



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



ARTHUR DA COSTA E SILVA LIMA

**PREDIÇÃO DE EQUAÇÕES ECONÔMICAS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO
NA PRODUÇÃO DE BEZERRAS LEITEIRAS A PASTO**

**Corrente
2025**



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



ARTHUR DA COSTA E SILVA LIMA

**PREDIÇÃO DE EQUAÇÕES ECONÔMICAS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO
NA PRODUÇÃO DE BEZERRAS LEITEIRAS A PASTO**

Trabalho apresentado como pré-requisito
para avaliação e obtenção de nota na
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso
do Curso de Bacharelado em Zootecnia, da
Universidade Estadual do Piauí – UESPI,
Campus Jesualdo Cavalcanti.
Orientador (a) Prof.: Dr. Hermógenes
Almeida de Santana Júnior

**Corrente
2025**



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI
CONSELHO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



RESOLUÇÃO CEPEX 014 de 13/05/2011 e 17ª Reunião Ordinária do Colegiado de Curso em
20/04/2017

ANEXO B

Aos dezoito dias do mês de novembro de 2025, às 09:00 horas, no sala 04 na UAB, na presença da banca examinadora, presidida pelo(a) professor(a) Hermógenes Almeida de Santana Júnior e composta pelos seguintes membros: 1) Elizângela Oliveira Cardoso Santana e 2) Breno Souza e Silva, o aluno(a) **Arthur da Costa e Silva Lima** apresentou o **Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Zootecnia** como elemento curricular indispensável à colação de grau, tendo como título: **Predição de equações econômicas como ferramenta de gestão na produção de bezerras leiteiras a pasto.**

A banca examinadora reunida em sessão reservada deliberou e decidiu pelo resultado **8,50 (oito inteiros e cinquenta décimos)** ora formalmente divulgado ao aluno e aos demais participantes, e eu professor(a) Hermógenes Almeida de Santana Júnior na qualidade de presidente da banca, lavrei a presente ata, que será assinada por mim, pelos demais membros e pelo(a) aluno(a) apresentador do trabalho.

Observação: *O aluno deverá ser receptivo as sugestões da banca, conforme anuência do orientador, e entregar a versão final em até 15 dias, sujeito as penalidades vigentes. Obrigatoriamente, o candidato deverá atender as Normas para TCC e ESO aprovadas na 7ª Reunião Extraordinária de Colegiado de Curso em 31/07/2017.*

Assinaturas:

gov.br
HERMOGENES ALMEIDA DE SANTANA JUNIOR
Data: 02/12/2025 10:38:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

1 – Presidente da Banca Examinadora: _____

Documento assinado digitalmente

2 – Membro da Banca Examinadora: _____

gov.br
BRENO SOUZA E SILVA
Data: 02/12/2025 10:52:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

3 – Membro da Banca Examinadora: _____

gov.br
Documentado assinado digitalmente
ELIZANGELA OLIVEIRA CARDOSO SANTANA
Data: 02/12/2025 11:05:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

4 – Aluno(a): _____

gov.br
Documentado assinado digitalmente
ARTHUR DA COSTA E SILVA LIMA
Data: 02/12/2025 12:13:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão
Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina/PI, CEP: 64.002-150
Fone: (86) 3213 - 8080 Fax: (86) 3213 - 7392



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, antes de tudo, a Deus, fonte de força, sabedoria e luz em cada passo desta caminhada acadêmica. À Universidade Estadual do Piauí (UESPI), ao curso de Zootecnia e a todos os professores que participaram da minha formação, deixo minha homenagem pelo conhecimento compartilhado e pela base sólida que possibilitou meu crescimento profissional e pessoal.

Estendo esta dedicatória ao meu orientador, Hermógenes Santana, que me acolheu com paciência e generosidade, concedendo-me a oportunidade e o direcionamento necessários ao desenvolvimento deste trabalho. Dedico também aos meus pais, João Lima e Maria Luiza, pelo amor incondicional e pela confiança que sustentou meus passos ao longo de toda a jornada acadêmica. À dona Zelinda e ao senhor Franquimar, expresso meu carinho pelo acolhimento e cuidado durante o período da graduação, tornando essa etapa mais leve, humana e especial.

Aos amigos que a universidade me presenteou, especialmente Luan e Levi, estendo minha gratidão pela amizade, parceria e companheirismo que tornaram o percurso mais alegre e significativo. Por fim, dedico esta obra a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação pessoal e profissional, pois cada gesto, conselho, incentivo e oportunidade foi essencial para que eu chegasse até aqui. A todos, minha eterna gratidão.



GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA



AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por guiar meus passos, à UESPI, ao curso de Zootecnia e aos professores pela formação recebida. Sou grato ao meu orientador, Hermógenes Santana, pelo apoio, e aos meus pais, João Lima e Maria Luiza, pelo amor e incentivo. Agradeço também à dona Zelinda e ao senhor Franquimar pelo acolhimento, e aos amigos Luan e Levi pela parceria durante a graduação. Por fim, deixo minha gratidão a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para minha trajetória. Muito obrigado!



