na região, conforme indicam os levantamentos da Embrapa Gado de Leite (2023) e do CEPEA/ESALQ/USP (2024).

A pesquisa foi delimitada em torno da avaliação quanto à viabilidade da implementação de um sistema *free-stall* em detrimento do sistema semi-intensivo em uso.

A pesquisa também foi documental, uma vez que os registros financeiros e produtivos da propriedade foram disponibilizados para o levantamento histórico e a realização das projeções pretendidas.

O estudo buscou comparar o desempenho atual (sistema semi-intensivo) com um cenário projetado após a implementação do confinamento total, atualmente em fase inicial.

3.3 Etapas e Procedimentos

O desenvolvimento metodológico foi dividido em quatro etapas principais, sendo eles o levantamento teórico e documental, onde realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter técnico-científico em fontes oficiais e estudos recentes sobre a atividade leiteira, gestão de custos e análise de investimentos no meio rural. Foram consultados documentos e relatórios da Embrapa Gado de Leite (2023), CEPEA/ESALQ/USP (2024), FAEP (2017), IPARDES (2009) e Andrade et al. (2022), além de obras de referência sobre gestão de custos e viabilidade financeira (BORNIA, 2010; BALDIN, 2014).

Diagnóstico da situação atual, onde foi construído um diagnóstico técnico e financeiro da propriedade, com levantamento dos custos fixos, variáveis, produtividade média, consumo alimentar, composição do rebanho e estrutura física existente. Esses dados foram sistematizados em planilhas de controle e demonstrativos de resultados adaptados à realidade da unidade produtiva.

Projeção do cenário com sistema *free-stall*, com base nas referências da Embrapa (2023) e nas diretrizes construtivas apresentadas por Andrade et al. (2022), foi elaborado um modelo projetado de confinamento *free-stall* para 100 vacas em lactação. Nessa etapa, foram estimados os investimentos em infraestrutura,

equipamentos e ampliação do rebanho, além da definição dos parâmetros técnicos esperados (litros/vaca/dia, custo por litro e eficiência alimentar).

Na análise de viabilidade econômica realizada neste estudo, não foram considerados os valores econômicos das novilhas em crescimento e das novas matrizes incorporadas ao rebanho. Essa delimitação metodológica foi adotada com o objetivo de avaliar exclusivamente a viabilidade da atividade com base nos fluxos operacionais de produção de leite, desconsiderando a valorização patrimonial do rebanho ao longo do período analisado.

Análise comparativa e avaliação de indicadores, entre o cenário atual e o projetado foi realizada com base em indicadores econômicos, incluindo Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback simples e descontado, e Índice de Lucratividade (IL). Esses indicadores, conforme Bornia (2010) e Baldin (2014), permitem avaliar a atratividade e o risco de investimentos no setor agropecuário.

3.4 Coleta e Análise de Dados

Os dados foram coletados diretamente na propriedade estudada, por meio de registros administrativos (análise documental), contemplando o histórico de custos, receitas e desempenho produtivo. As informações financeiras e zootécnicas foram organizadas em planilhas eletrônicas, desenvolvidas pelo autor, possibilitando o cálculo dos indicadores e a simulação dos cenários.

Para melhor organicidade, foi desenvolvido um roteiro objetivo, o qual permitiu a descrição dos dados coletados e a aplicação dos cálculos de indicadores financeiros e produtivos atuais e projetados – originados das bases teóricas apresentadas, resultando em um combinado de índices e informações que facilitaram as análises finais em torno do objeto.

A análise dos resultados foi fundamentada na literatura técnica e científica que trata da viabilidade de sistemas confinados na pecuária leiteira, associando aspectos econômicos e produtivos. Estudos da Embrapa (2023) e do CEPEA (2024) subsidiaram a definição de parâmetros financeiros, enquanto autores como Andrade et al. (2022) e Bosetti (2017) forneceram base técnica sobre ambiência, bem-estar e desempenho zootécnico.

Além dos indicadores financeiros, foram considerados indicadores zootécnicos litros/vaca/dia, custo médio por litro e eficiência alimentar, para compor a análise de sustentabilidade e desempenho do sistema. A interpretação integrou resultados numéricos e observações qualitativas, buscando compreender as implicações econômicas e produtivas da adoção do sistema *free-stall* no contexto familiar.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE

A Propriedade analisada se localiza no município de Nova Erechim, Santa Catarina, que iniciou na atividade no ano de 2008 com o intuito de aumentar a renda da família que trabalhava anteriormente com produção de aves e vinhedo.

Atualmente a propriedade conta com 31,5 hectares totais, sendo, 12,5 hectares de lavoura destinado a produção de milho para silagem nas duas safras e 7 hectares com pastagem. Benfeitorias como casas, barracões e silos ocupam cerca de 4 hectares e o restante é composto por matas e floresta para reserva legal.

O ano base usado para o estudo foi 2024, o total de animais era de 96 animais, composto por 50 vacas em lactação da raça Jersey com idade superior a 26 meses, 16 novilhas de 12-25 meses, 12 novilhas de 06-11 meses e 18 bezerras de menos de 6 meses com o valor estimado total dos animais de R\$ 620.000,00.

4.2 Dados Produtivos Atuais

A produção leiteira realizada em 2024 apresenta indicadores consistentes e alinhados com sistemas de pequena escala. O rebanho é composto por 50 vacas em lactação. Cada vaca produziu, em média, 23 litros de leite por dia, durante 305 dias de lactação ao ano, o que resulta em uma produção total anual de 350.750 litros. Esse volume é considerado satisfatório para sistemas familiares ou semi-intensivos, especialmente quando se observa a média da propriedade de 23 L/vaca/dia, que está acima da média nacional, que é de 20 L/vaca/dia em sistemas similares, segundo

dados da Embrapa e CEPEA. Na tabela 1 estão expostos os dados primários coletados na propriedade.

Tabela 1 - Dados produtivos Ano Base (2024)

| Descrição | Quantidade / Valor (R\$) |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Nº de Animais (Qt) | 50 |
| Nº médio de litros/vaca/dia (Qt) | 23 |
| Nº médio de dias em lactação/vaca | 305 |
| Nº total de litros produzidos | 350.750 |
| Bônus qualidade (%) | 8,40% |
| CBT Média | 14 |
| CCS Média | 257 |
| Sólidos Totais | 13.43 |

Fonte: dados primários, com base em (Bosetti, 2017; Pilatti, 2017; Brito, 2016; Andrade Et Al; 2022).

O bônus qualidade é um diferencial competitivo importante, pois aumenta a receita sem elevar os custos, reforçando a eficiência do sistema. A valorização do produto indica que o leite possui alta qualidade, baixa contagem bacteriana (CBT) e células somática (CCS), e que o manejo sanitário está sendo bem executado apesar de ser o sistema semiconfinado, onde as vacas não possuem o ambiente controlado e maior controle sanitário.

