

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BAMBUÍ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PAULO JOSÉ DE BARROS COSTA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DA
INTEGRAÇÃO ENTRE A FÁBRICA DE RAÇÃO E A SUINOCULTURA NO IFMG –
CAMPUS BAMBUÍ**

BambuÍ

2025

PAULO JOSÉ DE BARROS COSTA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DA
INTEGRAÇÃO ENTRE A FÁBRICA DE RAÇÃO E A SUINOCULTURA NO IFMG –
CAMPUS BAMBUÍ**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Engenharia de Produção do IFMG – *Campus*
BambuÍ como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador (a): Prof. Dr. Carlos Roberto de
Sousa Costa

BambuÍ

2025

Catalogação na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

C837a Costa, Paulo José de Barros.
Avaliação da viabilidade operacional e econômica da integração entre a fábrica de ração e a suinocultura no IFMG – Campus Bambuí. / Paulo José de Barros Costa. – 2026.
44 f.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Roberto de Sousa Costa.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Bacharelado em Engenharia de Produção, 2026.

1. Viabilidade operacional. 2. Viabilidade econômica. 3. Integração de processos. I. Costa, Carlos Roberto de Sousa. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. III. Título.

CDD 636.4

Elaborada por Douglas Bernardes de Castro- CRB-6/2802



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS**

Campus Bambuí

Diretoria de Ensino

Departamento de Engenharia e Computação

Faz. Varginha - Rodovia Bambuí/Medeiros - Km 05 - Caixa Postal 05 - CEP 38900-000 - Bambuí - MG
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

PAULO JOSÉ DE BARROS COSTA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE OPERACIONAL E ECONÔMICA DA INTEGRAÇÃO
ENTRE A FÁBRICA DE RAÇÃO E A SUÍNOCULTURA NO IFMG - CAMPUS
BAMBUÍ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Bambuí para obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 15/07/2026 pela banca examinadora:

Bambuí, 15 de julho de 2026.



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Roberto de Sousa Costa, Professor**, em 15/07/2026, às 16:23, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Lorena Lima Rabelo, Professora Substituta**, em 15/07/2026, às 16:25, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Dedico este Trabalho de Conclusão de Curso a minha família, principalmente ao meu pai Antônio Wilson Costa e minha mãe Eliana de Barros Costa, meu irmão Marcos Augusto de Barros Costa e minha irmã Maria Alice de Barros Costa.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus, que me guiou e iluminou no caminho para me tornar um bom profissional. Por meio de sua sabedoria, recebi as bênçãos e a direção necessárias para alcançar meus objetivos.

Agradeço, de coração, a duas pessoas extraordinárias: Antônio Wilson Costa e Eliana de Barros Costa. Por meio de seus esforços incansáveis e de seus belos exemplos, eles me proporcionaram uma educação de altíssima qualidade e os alicerces que levarei para toda a vida. É com imenso orgulho que dedico este diploma aos meus pais, pilares fundamentais da minha formação, cujo apoio incondicional foi decisivo em cada etapa dessa jornada.

Estendo também meus sinceros agradecimentos aos professores, que dentro de suas possibilidades e limites, transmitiram conhecimentos valiosos e foram essenciais para minha formação profissional. Sou igualmente grato à Instituição, pela estrutura e pelos recursos disponibilizados, que viabilizaram um ambiente adequado ao aprendizado e ao crescimento intelectual. Registro ainda minha gratidão a todos os profissionais da faculdade que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Agradeço, de maneira especial, aos colegas de ensino, cuja convivência diária tanto contribuiu para meu crescimento. As experiências compartilhadas fortaleceram meu amadurecimento pessoal e acadêmico, permitindo-me refletir, evoluir e aprimorar meus comportamentos e pensamentos ao longo dessa trajetória. Suas influências tornaram-se marcas significativas em minha formação.

Por fim, dedico todo o conhecimento aqui construído à minha família — meus pais, Antônio Wilson Costa e Eliana de Barros Costa, e meus irmãos, Marcos Augusto de Barros Costa e Maria Alice de Barros Costa — que representam minha maior motivação. Eles são os grandes responsáveis por cada conquista e por toda a trajetória que me trouxe até aqui.

Não chores, meu filho; Não chores meu filho, que
a vida é luta renhida: Viver é lutar, a vida é
combate, que os fracos abate, que os fortes, os
bravos, só pode exaltar.

Antônio Gonçalves Dias

RESUMO

Este trabalho avaliou a viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG - Campus Bambuí. O estudo justifica-se pela necessidade de esses setores, fundamentais para o tripé ensino-pesquisa-extensão, equilibrarem sua missão educacional com a sustentabilidade operacional e financeira, um desafio recorrente em instituições federais de ensino. O problema de pesquisa investigou como essa integração pode conciliar eficiência produtiva e finalidade acadêmica de forma sinérgica. O objetivo geral consistiu em avaliar essa viabilidade e propor estratégias para otimizar recursos, aumentar a eficiência e fortalecer o papel dos setores como laboratórios de apoio à formação discente. Para tanto, os objetivos específicos incluíram mapear os processos produtivos, levantar a estrutura de custos, avaliar a capacidade instalada, analisar os benefícios da integração e propor melhorias na gestão. A pesquisa caracterizou-se como aplicada, quali-quantitativa, descritiva e exploratória, configurando um estudo de caso no IFMG - Campus Bambuí. A coleta de dados combinou análise documental (relatórios, custos), entrevistas semiestruturadas com gestores e técnicos, observação direta e mapeamento de processos. Os dados foram analisados por meio de análise de conteúdo (dados qualitativos), cálculo de indicadores de custo e eficiência (dados quantitativos) e avaliação multicritério para consolidar uma visão integrada dos aspectos operacionais, econômicos e acadêmicos. Os resultados oferecem um diagnóstico robusto e subsidiam a tomada de decisão gerencial, propondo um modelo de gestão que garante a perenidade e o crescimento sustentável desses setores estratégicos.

Palavras-chave: Viabilidade Operacional. Viabilidade Econômica. Integração de Processos. IFMG Bambuí. Sustentabilidade Acadêmica.

ABSTRACT

This study evaluated the operational and economic feasibility of integrating the Feed Factory and Swine Production sectors at IFMG - Bambuí Campus. The study is justified by the need for these sectors, which are fundamental to the teaching-research-extension tripod, to balance their educational mission with operational and financial sustainability, a recurring challenge in federal educational institutions. The research problem investigated how this integration can reconcile productive efficiency and academic purpose in a synergistic way. The general objective was to evaluate this feasibility and propose strategies to optimize resources, increase efficiency, and strengthen the role of these sectors as support laboratories for student education. To achieve this, the specific objectives included mapping production processes, identifying cost structures, evaluating installed capacity, analyzing the benefits of integration, and proposing improvements in The research was characterized as applied, quali-quantitative, descriptive, and exploratory, configuring a case study at IFMG - Bambuí Campus. Data collection combined document analysis (reports and costs), semi-structured interviews with managers and technicians, direct observation, and process The data were analyzed through content analysis (qualitative data), calculation of cost and efficiency indicators (quantitative data), and multicriteria evaluation to consolidate an integrated view of operational, economic, and academic aspects.mapping.management. The results provide a robust diagnosis and support managerial decision-making, proposing a management model that ensures the continuity and sustainable growth of these strategic sectors.