RESUMO

LIMA, Arthur da Costa e Silva. **Predição de equações econômicas como ferramenta de gestão na produção de bezerras leiteiras a pasto.** Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente, 2025.

Objetivou-se avaliar a utilização de equações econômicas como ferramenta de gestão na criação de bezerras leiteiras mantidas a pasto, buscando relacionar indicadores produtivos ao retorno financeiro da atividade. Utilizaram-se dados provenientes de dois experimentos com 40 repetições, conduzidos em sistema de pastejo em área cultivada com capim Massai e Mandante, onde foram mensurados consumo de matéria seca, ganho médio diário, custos de alimentação, rentabilidade e variáveis zootécnicas. As análises estatísticas foram realizadas por meio de correlação de Pearson e regressão, permitindo a formulação de equações econômicas baseadas em indicadores com alta significância. Os resultados demonstraram forte associação entre desempenho animal e retorno monetário, destacando-se o ganho médio diário e o consumo de matéria seca como fatores decisivos para elevação do valor presente líquido. A análise evidenciou que melhorias nutricionais, manejo eficiente e equilíbrio entre custo e resposta produtiva maximizam a rentabilidade do sistema. Observou-se que aumento no peso corporal, crescimento acelerado, melhor aproveitamento de volumoso e investimento controlado em alimentação refletiram diretamente no acréscimo econômico da atividade, indicando que a utilização de modelos matemáticos pode auxiliar na tomada de decisão, previsão de cenários e definição de estratégias de produção mais rentáveis. Conclui-se que a predição de equações econômicas representa ferramenta robusta e aplicável ao planejamento da recria em sistemas leiteiros, contribuindo para segurança financeira e eficiência produtiva.

Palavras-chave: Bovino de leite. Economia. Equações produtivas. Manejo econômico. Valor presente líquido.



ABSTRACT

LIMA, Arthur da Costa e Silva. **Prediction of economic equations as a management tool in the production of pasture-raised dairy heifers.** Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Corrente, 2025.

Objective evaluate the use of economic equations as a management tool in the rearing of pasture-raised dairy heifers, seeking to relate productive indicators to the financial return of the activity. The research used data from two experiments with 40 repetitions, conducted under grazing conditions in areas planted with Massai and mandante grasses, where dry matter intake, average daily gain, feeding costs, profitability, and zootechnical variables were measured. Statistical analyses were performed using Pearson correlation and regression, enabling the development of economic equations based on highly significant indicators. The results showed a strong association between animal performance and monetary return, with average daily gain and dry matter intake standing out as decisive factors for increasing net present value. The analysis indicated that nutritional improvement, efficient management, and balance between cost and productive response maximize system profitability. Increases in body weight, accelerated growth, greater forage utilization, and controlled investment in feeding reflected directly in the economic gain of the system, demonstrating that mathematical models can support decision-making, scenario forecasting, and the design of more profitable production strategies. It is concluded that the prediction of economic equations is a robust and applicable tool for planning heifer development in dairy systems, contributing to financial security and productive efficiency.

Keywords: Dairy cattle. Economic management. Net present value.. Productive equations.



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4. CONCLUSÃO	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura de leite exerce um papel fundamental no setor agropecuário brasileiro, sendo responsável pela geração de empregos, renda e pelo fornecimento de um alimento de elevado valor biológico ao mercado interno e externo (BARROS et al., 2022; LEITE et al., 2023). O Brasil figura entre os maiores produtores de leite do mundo e vem ampliando de forma contínua sua produção nos últimos anos (IBGE, 2024). Segundo De Oliveira (2024), esse incremento produtivo é resultado da combinação entre recursos naturais favoráveis, avanços tecnológicos e melhoramento genético, fatores que, aliados, fortalecem a competitividade do setor.

Entre essas fases, destaca-se a recria de bezerras leiteiras, etapa determinante para o futuro desempenho produtivo, reprodutivo e financeiro das matrizes (UHRINCAT et al., 2021). O manejo nutricional e sanitário adequado nessa etapa reflete no ganho de peso, na idade ao primeiro parto, na longevidade produtiva e na rentabilidade total do sistema. Em sistemas a pasto, realidade predominante no Brasil, o desafio consiste em equilibrar custos reduzidos com eficiência produtiva, o que reforça a necessidade de técnicas de gestão embasadas em indicadores técnicos e econômicos (COSTA FILHO et al., 2024).

Nesse contexto, o uso de modelos quantitativos e ferramentas financeiras tem se destacado como estratégia essencial para otimizar resultados (BEZAT-JARZĘBOWSKA, WŁODZIMIERZ, 2025). Equações matemáticas baseadas em indicadores produtivos permitem simular cenários, projetar o consumo de matéria seca (CMS), o ganho médio diário (GMD) e o custo de alimentação, fornecendo subsídios para decisões mais assertivas no manejo alimentar e estrutural do rebanho (BASSOTTO et al., 2025). Paralelamente, métricas econômicas permitem avaliar o desempenho financeiro do sistema e seu retorno real ao longo do tempo (COELHO et al., 2022).