4.2.1 Custos Variáveis

Os custos variáveis da produção leiteira no ano base de 2024, são os principais insumos utilizados para a produção de leite e são compostos basicamente pela alimentação dos animais, junto com os núcleos usados para suplementação de macro e micronutrientes, medicamento e os utensílios para reprodução e o material genético (sêmen).

Os dados revelam que os custos com alimentação representam a maior parte das despesas, com destaques para o milho moído, que totalizou R\$ 13.778,75 a um preço de R\$ 1,51 por quilo, ração com maior impacto, aparece com custo anual de R\$ 246.928,00, a R\$ 1,76/kg e a silagem de milho é a principal fonte de volumoso na dieta dos animais e somou custo anual de R\$ 56.985,50, com preços de R\$ 0,13/kg.

Outros insumos estratégicos também se destacam, como o sequestrante de microtoxina (R\$ 8.480,00), suplementos minerais (R\$ 3.082,50), pré-secado (R\$ 1.028,08), levedura (R\$ 1.800,00) e tamponante (R\$ 1.922,00). Além dos insumos nutricionais, os custos adicionais com medicamentos (R\$ 14.864,00), reprodução (R\$ 16.795,00) e ração pré-parto (R\$ 1.987,50) refletem os custos em saúde e genética. Esses itens representam os custos variáveis, que estão representados na tabela a seguir.

Tabela 2 - Custos Variáveis ano Base (2024)

| Item | QT / Vaca | R\$ /Kg | Kg Total | R\$ |
|-----------------------------------|-----------|---------|------------|-------------------|
| Sequestrante de Microtoxina | 12,00 | 14,13 | 600,00 | 8.480,00 |
| Ração | 2.806,00 | 1,76 | 140.300,00 | 246.928,00 |
| Silagem | 8.767,00 | 0,13 | 438.350,00 | 56.985,50 |
| Milho Moído | 182,50 | 1,51 | 9.125,00 | 13.778,75 |
| Suplementos Minerais | 36,40 | 6,85 | 1.820,00 | 12.467,00 |
| Pré-secado | 1.581,66 | 0,54 | 79.083,00 | 42.704,82 |
| Pastagem | | | | 18.226,00 |
| Levedura | | | | 13.176,00 |
| Tamponante | | | | 6.160,00 |
| Subtotal | | | | 418.906,07 |
| Medicamentos | | | | 14.464,00 |
| Reprodução | | | | 6.895,00 |
| Ração Pré-Parto | | | | 12.211,20 |
| Total Variáveis | | | | 452.476,27 |
| Custo Unitário (Vaca/Ano) | | | | 9.049,53 |
| Custo Unitário (Litro/Ano) | | | | 1,29 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os indicadores econômicos demonstram o custo variável unitário por vaca/ano foi de R\$ 9.049,53, enquanto o custo por litro de leite produzido foi de R\$ 1,29. Esses valores são considerados competitivos frente ao preço médio de venda do leite, garantindo margem operacional positiva e sustentabilidade financeira.

4.2.2 Custos Fixos

A análise dos custos fixos é fundamental para entender a estrutura financeira de um sistema produtivo, especialmente na pecuária leiteira, onde despesas recorrentes como salários, energia e serviços técnicos impactam diretamente na rentabilidade. A planilha apresentada detalha os principais componentes dos custos fixos em 2024, permitindo uma avaliação clara do impacto por vaca e por litro de leite produzido. A planilha de custos fixos referente ao ano de 2024 apresenta uma estrutura de custos fixos recorrentes da atividade leiteira. Os principais itens incluem consultoria veterinária (R\$ 6.048,00), combustível (R\$ 7.725,00), materiais de limpeza (R\$ 3.352,00), manutenções e outros gastos (R\$ 5.000,00), depreciação (R\$ 68.000,00), energia elétrica (R\$ 2.520,00), água (R\$ 665,00) e salários (R\$ 120.000,00). Esses valores totalizam R\$ 213.301,00 em custos fixos anuais, refletindo uma operação com estrutura consolidada e equipe profissionalizada. A seguir tabela com os custos fixos do ano 2024 e seus indicadores.

Tabela 3 - Custos Fixos Ano Base (2024)

| Itens | Valor (R\$) |
|----------------------------------------|--------------------|
| Consultoria veterinária | 6.048,00 |
| Combustível | 7.725,00 |
| Materiais de limpeza | 3.352,00 |
| Manutenção e outros gastos | 5.000,00 |
| Depreciação | 68.000,00 |
| Energia | 2.520,00 |
| Água | 665,00 |
| Salários | 120.000,00 |
| Total Custos Fixos | 213.310,00 |
| Impacto dos fixos por vaca/ano | 4.266,20 |
| Impacto dos fixos por litro/ano | 0,61 |

Fonte: Elaborado pelo Autor (2025)

O impacto desses custos por unidade produtiva é de R\$ 4.266,20 por vaca/ano e R\$ 0,61 por litro de leite. Quando somados aos custos variáveis já analisados anteriormente, o total geral da operação atinge R\$ 665.786,27, o que representa o custo total da produção anual.

Com base nesse montante, o custo total por vaca/ano é de R\$ 13.315,73 e o custo total por litro de leite produzido é de R\$ 1,90. Esses indicadores demonstram que, o sistema mantém viabilidade econômica, especialmente quando comparado ao preço médio de venda do leite, que gira em torno de R\$ 2,86 por litro. Isso garante uma margem operacional positiva e reforça a sustentabilidade financeira do projeto.

4.2.3 Despesas Administrativas e Financeiras

As despesas administrativas e financeiras totalizaram R\$ 48.969,36, sendo R\$ 29.604,86 de encargos financeiros e R\$ 19.364,50 referentes a despesas administrativas diretas (energia, água, seguros etc.). Esse montante representa aproximadamente 4,8% da receita bruta, o que está dentro dos limites de eficiência administrativa observados por Baldin (2014) em análises de empreendimentos rurais familiares.

4.2.4 Financiamentos

Atualmente, a propriedade possui dois financiamentos de longo prazo, sendo eles: máquinas e equipamentos com um investimento de R\$ 680.000,00 e taxa de juros de 5% a.a, com parcelas anuais de R\$ 97.142,86, totalizando R\$ 816.000,00 ao fim de sete anos. O segundo financiamento são os Painel fotovoltaico com o investimento de R\$ 132.000,00, com juros reduzidos de 0,5% a.a recurso com subsídio de juros via governo do estado, amortizado em 10 anos, totalizando R\$ 135.630,00.

4.2.5 Demonstrativo de Resultados

No aspecto comercial, o preço médio por litro praticado em Santa Catarina foi de R\$ 2,64, dados disponíveis pelo CEPEA (2024), porém, a propriedade do estudo obteve um valor pago por litro de 8,40% maior que a média do estado, devido aos incentivos praticados pelo laticínio que elevou o preço final por litro para R\$ 2,86. Esse acréscimo é resultado direto da qualidade do leite produzido, refletida em indicadores

como CCS e CBT e Sólidos Totais, com o preço final e a produção total de 350.750, a receita bruta totalizou R\$ 1.003.762,32.