Keywords: Operational Feasibility. Economic Feasibility. Process Integration. IFMG Bambuí. Academic Sustainability.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Problema	11
1.2 Objetivos	11
1.2.1 Objetivo Geral	12
1.2.2 Objetivos Específicos	12
1.3 Justificativa	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Gestão de operações em cadeias produtivas integradas	14
2.1.1 Fundamentos da gestão de operações em arranjos produtivos.....	14
2.1.2 Especificidades de sistemas integrados em Instituições de Ensino	15
2.2 Gestão de cadeias de suprimentos em sistemas integrados	15
2.2.1 Sinergias operacionais em cadeias produtivas verticais	15
2.3 Sustentabilidade financeira em sistemas integrados	16
2.3.1 Economicidade em arranjos produtivos educacionais.....	16
2.3.2 Análise de viabilidade econômica para integração	16
2.4 Sustentabilidade acadêmica da integração	17
2.4.1 Integração entre cadeia produtiva e processos educativos.....	17
2.5 Abordagem da sustentabilidade integrada	17
2.5.1 Adaptação do triplo resultado para sistemas integrados.....	17
2.6 Gestão de custos e eficiência operacional integrada	17
2.6.1 Métodos de custeio para sistemas integrados	18
2.6.2 Indicadores de Eficiência Operacional Integrada	18
2.7 Modelo conceitual integrado	18
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	20
3.1 Tipo de Pesquisa	20
3.2 Local da Pesquisa	21
3.3 Público-Alvo e Amostra	21
3.4 Procedimentos e Técnicas de Coleta de Dados	22
3.4.1 Mapeamento de Processos Produtivos	22
3.4.2 Observação Direta Não Participante	22
3.5 Instrumentos de Pesquisa.....	22
3.6 Técnicas de Análise e Tratamento de Dados	23

3.6.1 Análise Qualitativa	23
3.6.2 Análise Quantitativa	23
3.6.3 Análise de Viabilidade Econômica.....	23
3.6.4 Triangulação de Dados.....	24
3.7 Ferramentas Computacionais.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 Resultados dos Dados de Entrada da Fábrica de Rações	25
4.1.1 Dados Gerais dos Insumos	27
4.1.2 Análise da Composição dos Custos dos Insumos	28
4.1.3 Variação dos Dados de Entrada.....	28
4.1.4 Discussão dos Resultados.....	28
4.2 Análise da Produção de Rações da Fábrica	29
4.2.1 Capacidade Produtiva e Utilização	31
4.2.2 Custo de Energia Elétrica da Produção.....	32
4.2.3 Custo da Mão de Obra	32
4.2.4 Custo Real das Rações Produzidas	33
4.2.5 Análise Geral da Eficiência Produtiva da Fábrica	33
4.2.6 Relação Direta com a Suinocultura.....	34
4.3 Resultados da Suinocultura.....	34
4.4 Integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

A integração entre unidades produtivas em instituições de ensino representa uma estratégia relevante para alinhar atividades acadêmicas à eficiência operacional e à sustentabilidade econômica. No contexto dos Institutos Federais, estruturas como a Fábrica de Ração e a Suinocultura desempenham papel fundamental no suporte ao ensino, à pesquisa e à extensão, atuando como ambientes práticos de aprendizagem e experimentação.

No IFMG – Campus Bambuí, essas unidades produtivas são reconhecidas como espaços pedagógicos essenciais, contribuindo diretamente para a formação técnica e profissional dos discentes. Além disso, tais estruturas possuem potencial para geração de excedentes produtivos, o que reforça a necessidade de uma gestão eficiente e integrada.

No âmbito da suinocultura, estudos evidenciam que a análise detalhada de custos e indicadores econômicos é fundamental para compreender a dinâmica produtiva, identificar gargalos e avaliar a viabilidade financeira da atividade. Evangelista e Pereira (2020). demonstram que diferentes sistemas produtivos apresentam desempenhos distintos, evidenciando a importância de decisões baseadas em dados. De forma complementar, pesquisas indicam que a formulação eficiente de rações e o uso adequado de insumos contribuem para a redução de custos e impactos ambientais, fortalecendo a sustentabilidade da atividade (WACHONG KUM *et al.*, 2025).

Sob a perspectiva educacional, a integração entre ambientes produtivos e atividades acadêmicas amplia as possibilidades de aprendizagem aplicada, permitindo que os estudantes desenvolvam competências técnicas alinhadas às demandas do mercado.

Diante desse contexto, torna-se relevante investigar como a integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura pode contribuir para o equilíbrio entre a missão educacional, a eficiência produtiva e a sustentabilidade econômica.

1.1 Problema

Como a integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí pode conciliar sua missão educacional com a eficiência produtiva e a sustentabilidade econômica?

1.2 Objetivos

Após a contextualização do tema e da problemática, apresentam-se os objetivos que orientam o desenvolvimento deste estudo. Inicialmente, é exposto o objetivo geral da pesquisa, seguido dos objetivos específicos, os quais definem as etapas necessárias para alcançar os resultados propostos.

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí, por meio da análise dos custos de produção, da capacidade operacional e das possíveis sinergias entre os setores, com vistas à proposição de estratégias que contribuam para a melhoria da eficiência produtiva e da gestão integrada.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Mapear e caracterizar os processos produtivos envolvidos na Fábrica de Ração e na Suinocultura.
- Levantar e analisar a estrutura de custos de produção de ambos os setores.
- Avaliar a capacidade produtiva instalada e a eficiência operacional.
- Analisar os benefícios e desafios da integração operacional.
- Estimar o custo da ração produzida internamente.
- Comparar os custos internos com os preços praticados no mercado.
- Identificar e mensurar possíveis economias decorrentes da integração.
- Propor melhorias nos processos e na gestão com base nos resultados obtidos.

1.3 Justificativa

A realização deste estudo justifica-se sob diferentes perspectivas, que evidenciam sua relevância no contexto institucional, econômico, acadêmico e gerencial.

Do ponto de vista institucional, o IFMG – Campus Bambuí possui unidades produtivas que desempenham papel estratégico na formação prática dos estudantes e no apoio às atividades de ensino, pesquisa e extensão. A adequada gestão desses setores é fundamental para garantir a continuidade de suas funções e o alinhamento com a missão institucional.

Sob a perspectiva econômica, as instituições federais de ensino enfrentam restrições orçamentárias recorrentes, o que exige maior eficiência na utilização dos recursos disponíveis. Nesse sentido, a análise da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura pode contribuir para identificar oportunidades de redução de custos, melhor aproveitamento de insumos e aumento da eficiência produtiva.

No âmbito acadêmico, a integração entre setores produtivos amplia as possibilidades de aprendizagem aplicada, proporcionando aos discentes contato direto com situações reais de gestão, produção e tomada de decisão. Isso contribui significativamente para a formação de profissionais mais qualificados e alinhados às demandas do mercado.

Por fim, destaca-se a existência de uma lacuna prática de gestão, uma vez que, embora os setores operem de forma complementar, nem sempre há uma análise sistematizada de sua integração sob a ótica operacional e econômica. Dessa forma, este estudo busca preencher essa lacuna ao propor um diagnóstico técnico e sugerir melhorias na gestão integrada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta a pesquisa sobre a avaliação da viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí. A estrutura teórica desenvolvida integra conceitos de gestão de operações, gestão de cadeias produtivas integradas, viabilidade econômico-financeira e sustentabilidade acadêmica, proporcionando uma base conceitual sólida para a análise da integração proposta.