Entre essas métricas, o Valor Presente Líquido (VPL) se destaca como indicador estratégico para mensurar a viabilidade econômica de sistemas de produção de bezerras leiteiras (SOUZA, SOUZA, 2023). O VPL possibilita trazer para o valor atual os fluxos futuros de receitas e custos, descontados a uma taxa definida, permitindo determinar se a atividade oferece retorno financeiro superior ao investimento realizado (ROMANSIN et al., 2022). Quando positivo, o VPL indica que o sistema é economicamente atrativo; quando negativo, revela inviabilidade financeira (BRUHN et al., 2017).

Diante disso, objetivou-se avaliar as predições de equações econômicas como ferramenta de gestão na produção de bezerras leiteiras a pasto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Comitê de Ética no Uso dos Animal (CEUA) da Universidade Estadual do Piauí - UESPI, avaliou e aprovou a pesquisa científica sob o protocolo nº. 006708/2021-84.

Foi utilizado o banco de dados do Grupo de Pesquisa, cadastrado no CNPq, “Produção Animal e Forragicultura no Piauí”, composto de dois experimentos com bezerras leiteiras a pasto, totalizando 40 repetições.

A fase de campo foi desenvolvida na Fazenda Uberlândia, localizada no município de Parnaíba, região do Cerrado do Estado do Piauí. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical sazonal sub-úmido seco (Aw). Foi utilizada uma área de 20 hectares cultivada com capim Massai (*Megathyrsus maximum* cv. Massai) e capim Mandante (*Echinochloa polystachya*), subdivididas em 8 piquetes.

No 105º dia experimental foi estimado a produção fecal pelo LIPE® (Lignina isolada e purificada de eucalipto) de 500 mg como indicador externo, fornecido diariamente uma cápsula após o fornecimento de concentrado durante sete dias, sendo três dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes. As fezes foram coletadas uma vez ao dia no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria à -10°C.

Para determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), as amostras da forragem, das fezes e dos concentrados foram incubados no rúmen de cinco animais fistulados por 264 horas (CASALI et al., 2008), tendo o resíduo como indigestível. A digestibilidade aparente e o consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir da produção fecal, verificada com auxílio de LIPE® como indicador externo e da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno.

O consumo de MS foi obtido através da seguinte equação:

$$CMS = \{[(PF * CIFZ) - IS]/CIFR\} + CMSS$$

Em que CMS é o consumo de matéria seca (kg.dia⁻¹); PF é a produção fecal (kg.dia⁻¹); CIFZ concentração do indicador presente nas fezes (kg.kg⁻¹); IS é o indicador presente no suplemento (kg.dia⁻¹); CIFR é a concentração do indicador presente na forragem (kg.kg⁻¹) e o CMSS que é o consumo de matéria seca do suplemento (kg.dia⁻¹).

As análises laboratoriais do pasto foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Piauí – UESPI, Campus de Corrente/PI. As análises de matéria seca (MS; método 967.03), proteína bruta (PB; método 981,10), extrato etéreo (EE; método 920,29), conforme AOAC (2012).

A conversão alimentar (CA) foi estimada pela relação consumo de alimento e desempenho animal, pela equação:

$$CA = \frac{CDMS}{GMD}$$

Sendo: CDMS = consumo diário de matéria seca, e GMD = ganho médio diário.

A produção de leite foi avaliada no intermédio da fase de cria (105 dias de idade).

Para a análise marginal, foi adotado o método de orçamento parcial, considerando-se os elementos que variam com a produção de bezerros e com o sistema de criação. Os custos foram obtidos durante o experimento.

A taxa de retorno marginal (TRM) foi calculada conforme metodologia proposta por Evans (2005) que compõe a fórmula: $TRM = (RMCA_{\text{padrão}} - CTA_{\text{padrão}} / CTA_{\text{teste}} - CTA_{\text{padrão}}) * 100$.

Como indicadores produtivos e econômicos foram utilizados: peso corporal da bezerra (PC), ganho médio diário da bezerra (GMD), conversão alimentar (CA), consumo diário de leite (Cleite), consumo de matéria seca do leite (CMSleite), consumo de matéria seca da forragem (CMSf), consumo de matéria seca (CMS), consumo de nutrientes digestíveis totais do leite (CNDTleite), consumo de proteína do leite (CPBleite), custo total com alimentação (CTA), receita menos custo com alimentação (RMCA), taxa de retorno marginal (TRM), renda bruta (RB), custo variável (CV), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total (CT), custo por arroba, margem líquida (ML), relação custo operacional efetivo e custo total (COE/CT), relação custo operacional efeito com renda bruta (COE/RB) e relação custo com alimentação com custo operacional efetivo (Ali/COE).

Como indicadores de avaliação econômica foi utilizado o valor presente líquido a 6% a.a. (VPL).