Os custos variáveis, que incluem insumos como silagem, pré-secado, ração entre outros compõe a alimentação dos animais, além de, medicamentos e outros gastos que estão diretamente ligados à produção, totalizaram R\$ 452.476,27, o que representa 45,08% da receita bruta.

Após a dedução das despesas variáveis e dos custos operacionais, a margem de contribuição foi de R\$ 481.964,62, equivalente a 48,02% da receita bruta. Esse resultado indica que quase metade da receita está disponível para cobrir os custos fixos e gerar lucro.

Os custos fixos, que englobam despesas administrativas, manutenção de estrutura, energia, entre outros, somaram R\$ 213.310,00, enquanto as despesas fixas adicionais foram de R\$ 48.969,36. O demonstrativo econômico referente ao exercício de 2024 revela o desempenho da atividade leiteira da propriedade, com indicadores que apontam o controle de custos e capacidade de geração de lucro demonstrados na tabela 4 a seguir.

Tabela 4 - Demonstrativo de Resultado ano Base (2024)

| Item | Valor (R\$) |
|--------------------------------------------|--------------------|
| Receita Bruta | 1.003.762,32 |
| Despesas Variáveis | 69.321,43 |
| (-) Custos Variáveis | 452.476,27 |
| Margem de Contribuição | 481.964,62 |
| Custos Fixos | 213.310,00 |
| Despesas Fixas | 48.969,36 |
| Resultado Líquido | 219.685,26 |
| Geração de Lucro por Vaca | 4.393,71 |
| Geração de Lucro por Litro de Leite | 0,6263 |
| FLUXO DE CAIXA | |
| Resultado líquido | 219.685,26 |
| (+) Depreciações | 81.200,00 |
| (-) Amortizações | 110.342,86 |
| (=) Fluxo de Caixa Gerado | 190.542,40 |
| Geração de caixa / Vaca | 3.810,85 |
| Geração de caixa / litro | 0,5432 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O resultado líquido foi de R\$ 219.685,26, representando 21,89% da receita bruta. Esse índice demonstra que, após todos os custos e tributos, o projeto consegue gerar lucro expressivo, com potencial para reinvestimento.

Complementando a análise, os indicadores por unidade produtiva reforçam a viabilidade econômica do sistema: a geração de lucro por vaca foi de R\$ 4.393,71, e a geração de lucro por litro de leite foi de R\$ 0,6263.

4.3 PROJEÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA *FREE-STALL*

A projeção da implantação do sistema *free-stall* foi construída de forma escalonada, conforme a capacidade individual da propriedade de gerar novas

matrizes de leite. Ressalta-se que os resultados da análise de viabilidade econômica apresentados devem ser interpretados considerando que não foi incorporado o valor das novilhas e das novas matrizes ao cálculo econômico, o que confere ao estudo um caráter mais conservador. Dessa forma, a viabilidade observada reflete apenas o desempenho operacional do sistema de produção de leite.

4.3.1 Objetivo da Implementação

O objetivo da implementação do sistema *free-stall* é elevar a produtividade e a estabilidade da produção leiteira, focado na melhoria do bem-estar animal, eficiência alimentar e qualidade do leite, onde, propriedades com boas condições de ambiência, conforto térmico e manejo, aumentam produção diária por vaca. Assim, a implantação do *free-stall* foi planejada em três fases, projetadas para iniciar em janeiro de 2025.

4.3.2 Investimento necessário para a implantação do Sistema *Free-Stall*

O investimento inicial é uma etapa fundamental para garantir a estrutura física e operacional de um sistema produtivo eficiente. Aqui se apresenta os valores necessários para a implementação do projeto, contemplando a infraestrutura e equipamentos essenciais para o pleno funcionamento da atividade leiteira. A organização dos dados permite visualizar com clareza os custos por categoria e o impacto médio por animal.

O Tabela detalha os custos de implementação do projeto, divididos entre infraestrutura (barracão), equipamentos e máquinas. Na categoria de infraestrutura, os principais itens incluem a terraplanagem de 1.050 m² ao custo de R\$ 55,00/m², totalizando R\$ 57.750,00, além da estrutura de alvenaria estimada em R\$ 40.159,00. O uso de concreto usinado para as pistas e corredores de circulação foi considerado 45 m³ a R\$ 350,00/m³, que representa R\$ 15.750,00, enquanto a cobertura em aluzinco (320 m² a R\$ 159,00/m²) soma R\$ 50.880,00. A mão de obra, calculada sobre a mesma área da terraplanagem, tem custo de R\$ 110,00/m², totalizando R\$ 115.500,00, essa mão de obra é referente ao serviço prestado para construção da estrutura e instalação das máquinas e equipamentos somadas. A madeira é usada na estrutura do telhado e para algumas outras necessidades da obra, com custo total de

R\$ 18.000,00. O subtotal necessário para a construção da infraestrutura é de R\$ 298.039,00

Na categoria de equipamentos e máquinas, os canzís individuais são usados na pista de alimentação para conter o animal para a alimentação individual, e tem a necessidade de 100 unidades, com custo unitário de R\$ 520,00, totalizando R\$ 52.000,00, enquanto a estrutura galvanizada (12 unidades a R\$ 500,00) representa R\$ 6.000,00, essas estruturas são utilizadas para divisões de lote e portões necessários para a circulação e manejo. As contenções 2x10, em um conjunto único, usado na parte de ordenha, na contenção dos animais para esse manejo, essa estrutura é do mesmo material dos canzís, em aço galvanizado e têm custo de R\$ 23.000,00. A máquina de ordenha, tem valor de R\$ 82.630,00. Os ventiladores industriais, são calculados por metro quadrado, usados para resfriar os animais e controlar a temperatura do ambiente, foram considerados 24 unidades a R\$ 4.500,00 de ventiladores industriais, que totalizam R\$ 108.000,00, e o sistema de aspersão é responsável pela aspersão da água no rebanho na pista de alimentação para a troca térmica em épocas de altas temperaturas e tem custo de R\$ 25.000,00 com todos os componentes necessário. O subtotal dos equipamentos e máquinas é de R\$ 296.630,00.

O total geral do investimento é de R\$ 594.669,00, considerando um plantel de 100 vacas, o custo médio por animal é de R\$ 5.946,69, valor compatível com projetos voltados para alta produtividade. Esse investimento inicial é essencial para garantir eficiência e bem-estar animal. A Tabela 5 representa os valores a serem gastos para a implementação, considerando infraestrutura e equipamentos citados acima para o total funcionamento do projeto.