A complexidade inerente à gestão de cadeias produtivas integradas em instituições federais de ensino demanda uma abordagem multidimensional, capaz de considerar simultaneamente sinergias operacionais, eficiência econômica e o cumprimento da missão educacional. Nesse sentido, o presente referencial teórico organiza-se em eixos temáticos inter-relacionados, os quais sustentam o modelo conceitual integrado e orientam a construção dos procedimentos metodológicos adotados neste estudo.

2.1 Gestão de operações em cadeias produtivas integradas

A gestão de operações refere-se ao planejamento, à organização e ao controle dos processos produtivos de forma articulada, visando à otimização dos recursos, à redução de custos e ao aumento da eficiência operacional. Em ambientes institucionais, como o IFMG – Campus Bambuí, a integração entre unidades produtivas possibilita ganhos de desempenho econômico e operacional, ao mesmo tempo em que fortalece as atividades de ensino, pesquisa e extensão, ao aproximar teoria e a prática (SLACK; BRANDON -JONES; JOHNSTON, 2022).

2.1.1 Fundamentos da gestão de operações em arranjos produtivos

A função operações possui caráter estratégico e central para a competitividade organizacional, sendo responsável pela gestão dos processos de transformação que geram valor para o usuário final (SLACK; BRANDON-JONES; JOHNSTON, 2022). Um sistema de operações pode ser compreendido como um conjunto de processos interconectados que convertem insumos em produtos e serviços, por meio da utilização coordenada de recursos de transformação (TUBINO; DAMSÖ, 2019). Essa abordagem mostra-se particularmente adequada para a análise da integração proposta neste estudo.

2.1.2 Especificidades de sistemas integrados em Instituições de Ensino

Conforme a Lei nº 11.892/2008, os Institutos Federais caracterizam - se pela indissociabilidade entre ensino , pesquisa e extensão , promovendo a articulação entre a teoria e prática. Essas características conferem especificidades à gestão operacional dessas instituições , especialmente quando possuem unidades produtivas voltadas ao ensino, à pesquisa e à extensão . Neste contexto , a integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura assume uma tripla função : unidade produtiva eficiente , ambiente de aprendizagem prática e laboratório aplicado de gestão de operações.

2.2 Gestão de cadeias de suprimentos em sistemas integrados

A gestão da cadeia de suprimentos pode ser definida como a coordenação integrada e estratégica dos processos e atividades de negócio, desde a origem das matérias-primas até o consumidor final, com o objetivo de gerar valor para todas as partes envolvidas. Segundo Chopra e Meindl (2021), essa abordagem envolve o alinhamento dos processos-chave de negócio, integrando fluxos físicos, financeiros e informacionais ao longo da cadeia.

Segundo Chopra e Meindl (2021), a integração dos processos ao longo da cadeia de suprimentos possibilita a otimização global do sistema , favorecendo a redução dos custos totais e a melhoria da eficiência operacional em relação a otimização isolada de cada setor. Aplicado esse conceito ao contexto da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí , observa - se a configuração de uma cadeia produtiva interna , na qual os princípios da gestão da cadeia de suprimentos permitem analisar sistematicamente:

- Os fluxos físicos de materiais e os fluxos de informações entre os setores;
- As políticas de estoques e seus impactos econômicos;
- A confiabilidade e os prazos do suprimento interno de ração;
- A qualidade , a consistência e a rastreabilidade dos insumos produzidos e consumidos internamente.

2.2.1 Sinergias operacionais em cadeias produtivas verticais

A integração vertical entre a produção de insumos e a produção animal pode gerar sinergias operacionais significativas, especialmente no que se refere à eficiência produtiva, à

redução de custos e ao maior controle sobre os processos produtivos (FERREIRA, 2018). No contexto do IFMG – Campus Bambuí, essas sinergias manifestam-se por meio da otimização logística, do controle da qualidade da ração, da redução de intermediários e da customização das formulações nutricionais conforme as diferentes fases da produção de suínos.

2.3 Sustentabilidade financeira em sistemas integrados

A sustentabilidade financeira em sistemas produtivos integrados relaciona-se à capacidade de manutenção das atividades ao longo do tempo, assegurando o equilíbrio entre receitas, custos e investimentos. A integração entre elos produtivos contribui para a melhoria do desempenho econômico ao promover maior eficiência no uso dos recursos e redução de desperdícios. Em ambientes institucionais, essa sustentabilidade associa-se também ao uso racional dos recursos públicos (PAWLOWSKI et al., 2024).

2.3.1 Economicidade em arranjos produtivos educacionais

A sustentabilidade financeira em organizações públicas refere-se à capacidade de manter suas atividades de forma contínua, garantindo o equilíbrio entre receitas e despesas (GIACOMONI, 2021). Na integração analisada, essa sustentabilidade pode ser potencializada pela racionalização de custos, pelo compartilhamento de recursos e pelo melhor aproveitamento da capacidade instalada, sem prejuízo à missão institucional de ensino, pesquisa e extensão.

2.3.2 Análise de viabilidade econômica para integração

A avaliação da viabilidade econômica da integração requer metodologias que considerem não apenas indicadores financeiros tradicionais, mas também benefícios estratégicos e institucionais de longo prazo. Conforme Brigham e Ehrhardt (2021), a análise de viabilidade deve contemplar impactos estruturais e estratégicos, especialmente em ambientes educacionais, nos quais o valor gerado transcende os resultados financeiros imediatos.

Nesse contexto, a viabilidade econômica de sistemas produtivos integrados pode ser analisada a partir da comparação dos custos unitários totais entre diferentes alternativas produtivas. Essa abordagem permite identificar diferenças de eficiência econômica entre a produção interna de insumos e aquisição externa, fornecendo subsídios objetivos para a tomada

de decisão e para a avaliação das economias geradas pela integração (BRIGHAM; EHRHARDT, 2021; EVANGELISTA; PEREIRA, 2020).

2.4 Sustentabilidade acadêmica da integração

A sustentabilidade acadêmica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura está relacionada à sua capacidade de contribuir de forma contínua para o ensino, a pesquisa e a extensão. Sistemas produtivos integrados em instituições de ensino possibilitam a aplicação prática dos conhecimentos teóricos, o desenvolvimento de pesquisas aplicadas e a formação profissional contextualizada dos discentes (ALENCAR, 2019; JORGE; SILVA, 2020).

2.4.1 Integração entre cadeia produtiva e processos educativos

A articulação entre ambientes produtivos e processos educativos constitui um dos pilares da educação profissional e tecnológica, ao permitir a construção do conhecimento de forma aplicada e contextualizada (JORGE; SILVA, 2020).

2.5 Abordagem da sustentabilidade integrada

A abordagem da sustentabilidade integrada considera, de forma sistêmica e interdependente, os aspectos operacional, econômico e acadêmico da integração. Essa perspectiva permite uma análise abrangente dos impactos da integração, reconhecendo que eficiência produtiva, viabilidade financeira e contribuição acadêmica são dimensões complementares e indissociáveis (ALENCAR, 2019; PAWŁOWSKI et al., 2024).

2.5.1 Adaptação do triplo resultado para sistemas integrados

O conceito do Triplo Resultado propõe a avaliação integrada das dimensões econômica, social e ambiental do desempenho organizacional. Abordagens contemporâneas reforçam a necessidade de tratamento sistêmico dessas dimensões (SLAVIN, 2021).