Inicialmente foram realizadas análises de correlações de Pearson utilizando o teste “t”, e posteriormente, as correlações com significância ($P < 0,05$) e correlação alta ($|r| \geq 0,7$) foram preditas as equações, pelo método de regressão, processadas pelo Programa SAEG – Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, considerando a significância igual a 0,05.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve correlação alta ($r > 0,7$ ou $r < -0,7$) entre o peso corporal (PC), ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca da forragem (CMSf), consumo de matéria seca total (CMST), custo total com alimentação (CTA), receita menos custo com alimentação (RMCA), taxa de

retorno marginal (TRM), renda bruta com a venda (RBVB), custo variável (CV), custo operacional efetivo (COE), custo operacional total (COT), custo total (CT) com os animais ($P < 0,05$).

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma das métricas mais importantes e amplamente utilizadas na análise de investimentos, pois tem como principal função calcular o valor atual de uma série de fluxos de caixa futuros, descontados por meio de uma taxa que corresponde ao custo de capital ou à taxa mínima de atratividade do projeto (SUBIĆ, NIKOLIĆ, 2020; SOUSA et al., 2024). No contexto da produção animal, o VPL se destaca como uma ferramenta financeira, já que não apenas compara receitas e despesas, mas também considera o efeito do tempo sobre o valor do dinheiro, permitindo avaliar com maior precisão a atratividade econômica de um sistema produtivo (MAZWAN et al., 2021).

O GMD precoce tem impacto positiva em melhoras da VPL, isso ocorre devido ao fato de que com um maior ganho de peso, o animal atinge mais rápido a sua puberdade, tornando o animal produtivo mais precocemente, dessa forma, gerando renda para a fazenda (GUEVARA-ESCOBAR et al., 2024). Estudos experimentais observaram que um maior ganho pré desmame tem correlação com um melhor desempenho posterior, com isso, estratégias que possibilitem maior ganho GMD tem muitas vantagens quando comparadas com outras de menor GMD, (HAYES et al., 2021).

Um aspecto que reforça as equações sobre consumo de forragem e consumo de MS total, é que essas duas variáveis possuem uma grande correlação com o desempenho animal, com isso, tendo impacto direto na rentabilidade do sistema, consequentemente na VPL (RIBEIRO FILHO et al., 2009; JEZEQUEL et al., 2024). Estudos sobre consumo por parte do animal mostram que CMS explica a maior parte de variação no desempenho em diferentes condições (GURGEL et al., 2023). Dessa forma, melhorar a qualidade do volumoso e manter a sua disponibilidade dentro do ideal e fazer com que o animal aumente o consumo voluntário de volumoso sem aumentar o desperdício são estratégias que possibilitam um aumento na VPL (COSTA et al., 2025).

Esse comportamento é coerente com o que se observa nos modelos matemáticos apresentados:

$$\textbf{Equação 1: } VPL = 1,6787 * PC - 9,4567 \text{ (} r^2 = 0,9965 \text{)}$$

A partir da correlação entre a VPL e PC foi predito a equação 1. Na equação a cada quilograma (kg) de aumento na relação no peso corporal da bezerra, corresponde a um aumento de 1,68% na VPL. Sendo assim, uma bezerra com desmame de 30 kg adicionais (1 arroba)

representa um diferencial de 50,36% de elevação no VPL, o que pode representar uma elevação atrativa.

Esse resultado está alinhado com resultados da literatura, que associam maior peso inicial, ou peso ao desmame/peso corporal de entrada, a melhor performance produtiva. Por exemplo, no experimento conduzido por Norman et al (2023), novilhas com peso inicial elevado (≈ 356 kg) apresentaram peso final e peso de carcaça ajustado cerca de 13,1 % e 13,4 % superiores, respectivamente, quando comparados com animais de peso inicial mais leve (≈ 273 kg).

$$\textbf{Equação 2: } VPL = 358,61 * GMD + 36,124 (r^2 = 0,9953)$$

A partir da correlação entre a VPL e GMD foi predito a equação 2. Na equação a cada 0,650 quilograma (kg) de GMD, corresponde a um aumento de 233% na VPL. Isso sugere que a eficiência na construção tecidual durante a fase de cria tem impacto direto e expressivo sobre a rentabilidade do sistema (FERRAZ et al., 2023).

Bezerras com um GMD elevado tendem a atingir o peso necessário para entrada na puberdade de forma antecipada, possibilitando que a novilha seja coberta entre 15 e 18 meses e alcance o primeiro parto aos 24–27 meses, reduzindo o período improdutivo do sistema (PEREIRA et al., 2017). Esse avanço reprodutivo, decorrente da maior taxa de crescimento e desenvolvimento estrutural, resulta em diminuição dos custos de manutenção por animal e maior retorno econômico ao produtor, como também observado por Miszura et al. (2021) ao demonstrarem que bezerras com maior taxa de ganho atingem a puberdade mais cedo.

$$\textbf{Equação 3: } VPL = 67,148 * CMS_{forragem} - 9,4567 (r^2 = 0,9965)$$

A partir da correlação entre a VPL e CMS_{forragem} foi predito a equação 3. A equação indica que para cada quilo adicional de consumo da forragem, a VPL aumenta R\$ 67,15, ou seja, a utilização adequada da forragem está profundamente ligada a lucratividade em sistemas de produção de bezerros. O alto coeficiente de determinação ($r^2 = 0,9965$), indica que 99,65% da variação da VPL está associada ao consumo da forragem, mostrando a confiabilidade da equação.