Tabela 5 - Investimento *Free-Stall*

| Item | Quantidade | Valor unitário (R\$) | Valor total (R\$) |
|-----------------------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Barracão | | | |
| Terraplanagem | 1.050 m ² | 55,00 | 57.750,00 |
| Estrutura de alvenaria | – | – | 40.159,00 |
| Concreto usinado | 45 m ³ | 350,00 | 15.750,00 |
| Cobertura em aluzinco | 320 m ² | 159,00 | 50.880,00 |
| Mão de obra | 1.050 m ² | 110,00 | 115.500,00 |
| Madeira estrutural | 12 m ³ | 1.500,00 | 18.000,00 |
| Subtotal Barracão | | | 298.039,00 |
| Equipamentos e Máquinas | | | |
| Canzis individuais | 100 un. | 520,00 | 52.000,00 |
| Estrutura galvanizada | 12 un. | 500,00 | 6.000,00 |
| Contenções 2x10 | 1 conjunto | 23.000,00 | 23.000,00 |
| Máquina de ordenha | 1 un. | 82.630,00 | 82.630,00 |
| Ventiladores industriais | 24 un. | 4.500,00 | 108.000,00 |
| Sistema de aspersão | 1 conjunto | 25.000,00 | 25.000,00 |
| Subtotal Equipamentos e Máquinas | | | 296.630,00 |
| Total do investimento | | | 594.669,00 |
| Terra | 31,5 hectares | 158.730 | 5.000.000 |
| Total Geral Do Investimento | | | 5.594.669,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.3.3 Planejamento Escalonado de Implementação

O processo de implantação foi dividido em três etapas principais ao longo de três anos, considerando o aumento gradual do rebanho representado na tabela 6 a seguir.

Tabela 6 - Etapas de implementação

| Etapa | Período estimado | Nº de vacas em lactação | Produção total estimada (L/ano) |
|--------------|-------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 2025 | 0 a 12 meses | 50-74 | 654.530,00 |
| 2026 | 13 a 24 meses | 75-92 | 871.263,00 |
| 2027 | 25 a 36 meses | 93-100 | 947.025,00 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O quadro demonstra a evolução produtiva projetada para a propriedade após a migração para o sistema de confinamento *free-stall*, organizada em três fases consecutivas, com duração total de 36 meses.

Ano 2025, a propriedade inicia a operação com 50 animais e estabelece 74 vacas em lactação até o final dos primeiros 12 meses, com média de 29 litros por vaca/dia. A produção total anual estimada nessa fase é de aproximadamente 654.530 litros.

Ano 2026, entre os 13 e 24 meses, ocorre a ampliação do rebanho para 92 vacas em lactação, com média de 31 litros/vaca/dia. A produção total anual estimada passa para 871.263 litros.

Ano 2027, de 25 a 36 meses, marca a plena operação do sistema *free-stall* completo, com 100 vacas em lactação, mantendo produtividade média de 31 litros/vaca/dia. Nesse estágio, a produção total anual projetada atinge 947.025 litros, consolidando um aumento de aproximadamente 35% em relação ao sistema anterior.

4.4 Dados produtivos projetado

A evolução entre os anos de 2024 e 2025, demonstrada por indicadores produtivos que refletem tanto a ampliação do rebanho quanto o aumento da eficiência produtiva dos animais, onde em 2024, o sistema contava com um total de 50 animais em lactação, número que foi ampliado para 74 em 2025, representando um

crescimento de 48% no número de animais em lactação na primeira fase da implementação. Essa expansão do plantel é devido aos investimentos da propriedade na recria dos bezerros provenientes dos partos das vacas que estão em lactação para o aumento e reposição dos animais que serão descartados.

Além do aumento do rebanho, houve uma melhora expressiva na produtividade individual das vacas. A média diária de produção por animal passou de 23 litros em 2024 para 29 litros em 2025, o que corresponde a um incremento de aproximadamente 26%. Essa evolução está associada a migração do sistema semi-intensivo para o *free-stall*, que tende a gerar um aumento médio de até 35% na produção de leite por vaca, resultado de um conjunto de fatores estruturais e de manejo que se complementam. A literatura demonstra que a ambiência térmica controlada, com uso de ventiladores e aspersores, reduz os efeitos do estresse calórico e preserva o consumo de matéria seca, evitando perdas de até 10% na produção quando comparado a ambientes sem refrigeração adequada (KOGIMA et al; 2022). Ao mesmo tempo, o padrão de alimentação no *free-stall*, com a oferta de dieta total misturada (TMR) e empurras frequentes de cocho, favorece ingestão estável e melhor conversão alimentar, podendo elevar o volume diário de leite em até 20% conforme observado por RAMOS (2016). Outro componente determinante é o aumento da frequência de ordenhas em propriedades que passam de duas para três ordenhas diárias, estudos relatam incrementos entre 9 % e 39 % na produção por vaca (ANDRADE et al; 2022). Esses três elementos, conforto térmico, regularidade alimentar e maior frequência de ordenha atuam de forma conjunta, proporcionando estabilidade fisiológica, menor variabilidade entre lotes e maior eficiência de conversão dos nutrientes em leite. Assim, o crescimento de aproximadamente 35% na produção projetada é considera como uma média dos fatores conjuntos. O número médio de dias em lactação por vaca foi mantido constante em ambos os anos, com 305 dias, para respeitar o período seco de cada ciclo produtivo da vaca que é de 60 dias. Essa estabilidade permite uma comparação direta entre os volumes totais de leite produzidos, sem interferência de variações no ciclo produtivo. Combinando o aumento no número de animais e na produtividade por vaca, a produção total anual de leite saltou de 350.750 litros em 2024 para 654.530 litros em 2025, o que representa um crescimento de 86,61% no volume produzido.

A tabela 7, demonstra os dados produtivos, nas projeções para 2025 até 2027.

Tabela 7 - Dados produtivos projetados

| Descrição | Valor | | |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| | 2025 | 2026 | 2027 |
| Dados de Produção | 2025 | 2026 | 2027 |
| Número de animais | 74 | 92 | 100 |
| Litros/vaca/dia | 29 | 31 | 31 |
| Dias em lactação/vaca | 305 | 305 | 305 |
| Total de litros produzidos | 654.530 | 871.263 | 947.025 |
| Bônus por qualidade | 8,40% | 9,09% | 9,84% |
| CBT Média | 10 | 10 | 10 |
| CCS Média | 249 | 199 | 149 |
| Sólidos Totais | 13.45 | 13.45 | 13.45 |

Elaborado pelo autor (2025)

Os dados produtivos estimam avanço produtivo da fase de intensificação da atividade, com foco na eficiência e na escala onde em 2025 tem-se o primeiro salto produtivo proveniente da adição de 24 animais em lactação, totalizando 74 nesse primeiro período. O bônus qualidade para esse ano foi mantido estável, já que não foi projetado melhoria de qualidade no primeiro ano de implementação.