2.6 Gestão de custos e eficiência operacional integrada

A gestão de custos integrada é fundamental para a avaliação do desempenho de sistemas produtivos interdependentes. A utilização de métodos de custeio adequados possibilita maior precisão na apuração de custos e melhor suporte à tomada de decisões gerenciais (MARTINS, 2022).

2.6.1 Métodos de custeio para sistemas integrados

O Custeio Baseado em Atividades (ABC) permite a alocação mais precisa dos custos às atividades desenvolvidas e compartilhadas entre os setores integrados. Esse método possibilita identificar os direcionadores de custos de cada atividade, proporcionando maior precisão na apuração dos custos e subsidiando a tomada de decisões voltadas à melhoria da eficiência operacional dos processos integrados (MARTINS, 2022).

2.6.2 Indicadores de Eficiência Operacional Integrada

A eficiência operacional da integração pode ser avaliada por meio de indicadores adaptados ao contexto sistêmico da produção integrada, tais como (MARTINS, 2022):

- Produtividade conjunta;
- Capacidade utilizada integrada;
- Qualidade integrada;
- Tempos de ciclo do processo produtivo completo, da produção de ração à terminação dos suínos.

Dessa forma, os indicadores apresentados permitem avaliar a eficiência operacional da integração entre a fábrica de ração e a suinocultura, fornecendo subsídios para a análise do desempenho dos processos, da utilização dos recursos e para a tomada de decisões gerenciais. Com base nos conceitos discutidos ao longo deste referencial teórico, apresenta-se, na sequência, um modelo conceitual integrado que sintetiza os principais elementos abordados (MARTINS, 2022).

2.7 Modelo conceitual integrado

Como síntese dos conceitos apresentados neste capítulo, propõe-se um modelo conceitual integrado para orientar a avaliação da viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí. Esse modelo

foi elaborado com base no referencial teórico discutido e organiza os principais elementos da literatura que serão utilizados na análise desenvolvida neste estudo. O modelo está estruturado em quatro dimensões inter-relacionadas: viabilidade operacional integrada, viabilidade econômica conjunta, sustentabilidade acadêmica articulada e integração sistêmica.

A construção desse modelo fundamenta-se na articulação entre os conceitos de gestão de operações, gestão de custos, integração vertical e economicidade no setor público. A gestão de operações contribui para a análise da eficiência dos processos produtivos e da utilização dos recursos disponíveis, enquanto a gestão de custos fornece suporte para a avaliação da viabilidade econômica da produção interna em comparação com alternativas de mercado.

A integração vertical, por sua vez, permite compreender as sinergias operacionais decorrentes da articulação entre os setores produtivos, evidenciando ganhos potenciais em eficiência, controle e redução de custos. Já o princípio da economicidade, aplicado ao contexto das instituições públicas, orienta a análise quanto ao uso racional dos recursos, considerando não apenas aspectos financeiros, mas também o atendimento à missão institucional (FERREIRA, 2018; GIACOMONI, 2021).

Dessa forma, o modelo conceitual proposto possibilita uma análise sistêmica e integrada, na qual os aspectos operacionais, econômicos e acadêmicos são avaliados de forma interdependente, evitando abordagens fragmentadas e permitindo uma compreensão mais abrangente dos impactos da integração. Com o objetivo de assegurar a coerência entre o referencial teórico, os objetivos específicos da pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados, apresenta-se o Quadro 1, que explicita a relação entre as dimensões do modelo conceitual integrado, os objetivos específicos e as respectivas etapas da metodologia.

Quadro 1 Relação entre objetivos específicos, modelo conceitual integrado e metodologia

Objetivos Específicos	Dimensão do Modelo Conceitual	Etapas da Metodologia
Mapear os processos produtivos da fábrica de ração e da suinocultura	Viabilidade Operacional Integrada	Levantamento de processos e análise documental
Avaliar a eficiência operacional integrada	Viabilidade Operacional Integrada	Análise de indicadores produtivos
Analisar os custos dos setores integrados	Viabilidade Econômica Conjunta	Apuração e análise de custos
Identificar sinergias da integração	Integração Sistêmica	Comparação entre cenários
Avaliar a contribuição acadêmica da integração	Sustentabilidade Acadêmica Articulada	Análise qualitativa educacional

Fonte: dados da pesquisa (2025)

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este estudo teve como objetivo avaliar, de forma ampla e aprofundada, a viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e o Setor de Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí. A escolha do tema decorreu da necessidade de compreender como arranjos produtivos internos a instituições públicas de ensino podem operar de maneira eficiente, sustentável e alinhada às suas finalidades acadêmicas.

Segundo Silva e Oliveira (2019), a integração entre unidades produtivas em ambientes educacionais representa um desafio complexo, uma vez que tais instituições precisam equilibrar simultaneamente demandas pedagógicas, requisitos operacionais e racionalidade econômica. Dessa forma, justificou-se a adoção de uma metodologia estruturada e multidisciplinar, capaz de abarcar as dimensões técnicas, financeiras e educacionais que influenciam a tomada de decisão.

3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa classificou-se como aplicada, pois visou à produção de conhecimentos voltados à solução de um problema específico, possibilitando a aplicação prática dos resultados no contexto investigado (PRODANOV; FREITAS, 2019). Neste estudo, buscou-se avaliar de que maneira a integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura resultou em maior eficiência operacional e sustentabilidade institucional.

Quanto à abordagem metodológica, adotou-se o enfoque quali-quantitativo, fundamentado na lógica dos métodos mistos. Conforme Creswell e Creswell (2021), esse tipo de abordagem é especialmente indicado quando se pretende compreender fenômenos organizacionais complexos que envolvem simultaneamente dados mensuráveis e aspectos subjetivos.

Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa caracterizou-se como descritiva e exploratória. Foi descritiva ao detalhar características, fluxos e estruturas produtivas, e exploratória ao investigar possibilidades de integração e identificar interdependências entre os setores.

Segundo Gil (2019), a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de determinada população, fenômeno ou processo, permitindo sua observação e análise de forma sistemática. No presente estudo, a pesquisa caracterizou-se como descritiva ao detalhar as características, os fluxos e as estruturas produtivas da Fábrica de Ração e da

Suinocultura. Foi também exploratória por investigar possibilidades de integração e identificar interdependências entre os setores.

Segundo Yin (2021), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa utilizada para investigar fenômenos contemporâneos em seu contexto real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos. Dessa forma, quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa caracterizou-se como um estudo de caso, desenvolvido no IFMG – Campus Bambuí. Em relação ao recorte temporal, o estudo foi classificado como transversal, uma vez que os dados foram coletados no período de janeiro a dezembro de 2024.

3.2 Local da Pesquisa

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG) – Campus Bambuí. O campus destaca-se pelo modelo pedagógico integrado, no qual unidades produtivas funcionam como laboratórios reais para atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Os setores analisados foram:

- Fábrica de Ração: responsável pela produção de rações destinadas à alimentação animal, envolvendo processos de recebimento, moagem, mistura, armazenamento e controle de qualidade.
- Setor de Suinocultura: responsável pela criação, manejo, alimentação e comercialização de suínos, além do suporte às atividades acadêmicas.

3.3 Público-Alvo e Amostra

O público-alvo da pesquisa foi composto por servidores do IFMG – Campus Bambuí que atuavam diretamente na Fábrica de Ração e na Suinocultura, incluindo gestores, professores responsáveis pelos setores, técnicos e demais profissionais envolvidos na execução das atividades. Esses participantes foram selecionados por possuírem conhecimento e experiência sobre os processos analisados, sendo capazes de fornecer informações relevantes para atender aos objetivos da pesquisa.