Essa relação intuitiva tem respaldo na literatura, onde o consumo de forragem adequado está associado a um melhor ambiente ruminal, consequente a isso, o animal se desenvolve mais rápido, chegando ao peso de entrar em produção em menor tempo, tendo a sua precocidade sexual acelerada, consequentemente gerando mais lucro para a fazenda, com uma melhor VPL (SANTOS et al., 2017).

Equação 4: $VPL = 35,907 * CMST + 108,91$ ($r^2 = 0,7106$)

A partir da correlação entre a VPL e CMST foi predito a equação 4. A equação nos mostra que para cada quilograma de MS consumida, a um acréscimo em torno de R\$ 35,91 reais na VPL. O coeficiente de determinação indica que 71,06% das situações produtivas a VPL será predita por esta equação.

Dessa forma, o consumo de matéria seca (MS) assume papel na rentabilidade de sistemas de criação de bezerras, visto que maiores níveis de ingestão estão diretamente ligados ao aumento de ganho médio diário, desenvolvimento corporal e retorno econômico. Estudos demonstram que incrementos no CMS resultam em respostas produtivas consistentes: cada 1 kg/dia adicional de DMI pode elevar o ganho de peso entre 120 e 200 g/d em bovinos jovens (SILVA et al., 2019), enquanto Gurgel et al. (2023) verificaram que o CMS foi o principal preditor de desempenho em vacas leiteiras, explicando grande parte da variação produtiva no rebanho. Esses achados dialogam com o comportamento descrito na equação, sugerindo que maior consumo de MS tende a gerar maior VPL, desde que associado a pastagens de qualidade e oferta contínua de forragem.

Equação 5: $VPL = 0,9986 * CTV + 10,076$ ($r^2 = 0,9675$)

A partir da correlação entre a VPL e CTV foi predito a equação 5. Na equação 5, para cada uma unidade de moeda corrente CTV, observou-se um aumento de aproximadamente R\$ 0,99 na VPL. Ou seja, esse número indica que existe uma relação quase que proporcional entre o custo variável e a rentabilidade do sistema de produção. O coeficiente de determinação mostra que 96,75% da variação na VPL é devido a variação no CTV, indicando uma grande correlação entre a CTV e a VPL.

O resultado nos mostra que os investimentos em CTV se bem planejados podem trazer bons retornos financeiros aos sistemas de produção, dessa forma, um maior investimento em insumos e manejo pode gerar bons retornos financeiros, quando consegue-se manter a eficiência de produção do sistema (LENGOABALA et al., 2023).

Equação 6: $VPL = 1,0142 * CTA + 4,1582$ ($r^2 = 0,5618$)

A partir da correlação entre a VPL e CTA foi predito a equação 6. A equação mostra que a cada um real (R\$ 1,00) investido na alimentação dos animais, tem-se um aumento de 1,01 reais na VPL, indicando uma relação entre um aumento no investimento em alimentação e uma maior rentabilidade do sistema de produção.

Entretanto, é importante destacar que maior gasto não implica automaticamente maior retorno. Ferraz et al. (2023) demonstram que o benefício econômico só se concretiza quando o

investimento alimentar resulta em melhoria efetiva no desempenho animal, crescimento adequado e antecipação da idade ao primeiro parto.

Equação 7: $VPL = 0,063 * RBVB - 9,4567 (r^2 = 0,9965)$

A partir da correlação entre a VPL e RBVB foi predito a equação 7. A equação indica que a cada 1 real a mais no valor de venda da bezerra, a VPL tem um acréscimo de R\$ 0,06 centavos, indicando uma correlação direta entre um aumento no valor de venda do animal e a VPL.

Resultados semelhantes são observados em simulações econômicas de sistemas de cria. Em estudo de Figueirinha et al (2018), um incremento de apenas R\$ 0,20/kg no preço de venda de bezerros, R\$ 0,30/kg para bezerras e R\$ 0,10/kg para vacas de descarte (aproximadamente 5% de aumento no preço) elevou a receita anual total para R\$ 301.200,00, demonstrando que pequenas variações positivas no preço de venda ao kg vivo geram acréscimos expressivos na receita do sistema de cria.

Equação 8: $VPL = 0,067 * RMCA - 9,9288 (r^2 = 0,9974)$

A partir da correlação entre a VPL e RMCA foi predito a equação 8. A equação indica que para cada 1 real adicionado a RMCA a VPL aumenta em R\$ 0,067 centavos, esse resultado mostra uma correlação positiva entre VPL e RMCA, havendo um impacto econômico positivo na VPL com o aumento da RMCA.