Em 2026, a produção é impulsionada com o aumento de mais 18 animais, totalizando 92 vacas em lactação, representando um crescimento de 24% em relação ao ano anterior. Cada animal mantém uma produtividade média de 31 litros por dia, distribuídos ao longo de 305 dias de lactação, o que resulta em uma produção total anual superior a 870 mil litros de leite, com um avanço de mais de 33% na produção total comparado ao ano anterior da implementação do *free-stall*. Foi considerado um pequeno aumento no bônus qualidade, entendendo que a implementação gerou uma melhora pequena, porém relevante, no indicador CCS.

Em 2027, a operação leiteira entra em sua terceira fase com indicadores produtivos que refletem estabilidade eficiência do rebanho, composto por 100 vacas em lactação, número que representa um crescimento de 8,7% em relação ao período anterior. A produtividade individual das vacas permanece no patamar constante de 31

litros por vaca/ dia, nos mesmos 305 dias de lactação e a produção total anual alcança 947.025 litros de leite, nesse período foi também projetado uma melhora no indicador CSS, por fim, nesse período é alcançada a consolidação da operação com escala máxima alcançada.

4.4 Dados Financeiro Projetados

Abaixo na tabela 8, são expostos os dados projetados dos custos fixos e variáveis e alguns indicadores.

Tabela 8 - Custo Variável e Fixo Projetado

| CUSTOS VARIÁVEIS | | | | | | | | |
|----------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|
| Item | 2025 | | | | 2026 | | 2027 | |
| Prod. Litros | 654.530 | | | | 871.263 | | 947.025 | |
| Número vacas | 74,00 | | | | 92 | | 100 | |
| | Qt / vaca | R\$ / kg | Kg total | R\$ | KG TOTAL | R\$ | Kg total | R\$ |
| Sequestrante de Microtoxina | 12 | 14,13 | 888 | 12.550 | 1.104 | 15.603 | 1.200 | 16.960 |
| Ração | 2.806 | 1,76 | 207.644 | 365.453 | 258.152 | 454.347 | 280.600 | 493.856 |
| Silagem | 8.767 | 0,13 | 648.758 | 84.338 | 806.564 | 104.853 | 876.700 | 113.971 |
| Milho moído | 182 | 1,51 | 13.505 | 20.392 | 16.790 | 25.352 | 18.250 | 27.558 |
| Suplementos minerais | 36 | 6,85 | 2.693 | 18.451 | 3.348 | 22.939 | 3.640 | 24.934 |
| Pré-secado | 1.581 | 0,54 | 117.042 | 63.203 | 145.512 | 78.576 | 158.166 | 85.410 |
| Pastagem (custo próprio) | | | | 22.369 | | 22.369 | | 22.369 |
| Levedura | | | | 19.500 | | 24.243 | | 26.352 |
| Tamponante | | | | 9.116 | | 11.334 | | 12.320 |
| Medicamentos | | | | 21.406 | | 26.613 | | 28.928 |
| Reprodução | | | | 10.204 | | 12.686 | | 13.790 |
| Ração pré-parto | | | | 18.072 | | 22.468 | | 24.422 |
| Total | | | | 665.059 | | 821.389 | | 890.870 |
| Custo variável (vaca/ano) | | | | 8.987 | | 8.928 | | 8.909 |
| Custo variável (litro/ano) | | | | 1,02 | | 0,94 | | 0,94 |
| CUSTO FIXO | | | | | | | | |
| Consultoria veterinária | | | | 6.048 | | 9.072 | | 9.072 |
| Combustível | | | | 7.725 | | 10.042 | | 11.201 |
| Materiais de Limpeza | | | | 3.352 | | 5.028 | | 5.028 |
| Manutenções e outros gastos | | | | 5.000 | | 6.000 | | 6.500 |
| Depreciação | | | | 68.000 | | 112.564 | | 112.565 |
| Energia | | | | 2.520 | | 3.024 | | 3.024 |
| Água | | | | 665 | | 731 | | 732 |
| Salários | | | | 120.000 | | 168.000 | | 168.000 |
| Total FIXOS | | | | 213.310 | | 314.462 | | 316.122 |
| Impacto dos fixos por vaca/ano | | | | 4.266 | | 3.418 | | 3.161 |
| Impacto dos fixos por litro/ano | | | | 0,61 | | 0,36 | | 0,33 |
| | | | | R\$ | | R\$ | | R\$ |
| Total fixos + variáveis | | | | 665.786, | | 1.135.852, | | 1.206.991, |

| | | | |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Custos totais por vaca/ano | 13.315, | 12.346, | 12.069, |
| Custos totais por litro/ano | 1,90 | 1,30 | 1,27 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A análise dos custos da atividade leiteira entre 2025 e 2027 demonstra uma evolução consistente tanto na escala produtiva quanto na estrutura de gastos. Em 2025, a operação inicia com 654 mil litros produzidos e 74 vacas em lactação. Os custos variáveis representam a maior parcela da despesa total, especialmente ração, silagem e pré-secado, que formam a base alimentar do rebanho. Nesse ano, o custo variável totaliza R\$ 665 mil, com impacto de R\$ 8.987 por vaca ao ano e R\$ 1,02 por litro. Os custos fixos somam R\$ 213 mil, sendo salários e depreciação os principais componentes, resultando em impacto de R\$ 4.266 por vaca e R\$ 0,61 por litro.

Em 2026, com a expansão do rebanho para 92 vacas e produção aproximada de 871 mil litros, os custos variáveis atingem R\$ 821 mil, mantendo-se concentrados no tripé nutricional da propriedade. O custo por vaca recua para R\$ 8.928, e o custo por litro reduz para R\$ 0,94, evidenciando ganho de eficiência pela diluição dos gastos. Os custos fixos aumentam para R\$ 314 mil, principalmente pela elevação nos salários e na depreciação, porém o impacto por litro diminui para R\$ 0,36 devido ao maior volume produzido.

Na última fase, em 2027, a produção projetada chega a 947 mil litros com 100 vacas em lactação. Os custos variáveis totalizam R\$ 890 mil, refletindo o aumento proporcional da alimentação do rebanho, resultando em R\$ 8.909 por vaca/ano e R\$ 0,94 por litro. Os custos fixos somam R\$ 316 mil, com forte peso de salários e depreciação; ainda assim, o impacto individual diminui para R\$ 3.161 por vaca e R\$ 0,33 por litro, reforçando a diluição proporcionada pelo crescimento produtivo.

No geral, os três anos demonstram uma operação que cresce em escala, com custos variáveis se mantendo como principal componente da produção, enquanto os custos fixos são progressivamente diluídos.

4.6 Demonstrativo de resultado projetado

A tabela 9 condensa os dados do demonstrativo de resultado projetado para o exercício de 2025 a 2027.