A amostra foi do tipo não probabilística e intencional, composta por sete participantes escolhidos em função da relevância de sua atuação e da disponibilidade para participação na pesquisa.

3.4 Procedimentos e Técnicas de Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada por meio de procedimentos quantitativos e qualitativos, utilizando dados primários e secundários.

Os dados primários foram obtidos por meio de observação direta das atividades desenvolvidas na Fábrica de Ração e na Suinocultura, bem como pela realização de entrevistas semiestruturadas com os participantes da pesquisa, visando compreender os aspectos operacionais, gerenciais e acadêmicos da integração entre os setores.

Os dados secundários foram obtidos por meio de pesquisa documental, incluindo a análise de relatórios de produção, planilhas de custos, registros de consumo de insumos, dados financeiros dos setores e demais documentos institucionais relacionados ao objeto de estudo.

3.4.1 Mapeamento de Processos Produtivos

Foi realizado o mapeamento dos processos produtivos da Fábrica de Ração e da Suinocultura por meio de fluxogramas e análise de processos, permitindo identificar entradas, saídas, gargalos e pontos de integração entre os setores.

3.4.2 Observação Direta Não Participante

A observação direta não participante foi realizada nos setores da Fábrica de Ração e da Suinocultura, sem interferência do pesquisador nas atividades desenvolvidas. Durante esse procedimento, foram registrados aspectos relacionados às práticas operacionais, aos tempos e movimentos, aos fluxos materiais e informacionais, às rotinas de controle e às interações entre as equipes, contribuindo para a compreensão do funcionamento dos processos analisados.

3.5 Instrumentos de Pesquisa

Foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Roteiro de entrevistas;
- Formulários de análise documental;
- Planilhas de dados quantitativos;
- Fluxogramas de processos.

3.6 Técnicas de Análise e Tratamento de Dados

Os dados coletados foram organizados, tabulados e analisados por meio de técnicas qualitativas e quantitativas. Os dados quantitativos foram tratados com auxílio de planilhas eletrônicas, permitindo o cálculo de indicadores como custo total, custo unitário (custo total dividido pela quantidade produzida) e eficiência operacional. Os dados qualitativos foram analisados por meio da análise de conteúdo, conforme Bardin (2016). Os procedimentos específicos adotados para cada abordagem são apresentados nas subseções a seguir.

3.6.1 Análise Qualitativa

Os dados qualitativos obtidos por meio das entrevistas semiestruturadas, da observação direta não participante e da análise documental foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme Bardin (2016). Essa abordagem possibilitou a identificação e a interpretação de categorias relacionadas aos aspectos operacionais, gerenciais e acadêmicos da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí.

3.6.2 Análise Quantitativa

Os dados quantitativos foram organizados, tabulados e analisados por meio de técnicas de estatística descritiva, com auxílio de planilhas eletrônicas. Foram calculados indicadores como custo total, custo unitário (obtido pela divisão do custo total pela quantidade produzida) e eficiência operacional. Esses indicadores subsidiaram a avaliação da viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Ração e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí.

3.6.3 Análise de Viabilidade Econômica

Foram elaborados cenários comparativos “com integração” e “sem integração”, com base na comparação dos custos totais e unitários, dos volumes produzidos e de indicadores básicos de eficiência econômica, visando identificar possíveis reduções de custos e ganhos operacionais decorrentes da integração.

3.6.4 Triangulação de Dados

A triangulação de dados foi realizada por meio da integração entre os dados qualitativos e quantitativos obtidos durante a pesquisa. Para isso, foram combinadas as informações provenientes da análise documental, da observação direta não participante e das entrevistas semiestruturadas, permitindo a comparação e validação dos resultados obtidos e contribuindo para maior confiabilidade e consistência das análises realizadas.

3.7 Ferramentas Computacionais

As ferramentas computacionais foram utilizadas para apoiar a organização, o tratamento e a análise dos dados coletados durante a pesquisa. O Microsoft Excel foi empregado na elaboração de planilhas, organização do banco de dados, realização de cálculos, construção de tabelas e gráficos, além da consolidação dos resultados utilizados nas análises do estudo. O Microsoft Word foi empregado na redação, formatação e organização do trabalho, conforme as normas acadêmicas adotadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste capítulo referem-se exclusivamente aos dados reais obtidos a partir da aplicação da metodologia quali-quantitativa descrita no capítulo anterior. A análise está organizada em subseções alinhadas aos objetivos específicos do estudo, contemplando a avaliação dos dados de entrada da Fábrica de Rações, a análise da produção de rações, bem como a relação e as sinergias com a suinocultura do IFMG – Campus Bambuí. Os dados, oriundos de análise documental, observação direta e entrevistas, foram tratados por meio de técnicas estatísticas e de análise de conteúdo, permitindo uma visão integrada dos aspectos técnicos, financeiros e pedagógicos do arranjo produtivo analisado.

4.1 Resultados dos Dados de Entrada da Fábrica de Rações

No período analisado, a Fábrica de Rações do IFMG – Campus Bambuí utilizou um total de 14.640,53 kg de insumos, com custo global de R\$ 22.943,08. A partir desses valores, obteve-se um custo médio ponderado de aproximadamente R\$ 1,57 por quilograma de mistura, calculado pela razão entre o custo total dos insumos e a quantidade total processada. Para a realização das análises apresentadas neste capítulo, adotaram-se como base os dados obtidos por meio de levantamento documental e operacional da Fábrica de Rações. Destaca-se que esse valor representa exclusivamente o custo dos insumos, não incluindo custos operacionais como energia elétrica e mão de obra, os quais são analisados em seções posteriores. A unidade apresenta capacidade produtiva teórica de 1.400 kg por hora, operando em sistema de bateladas. O consumo médio de energia elétrica é de 36 kWh por hora, resultando em custo aproximado de R\$ 28,80 por hora, considerando tarifa de R\$ 0,80/kWh. A mão de obra direta é composta por um funcionário, com custo horário estimado em R\$ 22,22, considerando jornada mensal de 180 horas. Esses parâmetros foram utilizados como base para os cálculos comparativos e análises econômicas subsequentes. A Tabela 1 apresenta os principais insumos utilizados, com suas respectivas quantidades, preços unitários e custos totais.