Essa equação sugere que formas de aumentar a margem entre receita gerada e custo com alimentação sejam por meio de melhor eficiência alimentar ou redução do desperdício e são essenciais para aumentar a VPL do sistema de produção. Portanto, uma boa gestão da alimentação dos animais seja na escolha dos nutrientes, armazenamento, fornecimento e consumo são essenciais para uma boa VPL (SILVA et al., 2019).

Equação 9: $VPL = 0,9986 * CV - 718,89 (r^2 = 0,9675)$

A partir da correlação entre a VPL e CV foi estimada a Equação 9, a qual demonstra que, para cada R\$ 1,00 investido em custos variáveis, há um retorno aproximado de R\$ 0,99 para o sistema produtivo. Esse resultado indica que praticamente toda a fração investida em CV é convertida em receita, evidenciando que o desempenho econômico do sistema está fortemente condicionado à qualidade e ao direcionamento dos investimentos variáveis, especialmente aqueles ligados à alimentação, suplementação e manejo operacional (FOURESTIER et al., 2021). Esse comportamento é coerente com achados de Gonçalves et al (2020) que indicam que sistemas com melhor alocação de capital produtivo, especialmente na fase nutricional, tendem a apresentar maior eficiência marginal de retorno.

Equação 10: $VPL = 1,0142 * COE - 871,53$ ($r^2 = 0,9618$)

A partir da correlação entre a VPL e COE foi predito a equação 10, onde aponta que a cada 1 real adicionado ao custo operacional efetivo, a VPL aumenta em R\$1,01 mostrando uma correlação positiva entre as variáveis, esse indicador também mostra um bom ajuste do modelo.

Esse comportamento é compatível com tendências documentadas, conforme estudo realizado por Reis et al. (2023) demonstraram que melhorias na eficiência alimentar reduzem o custo por quilo de ganho e aumentam a margem econômica final do sistema, reforçando que o controle de despesas operacionais, principalmente com alimentação, impacta diretamente o retorno financeiro.

Equação 11: $VPL = 1,9515 * CT + 687,35$ ($r^2 = 0,9928$)

A partir da correlação entre a VPL e CT foi predito a equação 11. A equação 11 mostra que a cada 1 real adicionado no CT, se tem um aumento de R\$ 1,95 na VPL, indicando uma correlação positiva entre as variáveis, e mostrando que o aumento do custo está sendo recompensado com um aumento no retorno.

Estudos como o de Gastal-Monteiro et al. (2022) mostram que ao otimizar dieta e reduzir desperdício, o custo variável por arroba produzida pode cair em até 15%, favorecendo o resultado econômico. Isso reforça que a correlação positiva entre CT e VPL depende de uma gestão eficiente, investimento em insumos e manejo deve ser acompanhado de estratégia de alimentação, monitoramento de consumo e eficiência zootécnica para que o aumento do custo reflita em retorno real, e não apenas em maior gasto.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que as equações apresentadas permitem prever o impacto econômico de mudanças produtivas na criação de bezerras. Podem ser usadas para simular cenários e orientar decisões de manejo, desde que aplicadas em sistemas de produção similar. Assim, tornam o processo mais seguro, reduzindo incertezas e direcionando decisões que elevam a rentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 19. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC International, 2012. 3000p.

BARROS, M. V.; SALVADOR, R.; MACIEL, A. M.; FERREIRA, M. B.; DE PAULA, V. R.; DE FRANCISCO, A. C.; ROCHA, C. H. B.; PIEKARSKI, C. M. An analysis of Brazilian raw cow milk production systems in the context of sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 379, p. 134831, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134831> .Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134831> . Acesso em: 22 nov. 2025.

BASSOTTO, L. C.; LOPES, M. A.; BENEDICTO, G. C. Milk price variation on the economic performance of dairy farms in Minas Gerais. **Brazilian Business Review (BBR)**, e20231454, 2025. DOI: 10.18231/bbr2025. e20231454. Disponível em: <https://www.bbronline.com.br/index.php/bbr/article/view/838/1276>. Acesso em: 24 nov. 2025.

BEZAT-JARZĘBOWSKA, A.; et al. Modeling the Profitability of Milk Production — A Simulation Approach. **Agriculture**, v. 15, n. 13, 1409, 2025. DOI: 10.3390/agriculture15131409. Disponível em: <https://www.mdpi.com/20770472/15/13/1409>. Acesso em: 26 nov. 2025.

BRUHN, F. R. P.; LOPES, M. A.; MORAES, F. de; PERES, A. A. de C. Technical and economic indices that determine the profitability of milk production systems participating in the “Full Bucket” program. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 4, p. 1905–1916, 2017. DOI: 10.5433/16790359.2017v38n4p1905. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/25445/21368>. Acesso em: 26 nov. 2025.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre as estimativas das frações indigestíveis da matéria seca de alimentos e fezes bovinas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1199-1206, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000700026.

COELHO, L. C.; LOPES, M. A.; TEIXEIRA JÚNIOR, F. E. P. Custo de produção e análise de rentabilidade da atividade leiteira: estudo de caso em uma propriedade assistida pelo Programa Minas Leite. **HOLOS**, 2022. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5823>. Acesso em: 25 nov. 2025.