Tabela 9 - Demonstração do Resultado e Fluxo de caixa

| Dados de Resultado Financeiro | | | |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| RESULTADOS | 2025 | 2026 | 2027 |
| | Valores R\$ | Valores R\$ | Valores R\$ |
| Litros/ano | 654.530 | 871.263 | 947.025 |
| Preço | 2,86 | 2,88 | 2,90 |
| Receita bruta | 1.873.107,77 | 2.509.237,44 | 2.746.372,50 |
| Despesas variáveis | 159.309,69 | 217.375,74 | 248.761,48 |
| Custos variáveis | 665.059,40 | 821.389,50 | 890.869,54 |
| Margem de contribuição | 1.048.738,68 | 1.470.472,20 | 1.606.741,48 |
| Custos fixos | 309.780,20 | 314.462,95 | 316.121,70 |
| Despesas fixas | 44.863,71 | 65.029,15 | 61.989,80 |
| Resultado líquido | 694.094,77 | 1.090.980,10 | 1.228.629,98 |
| Lucro por vaca | 9.379,66 | 11.858,48 | 12.286,30 |
| Lucro por litro | 1,060 | 1,2522 | 1,2974 |
| Fluxo de Caixa | | | |
| | 2025 | 2026 | 2027 |
| Inicial (Resultado líquido) | 694.094,77 | 1.090.980,10 | 1.228.629,98 |
| (-) Depreciações | 81.200,00 | 125.764,95 | 125.764,95 |
| (-) Amortizações | 110.342,86 | 169.809,76 | 169.809,76 |
| Fluxo de Caixa gerado | 664.951,91 | 1.046.935,30 | 1.184.585,17 |
| Geração de caixa por vaca | 8.985,84 | 11.379,73 | 11.845,85 |
| Geração de caixa por litro | R\$ 1,0159 | 1,2016 | 1,2508 |
| Fluxo de Caixa gerado (acumulado) | 664951,91 | 1711887,21 | 2896472,38 |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Apartir da decisão de manter o preço de referência do leite para os anos da projeção que se baseia na elevada volatilidade que historicamente caracteriza o setor leiteiro, especialmente no que se refere à formação de preços no mercado regional e nacional. A precificação do leite está sujeita a múltiplas variáveis, como oscilação nos custos de produção, variações climáticas, políticas de importação e exportação, além da dinâmica de oferta e demanda, que dificultam previsões confiáveis quanto a possíveis aumentos no valor do litro. Diante desse cenário de incerteza, optou-se por manter o preço médio praticado em Santa Catarina no ano anterior (R\$ 2,64/litro), acrescido do bônus por qualidade, como referência para as projeções financeiras e produtivas. Essa abordagem visa garantir maior segurança na elaboração dos cenários econômicos, evitando superestimações que poderiam comprometer a credibilidade dos resultados projetados. Além disso, a estabilidade no preço de venda

permite que os ganhos financeiros projetados estejam diretamente associados ao aumento da escala produtiva e da eficiência zootécnica, e não a fatores externos e imprevisíveis.

O demonstrativo de resultado financeiro de 2025, 2026 e 2027 sugerem a expansão da receita, aumento da eficiência produtiva e evolução positiva da lucratividade. A receita bruta apresenta elevação expressiva ao longo do período analisado com um aumento de 2,7 vezes comparado ao ano de 2024. Esses valores demonstram os resultados alcançados a partir da ampliação da produção, refletindo maior capacidade operacional da propriedade. Como resultado desse conjunto de fatores, o lucro líquido apresenta expressivo crescimento. Esse aumento demonstra que a atividade está se tornando progressivamente mais lucrativa, e essa evolução é reforçada pelos indicadores de desempenho por unidade produtiva. O lucro por vaca passa de R\$ 9.379,66 em 2025 para R\$ 12.286,30 em 2027, enquanto o lucro por litro segue tendência semelhante, subindo de 1,060 para 1,2974 no mesmo período. O fluxo de caixa também confirma a solidez financeira do sistema, demonstrando grande capacidade de geração de recursos próprios e fortalecimento da saúde financeira da atividade. Os indicadores de geração de caixa por vaca e por litro reforçam essa tendência, evidenciando aumento contínuo ao longo do período estudado.

4.7 Análise dos dados

A análise dos resultados foi desenvolvida a partir da comparação entre o cenário base (ano de 2024), em sistema semiconfinado, e as projeções de desempenho e rentabilidade obtidas com a implementação do sistema *free-stall* (2025,2026,2027). A interpretação integra aspectos produtivos e financeiros, buscando mensurar o impacto global da transição sobre a eficiência zootécnica e a sustentabilidade econômica da propriedade.

4.7.1 Análise Produtiva

Os resultados produtivos evidenciam ganhos expressivos de escala e eficiência após a migração para o sistema de confinamento total. No ano base de 2024, o

rebanho contava com 50 vacas em lactação, produzindo em média 23 litros por vaca/dia, totalizando 350.750 litros anuais. Com o início do sistema *free-stall*, o número de vacas em lactação passou para 74, e a produtividade individual subiu para 29 litros/vaca/dia, elevando a produção total anual para 654.530 litros, um crescimento de 86,6% em relação ao período anterior.

No ano de 2026, a expansão do rebanho e a consolidação da ambiência resultaram em 92 vacas em lactação com média de 31 litros/vaca/dia, alcançando 871.263 litros/ano, representando um incremento de 33% sobre 2025 e 149% sobre o cenário original.

Em 2027 alcança-se a capacidade máxima da operação, o total de vacas em lactação é de 100 animais com a mesma média da fase anterior de 31 litros/vaca/dia, com a produção total de 947.025 litros, com crescimento produto de 8,7% comparado ao ano de 2026.

Esses resultados comprovam que a intensificação via *free-stall* proporciona aumentos consistentes de produtividade, reflexo do controle térmico, da dieta total misturada (TMR) e da redução do estresse animal. De acordo com Andrade et al. (2022) e Bosetti (2017), tais fatores estão diretamente associados à elevação do consumo de matéria seca e à estabilidade das lactações, corroborando o desempenho observado. O avanço produtivo consolidado em três anos representa a capacidade de o sistema *free-stall* ampliar a eficiência sem depender exclusivamente da expansão de área ou de mão de obra, mas da otimização do uso de recursos técnicos e de manejo.

4.7.2 Análise Financeira

Do ponto de vista econômico, a transição para o sistema *free-stall* resultou em um salto significativo na rentabilidade da atividade. Em 2024, a receita bruta da propriedade foi de R\$ 1.003.762,32, com lucro líquido de R\$ 219.685,26, equivalente a 21,89% da receita total.

No primeiro ano do novo sistema (2025), a receita bruta atingiu R\$ 1.873.107,77, um aumento de 86,5%, acompanhando o crescimento da produção. Mesmo com a elevação dos custos operacionais, que totalizaram R\$ 974.839,60, a

margem líquida subiu para 37,06%, com lucro líquido de R\$ 694.094,77, representando um aumento de 216% sobre o ano base.

O indicador de lucro por vaca passou de R\$ 4.393,71 em 2024 para R\$ 9.379,66 em 2025, enquanto o lucro por litro evoluiu de R\$ 0,63 para R\$ 1,06, refletindo a diluição dos custos fixos e ganhos de escala.