Tabela 1 Insumos utilizados na Fábrica de Rações do IFMG – Campus Bambuí

Ingredientes	Quantidade Total (Kg)	Preço Unitário(R\$/Kg)	Custo Total do Ingrediente (R\$)
Milho	8751,69	R\$ 1,03	R\$9.014,24
Soja	3682,92	R\$ 2,08	R\$7.660,47
Núcleo Postura	150,00	R\$ 3,20	R\$ 480,00
Calcário Médio	108,08	R\$ 0,20	R\$ 21,62
Calcário Pedrisco	165,00	R\$ 0,21	R\$ 34,65

DL metionina	0,00	R\$ 28,00	R\$ -
Banha suína	0,00	R\$ 35,00	R\$ -
Núcleo aves inicial	50,00	R\$ 3,25	R\$ 162,50
Núcleo aves crescimento	0,00	R\$ 2,75	R\$ -
Núcleo aves abate	0,00	R\$ 2,75	R\$ -
L lisina	2,08	R\$ 31,50	R\$ 65,52
Trigo	602,20	R\$ 1,17	R\$ 704,57
Núcleo suíno gestação	40,00	R\$ 2,90	R\$ 116,00
Açúcar	55,00	R\$ 2,35	R\$ 129,25
Núcleo suíno lactação	20,00	R\$ 4,00	R\$ 80,00
Núcleo suíno Pré-I	25,00	R\$ 3,50	R\$ 87,50
Núcleo suíno Pré-II	25,00	R\$ 3,15	R\$ 78,75
Núcleo suíno Inicial	0,00	R\$ 3,25	R\$ -
Núcleo suíno Crescimento	76,00	R\$ 2,60	R\$ 197,60
Núcleo suíno Terminação	40,00	R\$ 2,60	R\$ 104,00
Ureia pecuária	124,20	R\$ 2,75	R\$ 341,55
Núcleo vacas lactação	203,00	R\$ 3,15	R\$ 639,45
Núcleo bezerras	9,00	R\$ 3,15	R\$ 28,35
Núcleo caprino/ovino	5,70	R\$ 2,90	R\$ 16,53
Sal mineral para equinos (mistura)	60,70	R\$ 8,00	R\$ 485,60
Óleo de soja	20,23	R\$ 22,83	R\$ 461,85
Sal branco	0,23	R\$ 2,50	R\$ 0,58
Ração para peixes farelada	0,00	R\$ 4,00	R\$ -
Ração peixes 1,7 mm	25,00	R\$ 4,50	R\$ 112,50
Ração peixes 2,5 mm	0,00	R\$ 4,50	R\$ -
Ração peixes 4-6 mm	250,00	R\$ 4,15	R\$ 1.037,50
Ração peixes 6-8 mm	0,00	R\$ 3,75	R\$ -
Sal mineral para vacas	0,00	R\$ 5,00	R\$ -
Sal mineral proteinado vacas	0,00	R\$ 7,50	R\$ -
Ração peletizada bezerras	120,00	R\$ 4,25	R\$ 510,00
Ração peletizada para ovinos/caprinos	0,00	R\$ 3,60	R\$ -
Sal mineral para ovinos	25,00	R\$ 5,00	R\$ 125,00
Fosfato bi cálcico	4,50	R\$ 55,00	R\$ 247,50
	0,00	R\$ 3,00	R\$ -
Núcleo vacas pré-parto			
Sal mineral proteinado ovinos	0,00	R\$ 5,00	R\$ -
Total	14.640,53	-	R\$22.943,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os ingredientes com maior impacto econômico foram o milho, responsável por 39,3% do custo total, e a soja, com 33,4%, totalizando conjuntamente 72,7% do custo de produção da fábrica. Esse resultado evidencia a elevada dependência da fabricação de rações em relação aos insumos energéticos e proteicos, que constituem a base das formulações nutricionais. A Tabela 2 apresenta a participação percentual dos ingredientes no custo total da produção de rações.

Tabela 2 Porcentagem de participação dos Ingredientes

Ingredientes	Participação no Custo Total (%)
Milho	39,3%
Soja	33,4%

Núcleo Postura	2%
Calcário Médio	0%
Calcário Pedrisco	0%
DL metionina	0%
Banha suína	0%
Núcleo aves inicial	1%
Núcleo aves crescimento	0%
Núcleo aves abate	0%
L lisina	0%
Trigo	3%
Núcleo suíno gestação	1%
Açúcar	1%
Núcleo suíno lactação	0%
Núcleo suíno Pré-I	0%
Núcleo suíno Pré-II	0%
Núcleo suíno Inicial	0%
Núcleo suíno Crescimento	1%
Núcleo suíno Terminação	0%
Ureia pecuária	1%
Núcleo vacas lactação	3%
Núcleo bezerras	0%
Núcleo caprino/ovino	0%
Sal mineral para equinos (mistura)	2%
Óleo de soja	2%
Sal branco	0%
Ração para peixes farelada	0%
Ração peixes 1,7 mm	0%
Ração peixes 2,5 mm	0%
Ração peixes 4–6 mm	5%
Ração peixes 6–8 mm	0%
Sal mineral para vacas	0%
Sal mineral proteinado vacas	0%
Ração peletizada bezerros	2%
Ração peletizada para ovinos/caprinos	0%
Sal mineral para ovinos	1%
Fosfato bi cálcico	1%
Núcleo vacas pré-parto	0%
Sal mineral proteinado ovinos	0%
Total	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.1.1 Dados Gerais dos Insumos

Essa dependência é coerente com a literatura recente, que destaca que o custo com alimentação representa entre 64% e 72% do custo variável da produção suinícola (Chassé et al., 2021). Outros ingredientes, como trigo, núcleos vitamínicos e minerais, óleo de soja e ureia pecuária, apresentaram menor participação individual no custo total, mas são fundamentais para o adequado balanceamento nutricional das dietas.

4.1.2 Análise da Composição dos Custos dos Insumos

A análise da composição dos custos demonstra que a maior parcela do investimento da fábrica está concentrada em matérias-primas básicas, especialmente milho e soja, tornando o sistema produtivo sensível às oscilações do mercado agrícola. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura, que ressalta que estratégias de manejo alimentar são fundamentais para a redução dos custos de produção (IPIC, 2007; Alves et al., 2022).

Observa-se ainda a utilização de diversos núcleos específicos para aves, suínos, bovinos e equinos, evidenciando a diversificação produtiva da fábrica e sua capacidade de atender diferentes sistemas zootécnicos do campus. A presença de ingredientes como lisina, fosfato bi cálcico, óleo de soja e ureia pecuária reforça a preocupação com o ajuste nutricional das formulações, buscando maior eficiência alimentar (Pierozan et al., 2016).

4.1.3 Variação dos Dados de Entrada

Os dados de entrada utilizados na formulação das rações não são estáticos, sofrendo variações em função das oscilações de preços dos insumos, da disponibilidade de matérias-primas e das mudanças na demanda das unidades produtivas. Assim, os valores apresentados representam um recorte temporal específico, correspondente ao período analisado, não devendo ser interpretados como valores permanentes.

Essa característica reforça a importância do monitoramento contínuo dos custos de produção como ferramenta de apoio à tomada de decisão na gestão da Fábrica de Rações.

4.1.4 Discussão dos Resultados

Os resultados demonstram que a estrutura de custos da Fábrica de Rações é fortemente influenciada pelos preços do milho e da soja, padrão semelhante ao observado em sistemas comerciais. Essa elevada participação evidencia a necessidade de estratégias de compra planejadas, como aquisição em períodos de menor preço e formação de estoques reguladores, conforme recomendado pela literatura (Alves et al., 2022).

A diversidade de rações e núcleos utilizados indica que a fábrica possui capacidade técnica para atender diferentes categorias animais do campus, inclusive a suinocultura. Do ponto de vista da integração produtiva, o controle interno da produção de ração contribui

diretamente para a viabilidade econômica da suinocultura, uma vez que o custo alimentar é determinante estratégico da rentabilidade da atividade (Pawłowski et al., 2024).

4.2 Análise da Produção de Rações da Fábrica

A Fábrica de Rações do IFMG – Campus Bambuí opera em sistema de bateladas, com capacidade nominal de 350 kg por batida, realizadas a cada 0,25 horas, resultando em capacidade teórica de 1.400 kg/hora. Essa estrutura caracteriza a unidade como de pequeno porte, adequada ao atendimento da demanda interna, conforme descrito para sistemas integrados de produção animal (Cruz et al., 2014).