COSTA FILHO, F. C. de O.; ARAÚJO, K. C. de. Manejo de bezerras e o benefício para uma futura matriz. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE**, v. 10, n. 11, nov. 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i11.16867. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/16867/9404/40746>. Acesso em: 26 nov. 2025.

COSTA, D. A.; CARNEIRO, J. C.; LOPES, F. C. F.; SOUZA, C. L.; MOREIRA, G. R.; SALIBA, E. O. S.; FIGUEIREDO, M. R. P.; AMARAL, L. S. do. External markers for the estimation of intake by dairy cows in feedlots. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 25, e-77289E, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v25e-77289E>. Acesso em: 20 nov. 2025.

DE OLIVEIRA, A. M.; SANTOS, M. A. S. de; SILVA, J. A. R. de; SANTOS, W. M. de; RODRIGUES, T. C. G. de C.; SILVA, W. C. de; HAMID, S. S.; LOURENÇO-JÚNIOR, J. de B. Distribuição espacial e fontes de crescimento da pecuária leiteira no Estado do Pará, Brasil. **Sustainability**, v. 16, n. 1, p. 122, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/su16010122>. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su16010122>. Acesso em: 24 nov. 2025.

FERRAZ, M. V. C.; SANTOS, M. H.; OLIVEIRA, G. B.; POLIZEL, D. M.; BARROSO, J. P. R.; NOGUEIRA, G. P.; GOUVÊA, V. N.; CARVALHO, P. H. V.; BIAVA, J. S.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V. Effect of growth rates on hormonal and pubertal status in Nellore heifers early weaned. **Tropical Animal Health and Production**, v. 55, p. 189, 2023. DOI: 10.1007/s11250-023-03588-2.

FIGUEIRINHA, F.; SIÑUELO, A. C.; MARTINS, G.; SCHERER, N. P.; SOARES, M. E. M.; MACIEL, A. Simulação da lucratividade em sistema de cria de bovinos de corte na Campanha Gaúcha. **Anais do 10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão – SIEPE**, Santana do Livramento, Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, 06–08 nov. 2018.

GONÇALVES, P. R.; DIAS, E. F.; BATISTA, L. F.; NOGUEIRA, M. S.; SALIBA, E. O. S. Nutritional management, feed efficiency and economic returns in beef cattle feedlot systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 49, e20190023, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/rbz4920190023>.

GUEVARA-ESCOBAR, A.; CERVANTES-JIMÉNEZ, M.; LEMUS-RAMÍREZ, V.; GARCÍA-MUÑIZ, J. G.; YABUTA OSORIO, A. K. First lactation milk yield predicted by the heifer's growth curve derivatives. *Dairy*, v. 5, n. 2, p. 239248, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/dairy5020020>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2624-862X/5/2/20>. Acesso em: 21 nov. 2025.

GURGEL, A. L. C.; SANTOS, G. T. dos; ÍTAVO, L. C. V.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIFANTE, G. dos S.; DIAS, A. M.; LONGHINI, V. Z.; DIAS-SILVA, T. P.; ARAÚJO, M. J. de; EMERENCIANO NETO, J. V. Modelos matemáticos para prever a ingestão de matéria seca e a produção de leite por vacas leiteiras gerenciadas em condições tropicais. **Agriculture**, Basel, v. 13, n. 7, art. 1446, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture13071446>. Acesso em: 27 nov. 2025.

HAYES, C. J.; McALOON, C. G.; KELLY, E. T.; CARTY, C. I.; RYAN, E. G.; MEE, J. F.; O'GRADY, L. The effect of dairy heifer pre-breeding growth rate on first lactation milk yield in spring-calving, pasture-based herds. **Animal**, v. 15, p. 100169, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100169>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731120301713>. Acesso em: 27 nov. 2025.

IBGE. Produção de leite no Brasil – série histórica e dados recentes. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9209-pesquisa-trimestral-do-leite.html>. Acesso em: 27 nov. 2025.

JEZEQUEL, A.; SILVA, F. C.; OLIVEIRA, R. O.; SOUZA, S. M.; COSTA, G. M.; et al. Intake profile, milk production, and energy balance of early-lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.202400834>. Disponível em: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(24\)00834-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(24)00834-8/fulltext). Acesso em: 20 nov. 2025.

LEITE, A. E. L. M.; ALVES, E. S. A.; MELO, F. P.; BARROSO, I. C. G. P.; SOARES, A. F.; IMAZAKI, P. H. D.; MEDEIROS, E. S. Overview of the milk production chain in Brazil: development and perspectives. **Multidisciplinary Scientific Journal Núcleo do Conhecimento**, v. 8, n. 3, p. 170185, 2023..Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/biology/milk-production>. Acesso em: 21 nov. 2025.

LENGOABALA, K.; MAKHURA, M.; OLUWATAYO, I. Implications of FMD on livestock value chain activities within municipalities in Limpopo, Mpumalanga, and KwaZulu-Natal provinces of South Africa. 2023 Seventh AAAE / 60th AEASA Conference, Durban, 18–21 set. 2023. **African Association of Agricultural Economists**. DOI: 10.22004/ag.econ.365898.