Em 2026, a receita bruta projetada foi de R\$ 2.493.345,60, com lucro líquido de R\$ 1.076.464,98, equivalente a 43,17% da receita. Os custos totais representaram apenas 55% do faturamento, demonstrando maturidade operacional e estabilidade financeira do modelo intensivo.

Já no último ano da projeção, os resultados de crescimento foram uma margem de contribuição de 58%, que demonstra forte capacidade de gerar valor, com destaque no resultado líquido, que apresentou um salto expressivo de 544% em relação ao ano base, consolidando a operação como altamente lucrativa.

Os resultados financeiros confirmam que, embora o sistema *free-stall* demande alto investimento inicial, a eficiência produtiva obtida garante retorno rápido e margens superiores às observadas no sistema semiconfinado.

4.7.3 Indicadores de Viabilidade Econômica

Com base no fluxo de caixa projetado e no investimento total de R\$ 594.669,00, foram calculados os principais indicadores de viabilidade financeira: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback e Índice de Lucratividade (IL). Para o cálculo, adotou-se uma taxa mínima de atratividade (TMA) de 10% ao ano, valor coerente com as linhas de crédito rural e o risco do setor. A tabela 10 demonstra os resultados dos indicadores utilizados para analisar a viabilidade.

Tabela 10 - Indicadores de viabilidade

| Indicadores | |
|---------------------------|------------------|
| VPL | R\$ 1.057.240,00 |
| TIR | 28,4% ao ano |
| <i>Payback</i> simples | 2,3 anos |
| <i>Payback</i> descontado | 2,6 anos |

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A positividade do VPL e a TIR significativamente superior à TMA indicam que o investimento é altamente atrativo, gerando retorno superior às alternativas de aplicação financeira. O Payback inferior a três anos demonstra a rápida recuperação do capital investido, reforçando a viabilidade do projeto.

Conforme Assaf Neto (2008), valores de TIR acima de 20% caracterizam investimentos de alta viabilidade. Assim, os indicadores confirmam que a implantação do sistema *free-stall* representa uma decisão financeiramente segura, com capacidade de gerar lucros sustentáveis em médio prazo.

Diante dos resultados financeiros projetados ao longo do período de análise, torna-se essencial avaliar a rentabilidade do investimento realizado. Considerando o valor total aplicado de R\$ 5.000.000,00, o quadro a seguir apresenta a relação entre o fluxo de caixa gerado e o capital investido, permitindo verificar o desempenho econômico do projeto e sua viabilidade ao longo dos anos.

Tabela 11 - Rentabilidade

| Ano | Fluxo de Caixa Gerado (R\$) | Rentabilidade (%) |
|------|-----------------------------|-------------------|
| 2024 | 220.548,50 | 4,41% |
| 2025 | 663.897,92 | 13,28% |
| 2026 | 1.046.935,30 | 20,94% |
| 2027 | 1.184.585,17 | 23,69% |

Fonte: elaborado pelo autor (2025)

A partir dos dados apresentados, observa-se uma evolução significativa da rentabilidade ao longo dos anos: Em 2024, o projeto ainda está em fase inicial, com retorno modesto de 4,41%, o que é comum em empreendimentos agropecuários que exigem maturação. Já em 2025, a rentabilidade salta para 13,28%, indicando maior eficiência operacional e retorno sobre os ativos. Em 2026 e 2027, o projeto atinge patamares elevados de rentabilidade (20,94% e 23,69%, respectivamente), o que demonstra excelente desempenho financeiro e viabilidade econômica.

Com base nos dados projetados, o investimento de R\$ 5 milhões apresenta uma curva de retorno crescente e sólida. A partir de 2025, o projeto supera os patamares mínimos esperados de rentabilidade no setor agropecuário, tornando-se altamente atrativo. Se mantido esse desempenho, o retorno acumulado em quatro anos ultrapassa R\$ 3,1 milhões, o que representa 62,32% do valor investido aproximando-se do ponto de equilíbrio e consolidando a sustentabilidade financeira do negócio.

4.8 Discussão Geral dos Resultados

A comparação entre os cenários evidencia que a adoção do sistema *free-stall* não apenas aumenta a produtividade e o lucro líquido, mas também melhora a previsibilidade financeira e a sustentabilidade técnica da propriedade. O aumento de mais de 270% no volume de leite, aliado à elevação de 554% no lucro líquido entre 2024 e 2027, comprova o impacto positivo da implementação do sistema. Sob o ponto de vista de gestão, a integração entre controle de custos, eficiência alimentar e ambiente térmico adequado demonstrou ser determinante para a rentabilidade. A diluição dos custos fixos e o maior aproveitamento da estrutura refletem ganhos de escala típicos de sistemas confinados bem manejados, conforme defendem Embrapa (2023) e CEPEA (2024). Além da viabilidade financeira, a migração para o *free-stall* melhora os aspectos de bem-estar animal e sanidade, reduzindo perdas por descarte precoce e elevando a longevidade produtiva do rebanho, fatores que garantem sustentabilidade de longo prazo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada ao longo deste estudo permitiu compreender com profundidade as características técnicas e operacionais do sistema de confinamento free-stall, evidenciando sua aplicabilidade na bovinocultura leiteira como alternativa moderna e eficiente para propriedades que buscam elevar seus índices produtivos. O sistema se destaca por oferecer baias individuais para descanso, pista de trato coberta, controle sanitário e térmico, além de permitir maior precisão no manejo nutricional. Esses elementos, conforme demonstrado, contribuem diretamente para o aumento da produtividade, redução do estresse animal e melhoria da qualidade do leite.

No que se refere aos indicadores de viabilidade financeira e produtiva, foram descritos e aplicados os principais instrumentos de análise, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Payback e a Rentabilidade. Esses indicadores permitiram mensurar o retorno esperado do investimento, o tempo de recuperação do capital e a eficiência econômica do projeto. A fórmula de rentabilidade aplicada, por exemplo, demonstrou que o fluxo de caixa gerado ao longo dos quatro anos projetados apresenta crescimento consistente, com rentabilidade anual variando de 4,41% em 2024 para 23,69% em 2027, o que reforça a atratividade do investimento frente ao capital aplicado.

O estudo de caso realizado em uma propriedade rural situada no município de Nova Erechim, Santa Catarina, possibilitou a comparação entre o modelo atual de produção semi-intensivo e o cenário projetado com a implementação do sistema *free-stall*. A situação atual, marcada por alternância entre pasto e cocho, apresenta limitações quanto ao controle nutricional, ambiência e sanidade, refletindo em produtividade moderada e maior vulnerabilidade às variações climáticas. A projeção estruturada com o *free-stall*, por sua vez, indicou ganhos significativos em produção por vaca, estabilidade zootécnica e eficiência no uso dos recursos, além de permitir melhor gestão dos resíduos e do espaço físico da propriedade.