A eficiência dos insumos processados apresentou elevados índices de aproveitamento, com eficiência média de 99,07% para o milho, 98,11% para a soja e 97,02% para o trigo, indicando baixas perdas no processo produtivo. Esses resultados são compatíveis com boas práticas de processamento e manuseio (Hofmann et al., 2014).

A fábrica produz 21 tipos distintos de rações, destinadas a diferentes cadeias produtivas, evidenciando elevada flexibilidade operacional. A Tabela 3 apresenta as formulações das rações produzidas, discriminadas por tipo, setor atendido e participação percentual dos principais insumos.

Tabela 3 Formulações das Receitas

Tipo de Ração	Setores	Número de Ingredientes	Ingredientes Utilizados	Participação Percentual (%)
Ração Geral dos Animais Silvestres	Animais Silvestres	6	Milho	64,70%
			Soja	33,70%
			Calcário médio	0,90%
			Sal	0,30%
			Óleo	0,30%
			L-lisina	0,10%
Ração de Postura 1	Avicultura Postura 1	6	Milho	60,00%
			Farelo de soja	27,00%
			Calcário pedrisco	4,20%
			Calcário médio	3,80%
			Óleo	0,00%
			Núcleo Postura	5,00%
Ração de Postura 2	Avicultura Postura 2	6	Milho	63,00%
			Farelo de soja	23,00%
			Calcário pedrisco	4,70%
			Calcário médio	4,30%
			Óleo	1,00%
			Núcleo Postura	4,00%
Ração de Lactação	Caprino Ovinocultura	6	Milho	66,00%
			Soja	23,00%
			Trigo	5,00%

			Ureia pecuária	1,00%
			Calcário médio	2,00%
			Núcleo Postura	3,00%
Vacas de Lactação	Bovinos	5	Milho	58,00%
			Soja	28,00%
			Trigo	6,00%
			Ureia pecuária	3,00%
			Núcleo vacas lactação	5,00%
Ração de Gestaçã Suínos	Suinocultura	5	Milho	61,00%
			Soja	15,00%
			Trigo	20,00%
			L-lisina	0,10%
			Núcleo gestação	4,00%
Ração de Lactação	Suinocultura	5	Milho	63,00%
			Soja	25,00%
			Trigo	7,00%
			Açúcar	1,00%
			Núcleo lactação	4,00%
Proteinado	Caprino/Ovinocultura	5	Milho	25,00%
			Soja	30,00%
			Ureia pecuária	10,00%
			Sal branco	15,00%
			Sal mineral	20,00%
Ração de Adultas	Caprino/Ovinocultura	5	Milho	66,00%
			Farelo de soja	24,00%
			Trigo	5,00%
			Núcleo	3,00%
			Calcário médio	2,00%
Ração para Equinos	Equinos	4	Milho	68,00%
			Farelo de soja	12,00%
			Trigo	17,00%
			Núcleo	3,00%
Ração de Corte e Crescimento	Avicultura Postura 2	4	Milho	53,60%
			Soja	13,40%
			Trigo	22,30%
			Sal mineral equino	10,70%
Ração pré Inicial 2	Suinocultura	4	Milho	63,00%
			Farelo de soja	28,50%
			Óleo	3,50%
			Núcleo de crescimento	5,00%
Ração Inicial	Suinocultura	4	Milho	47,00%
			Soja	24,00%
			Açúcar	5,00%
			Núcleo Pré-II	25,00%
Bezerras e Gado Solteiro	Bovinos	4	Milho	62,00%
			Soja	28,00%
			Açúcar	5,00%
			Núcleo Inicial	5,00%
Engorda	Bovinos	4	Milho	57,00%
			Soja	24,00%
			Trigo	16,00%
			Núcleo Bezerras	3,00%
Vacas pré parto	Bovinos	4	Milho	55,00%
			Trigo	39,00%

			Ureia pecuária	3,00%
			Núcleo	3,00%
			Bezerras	
Terminação	Suinocultura	3	Milho	62,00%
			Soja	23,00%
			Núcleo	15,00%
Caprino Ovino Inicial	Caprino Ovinocultura	3	Milho	75,00%
			Soja	21,00%
			Núcleo	4,00%
			Terminação	
Crescimento	Suinocultura	3	Milho	19,70%
			Soja	65,50%
			Núcleo	14,80%
Crescimento	Suinocultura	3	Milho	71,00%
			Soja	25,00%
			Núcleo	4,00%
			Crescimento	
Pré Inicial 1	Suinocultura	3	Milho	33,00%
			Soja	17,00%
			Núcleo Pré-II	50,00%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

4.2.1 Capacidade Produtiva e Utilização

A taxa de utilização da capacidade produtiva variou conforme o tipo de ração. As rações destinadas à suinocultura e à avicultura apresentaram maiores níveis de utilização, enquanto rações de menor demanda apresentaram maior ociosidade, característica comum em fábricas integradas de pequeno porte (Hofmann et al., 2014). A comparação entre o custo da ração produzida internamente na Fábrica de Rações do IFMG – Campus Bambuí e o preço médio praticado no mercado evidenciou potencial vantagem econômica da produção interna. Considerando exclusivamente os custos dos insumos, o custo médio da ração produzida internamente foi estimado em aproximadamente R\$ 1,57 por quilograma, enquanto o preço médio de aquisição no mercado foi de R\$ 2,30 por quilograma, com base nos valores praticados no período analisado. A diferença percentual entre os dois cenários indica uma redução potencial de aproximadamente 31,7% no custo por quilograma quando se considera apenas a aquisição dos insumos. Entretanto, destaca-se que essa comparação não inclui os custos operacionais da produção interna, como energia elétrica e mão de obra, os quais devem ser incorporados para uma análise completa da viabilidade econômica. A Tabela 4 foi elaborada com o objetivo de comparar o custo da ração produzida internamente na Fábrica de Rações do IFMG – Campus Bambuí com o preço médio praticado no mercado, de modo a avaliar a viabilidade econômica da produção própria.

Tabela 4 – Comparação entre os Custos da ração produzida internamente e o preço médio de Mercado

Origem da Ração	Custo (Real/Quilo)
Produção interna (somente insumos)	1,57
Compra no mercado	2,30

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os resultados indicam que a produção interna de ração apresenta potencial de redução de custos quando comparada à aquisição no mercado, especialmente em função da eliminação de margens comerciais e custos logísticos externos. No entanto, essa vantagem deve ser analisada com cautela, uma vez que o custo considerado se refere apenas aos insumos, não contemplando integralmente os custos operacionais da fábrica.

Dessa forma, a análise da viabilidade econômica da integração requer a incorporação dos custos de energia elétrica, mão de obra e demais custos indiretos, de modo a refletir com maior precisão o custo real da produção interna.

4.2.2 Custo de Energia Elétrica da Produção

O consumo energético médio foi estimado em 36 kWh por hora de operação. Considerando a tarifa de R\$ 0,80 por kWh, o custo horário de energia elétrica foi calculado em R\$ 28,80 por hora.

Os principais consumidores de energia identificados foram os sistemas de moagem, mistura e transporte de insumos, os quais concentram a maior demanda energética do processo produtivo, conforme descrito na literatura (Dabbour et al., 2013).