MAZWAN, M. Z.; WINDIANA, L.; MANDASARI, M. Financial Analysis of Dairy Cattle Farming (Case Study in Pujon District, Malang Regency, Indonesia). **International Journal of Managerial Studies and Research (IJMSR)**, v. 9, n. 2, p. 11–17, 2021. DOI: <https://doi.org/10.20431/23490349.0902002>. Disponível em: <https://eprints.umm.ac.id/15731/1/Mazwan%20Windiana%20Mandasari%20%20Feasibility%20Study%20Cattle%20farming%20Dairy%20Business.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

MISZURA, A. A.; FERRAZ, M. V. C.; CARDOSO, R. C.; POLIZEL, D. M.; OLIVEIRA, G. B.; BARROSO, J. P. R.; LOBATO, L. G. M.; NOGUEIRA, G. P.; BIAVA, J. S.; FERREIRA, E. M.; PIRES, A. V. Implications of growth rates and compensatory growth on puberty attainment in Nelore heifers. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 74, p. 106526, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106526>. Acesso em: 19 nov. 2025.

NORMAN, T. C.; DeHAAN, E. R.; FRANCIS, F. L.; RUSCHE, W. C.; SMITH, Z. K. Effect of lighter and heavier initial weight on growth performance and carcass traits of single-source beef steers. *Animals*, v. 14, n. 4, art. 567, 2024. Disponível em <https://doi.org/10.3390/ani14040567>. Acesso em: 27 nov. 2025.

PEREIRA, G. R.; BARCELLOS, J. O. J.; SESSIM, A. G.; TAROUÇO, J. U.; FEIJÓ, F. D.; BRACCINI, J.; PRATES, Ê. R.; CANOZZI, M. E. A. Relationship of post-weaning growth and age at puberty in crossbred beef heifers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 5, p. 413–420, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902017000500007>.

REIS, B. Q.; SILVA, E.; BERNARDES, E.; SARTURI, J. O. Economic assessment of beef cattle backgrounding in Brazil at pre and during the Covid-19 pandemic. **Journal of Animal Science**, v. 101, suppl. 1, p. 9091, 2023. Disponível em <https://doi.org/10.1093/jas/skad068.107>. Acesso em 27 nov. 2025.

RIBEIRO FILHO, H. M. N.; HEYDT, M. S.; BAADE, E. A. S.; THALER NETO, A. Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p. 2038-2044, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S151635982009001000026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/xcpqQN4F8Nz5qy5yJSHdsnK/>. Acesso em: 27 nov. 2025.

ROMANSIN, A.; KRUGER, S. D.; ZANIN, A.; SANTOS, E. A. Viabilidade da produção leiteira: uma análise aplicada em uma propriedade rural familiar. **Revista Gestão e Secretariado (GeSec)**, v. 13, n. 3, p. 644-662, 2022. DOI: 10.7769/gesec.v13i3.1326. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/365751124_Viabilidade_da_producao_leiteira_uma_analise_aplicada_em_uma_propriedade_rural_familiar. Acesso em: 22 nov. 2025.

SILVA, S. P. da; FARIA, C. U. de; CUNHA, A. C. R. da; FERREIRA, A. M. S.; PAULA, J. M. C.; FELIPE, E. F. Ingestão de matéria seca observada e prevista pelos sistemas nutricionais NRC e BR-Corte para novilhas Nelore de confinamento alimentadas com produtos de ração humana. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 6 Supl. 2, p. 3157–3166, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p3157>.

SOUSA, F. V. de; SANTANA JÚNIOR, H. A.; SANTANA, E. O. C.; MENDES, F. B. L.; SOUZA, B. S.; SILVA, A. B. da. Estimation of economic equations as a management tool in

feedlot dairy farming. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 46, n. 1, e60415, 2024. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.60415>. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/60415>. Acesso em: 25 nov. 2025.

SOUZA, R. de J.; SOUZA, L. G. A. de. Análise da viabilidade da pecuária de leite a pasto: aplicação de fluxo de caixa descontado e indicadores econômicos. **Eco. Reg.**, v. 11, n. 3, p. 424444, 2023 Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/ecoreg/article/download/48314/49318/257911>. Acesso em: 21 nov. 2025.

SUBIĆ, J.; NASTIĆ, L.; ROLJEVIĆ NIKOLIĆ, S. Economic effects of investment in dairy farming. **Western Balkan Journal of Agricultural Economics and Rural Development**, v. 2, n. 2, p. 135146, 2020. DOI: 10.5937/WBJAE2002135S. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347920916_Economic_effects_of_investment_in_dairy_farming. Acesso em: 22 nov. 2025.

UHRINCAT, M.; BROUČEK, J.; HANUS, A.; KIŠAČ, P. Effect of raising dairy heifers on their performance and reproduction after 12 months. **Agriculture**, v. 11, n. 10, p. 973, 2021. DOI: 10.3390/agriculture11100973. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture11100973>. Acesso em: 26 nov. 2025.