Por fim, a análise de viabilidade financeira demonstrou que, apesar do elevado investimento inicial estimado em mais de R\$ 5.000.000,00, o projeto apresenta retorno acumulado de R\$ 3.115.965 em quatro anos, o que representa 62,32% do valor

investido. A evolução dos indicadores financeiros ao longo do período analisado confirma que o sistema *free-stall* é economicamente viável e produtivamente vantajoso para a realidade da propriedade estudada, desde que acompanhado de planejamento técnico, capacitação da equipe e gestão eficiente dos recursos.

Dessa forma, conclui-se que a transição do modelo tradicional para o sistema *free-stall* é uma estratégia promissora, capaz de promover maior rentabilidade, sustentabilidade e competitividade à atividade leiteira familiar, contribuindo para o fortalecimento da produção rural e para a valorização da agricultura regional.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. F. de; SOUZA, P. R.; PEREIRA, M. A. Sistema free-stall: ambiência, manejo e desempenho produtivo na bovinocultura leiteira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 51, n. 4, p. 1-14, 2022.
- BALDIN, N. **Gestão financeira e análise de investimentos no agronegócio**. São Paulo: Atlas, 2014.
- BALDUÍNO, C. A. Controle térmico e eficiência produtiva em confinamentos de bovinos leiteiros. **Revista de Engenharia Rural**, v. 12, n. 1, p. 55-68, 2025.
- BORNIA, A. C. **Análise gerencial de custos: aplicações em empresas modernas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- BOSETTI, J. **Ambiência e bem-estar animal em sistemas de confinamento de vacas leiteiras**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2017.
- BRITO, L. F. Comparação entre sistemas de produção compost barn e free-stall na bovinocultura leiteira. **Revista Campo & Negócios**, v. 18, n. 2, p. 45-58, 2016.
- CAMARGO, A. C. de. **Confinamento em Free Stall**. São Carlos: Embrapa, s.d. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1145292/1/ConfinamentoFreeStall-2.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- CEPEA/ESALQ/USP. **Boletim do Leite: custos e rentabilidade da pecuária leiteira no Brasil – 2024**. Piracicaba: CEPEA, 2024. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/>. Acesso em: 15 out. 2025.
- CLEMENTE, A.; HESPANHOL, A. N. Gestão de custos e desempenho econômico na pecuária leiteira. **Revista de Administração Rural e Agroindustrial**, v. 1, n. 2, p. 25-40, 2009.
- COOPERATIVA AGROPECUÁRIA VALE DO RIO DOCE. O uso de semiconfinamento para gado de leite. 2023. Disponível em: <https://cooperativa.coop.br/o-uso-de-semiconfinamento-para-gado-de-leite/>. Acesso em: 16 nov. 2025.
- DAMASCENO, F. A. **Eficiência produtiva de sistemas intensivos de leite**. Londrina: IAPAR, 2012.
- EDUCAPOINT. Compost Barn: projeto e execução adequados. 2023. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/v2/conteudo/pecuaria-leite/compost-barn>. Acesso em: 16 nov. 2025.
- EDUCAPOINT. Confinamento em Free Stall: projeto e execução adequados. 2023. Disponível em: <https://www.educapoint.com.br/v2/conteudo/pecuaria-leite/confinamento-free-stall>. Acesso em: 15 nov. 2025.
- EMBRAPA. **Indicadores de eficiência na produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016.

EMBRAPA. **Eficiência alimentar em sistemas de produção de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018.

EMBRAPA GADO DE LEITE. **Sistemas de produção de leite: indicadores e boas práticas**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-leite>. Acesso em: 20 out. 2025.

FAEP – Federação da Agricultura do Estado do Paraná. **Custos de produção e sistemas de manejo na pecuária leiteira**. Curitiba: FAEP, 2017.

FERREIRA, A. M.; MARTINS, P. C. Viabilidade econômica de sistemas intensivos de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, e20190310, 2020.

FONSECA, F. G. **Contabilidade rural e gestão de custos na atividade leiteira**. Belo Horizonte: UFMG, 2022.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL. **Gestão sustentável e crédito rural: guia para o produtor familiar**. Brasília: FBB, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Pecuária Municipal 2023: produção de leite no Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Diagnóstico da pecuária leiteira no Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2009.

KOGIMA, C. N.; SILVA, J. F.; OLIVEIRA, R. A. Efeitos do estresse térmico sobre o desempenho de vacas leiteiras confinadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 74, n. 3, p. 611-620, 2022.

MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. **Panorama da cadeia produtiva do leite no Brasil 2023**. Brasília: MAPA, 2023.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 nov. 2018.

MELLO, F.; SCHMIDT, C. A. Gestão técnica e econômica na bovinocultura leiteira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 2, p. 347-365, 2017.

MORAES, L. P. **Sistemas de manejo na pecuária leiteira: fundamentos técnicos e produtivos**. Porto Alegre: UFRGS, 2015.

PILATTI, A. Comparativo de desempenho entre sistemas compost barn e free-stall. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 30, n. 3, p. 62-73, 2017.

RAMOS, R. F. Impacto da frequência de ordenhas na produtividade de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 38, n. 1, p. 19-27, 2016.

REHAGRO. Free-Stall: o que você precisa saber para implantar esse sistema. **Rehagro Blog**, 2023. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/free-stall>. Acesso em: 15 nov. 2025.

REHAGRO. Compost Barn: o que é e como elaborar esse sistema. **Rehagro Blog**, 2023. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/compost-barn-o-que-e-e-como-fazer/>. Acesso em: 16 nov. 2025.

REIS, R. P.; SILVA, C. M.; OLIVEIRA, M. G. Indicadores econômicos para análise de investimentos agropecuários. **Revista de Administração Rural**, v. 8, n. 2, p. 121-134, 2011.

SANTOS, G. T.; BIANCHINI, A. Gestão da atividade leiteira: custos, indicadores e sustentabilidade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 59, n. 3, p. 421-439, 2021.

SAWATZKY, M. Sistemas intensivos de confinamento e bem-estar animal. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 101-118, 2016.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Sistema 298 Compost Barn: ventilação, manejo da cama e tecnologias envolvidas. Brasília: SENAR, 2022. Disponível em: https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/pdf/298_CartilhaSenar-1.pdf. Acesso em: 16 nov. 2025.

SIQUEIRA, L. P. **Sistemas de confinamento na bovinocultura de leite**. Uberaba: Epamig, 2016.

TAVARES, L. S.; MENDONÇA, D. R.; FERREIRA, E. A. Sustentabilidade e emissões em confinamentos leiteiros. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 13, n. 2, p. 22-38, 2023.

VIANA, J. G.; FERRAS, R. Planejamento financeiro de sistemas intensivos de produção leiteira. **Revista de Administração Rural**, v. 8, n. 1, p. 45-60, 2007.

WAGNER, J.; SOUZA, D.; LOPES, M. **Indicadores financeiros aplicados à pecuária leiteira**. São Paulo: Atlas, 2010.

ZOCCAL, R. **Tendências tecnológicas e de gestão na pecuária leiteira brasileira**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2017.