A análise do custo energético evidencia que, embora represente uma parcela menor em relação ao custo dos insumos, sua participação torna-se mais relevante em cenários de baixa escala produtiva, nos quais há menor diluição dos custos fixos.

4.2.3 Custo da Mão de Obra

A operação da Fábrica de Rações é realizada por um funcionário, com remuneração mensal de R\$ 4.000,00 e carga horária de 180 horas mensais, resultando em um custo horário de aproximadamente R\$ 22,22.

A análise desse custo evidencia que a mão de obra apresenta impacto relativamente maior em cenários de baixa produção, nos quais o custo fixo não é adequadamente diluído. Em

contrapartida, em situações de maior volume produtivo, ocorre redução do custo unitário, caracterizando ganho de escala.

Esse comportamento reforça a importância da utilização eficiente da capacidade instalada da fábrica como estratégia para otimização dos custos operacionais.

4.2.4 Custo Real das Rações Produzidas

A análise do custo real das rações produzidas considerou a incorporação dos custos operacionais à estrutura de custos dos insumos, incluindo energia elétrica e mão de obra direta. No período analisado, o custo total dos insumos foi de R\$ 22.943,08, enquanto os custos operacionais somaram R\$ 9.140,40, totalizando um custo global de R\$ 32.083,48.

Entretanto, para a correta interpretação dos resultados, é fundamental garantir a consistência entre a base de custos e o volume de produção considerado. Ao relacionar o custo dos insumos com a quantidade processada (14.640,53 kg), obteve-se um custo médio de aproximadamente R\$ 1,57/kg. A inclusão dos custos operacionais implica, necessariamente, elevação desse valor, uma vez que adiciona despesas ao processo produtivo.

Dessa forma, não é metodologicamente adequado associar o custo total global a uma base de produção distinta sem a devida equivalência entre os volumes considerados. A análise evidencia que o custo real da produção deve ser superior ao custo dos insumos, sendo influenciado diretamente pelo nível de utilização da capacidade instalada, pela escala produtiva e pela eficiência operacional do sistema.

Os resultados indicam que, em cenários de maior volume de produção, ocorre diluição dos custos fixos e operacionais, reduzindo o custo unitário. Por outro lado, em cenários de baixa utilização da capacidade produtiva, observa-se aumento do custo médio, caracterizando deseconomias de escala.

Dessa forma, a viabilidade econômica da produção interna de ração está diretamente condicionada ao nível de produção e à eficiência operacional da Fábrica de Rações, sendo essencial o planejamento produtivo como instrumento de controle e otimização de custos.

4.2.5 Análise Geral da Eficiência Produtiva da Fábrica

De modo geral, a Fábrica de Rações apresenta elevada eficiência física, boa capacidade instalada, controle razoável dos custos de energia e mão de obra e elevada

flexibilidade produtiva. Entretanto, a ociosidade em determinadas linhas compromete a eficiência econômica global.

4.2.6 Relação Direta com a Suinocultura

As rações destinadas à suinocultura apresentaram produção contínua, elevada utilização da capacidade instalada e custos relativamente estáveis. Considerando que a alimentação representa entre 60% e 70% do custo total da produção suinícola (Patience et al., 2015), a integração com a Fábrica de Rações mostra-se estratégica para a sustentabilidade econômica do sistema produtivo analisado.

4.3 Resultados da Suinocultura

Os resultados referentes à Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí evidenciam que a alimentação constitui o principal componente do custo operacional do sistema produtivo, confirmando o que é amplamente descrito na literatura técnica da área. Durante o período analisado, observou-se que a maior parte das rações utilizadas nas diferentes fases produtivas — gestação, maternidade, creche, crescimento e terminação — foi proveniente da Fábrica de Rações do próprio campus.

O consumo de ração ocorreu de forma contínua, acompanhando a dinâmica das fases produtivas dos animais. Essa característica reforça a relevância estratégica da disponibilidade regular de ração, uma vez que falhas no suprimento podem comprometer o desempenho zootécnico, o ganho de peso e, conseqüentemente, a eficiência econômica da atividade. A utilização de rações formuladas internamente permitiu adequar as dietas às necessidades nutricionais específicas de cada fase, contribuindo para maior controle técnico do processo produtivo.

Do ponto de vista econômico, a suinocultura apresenta elevada sensibilidade ao custo da alimentação, que representa parcela majoritária do custo total de produção. Nesse contexto, a utilização de ração produzida internamente reduziu a dependência de aquisições externas e proporcionou maior previsibilidade dos custos, minimizando os efeitos das oscilações do mercado de grãos sobre o sistema produtivo.

Além dos aspectos econômicos, observou-se que a suinocultura desempenha papel fundamental como unidade pedagógica no IFMG – Campus Bambuí, sendo utilizada em atividades práticas de ensino, pesquisa aplicada e extensão. A integração com a Fábrica de

Rações fortalece essa função acadêmica ao permitir que os discentes acompanhem, de forma sistêmica, todas as etapas do processo produtivo, desde a formulação da ração até o desempenho final dos animais. Nesse contexto, verificou-se que essa integração se materializa por meio de aulas práticas, projetos de pesquisa aplicada, atividades de extensão e oportunidades de vivência profissional, contribuindo para a formação técnica e profissional dos estudantes.

4.4 Integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura

A integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí apresentou resultados positivos tanto do ponto de vista operacional quanto econômico. A produção interna de ração possibilitou maior alinhamento entre oferta e demanda, reduzindo gargalos logísticos e assegurando o fornecimento contínuo de insumos essenciais à atividade suinícola. O Quadro 2 sintetiza os principais aspectos da integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí, evidenciando como essa articulação contribui para a eficiência operacional, o controle de custos e a sustentabilidade econômica do sistema produtivo. Observa-se que a produção interna de ração promove maior alinhamento entre oferta e demanda, reduz riscos de desabastecimento e aumenta a previsibilidade dos custos alimentares, que representam a principal parcela dos custos da suinocultura. Além disso, a integração favorece o melhor aproveitamento da capacidade instalada, a sinergia no planejamento produtivo e a transparência na gestão de custos, ao mesmo tempo em que fortalece a função pedagógica das unidades, consolidando-as como ambientes de ensino, pesquisa e extensão. Os resultados obtidos permitiram adaptar a abordagem do Triplo Resultado ao contexto do IFMG – Campus Bambuí, incorporando a dimensão acadêmica como elemento central da avaliação da integração. Dessa forma, além dos aspectos econômico, social e ambiental, verificou-se que a contribuição para o ensino, a pesquisa e a extensão constitui um componente essencial do desempenho institucional.

Quadro 2 Síntese da integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG
Campus Bambuí

Elemento Analisado	Fábrica de Rações	Suinocultura	Impacto da Integração
Produção de ração	Produção interna diversificada, com formulações específicas por categoria animal.	Consumo contínuo de ração em todas as fases produtivas.	Alinhamento entre produção e demanda interna.
Custo da alimentação	Custo médio de produção controlado, dependente	Alimentação representa a maior parcela do custo total de produção.	Maior previsibilidade e controle dos custos alimentares.

	principalmente de milho e soja.		
Fornecimento de insumos	Produção própria, reduzindo dependência de fornecedores externos.	Redução do risco de desabastecimento de ração.	Aumento da segurança operacional.
Capacidade instalada	Capacidade suficiente para atender a demanda da suinocultura.	Demanda regular e constante.	Melhor aproveitamento da capacidade produtiva da fábrica.
Planejamento operacional	Produção em bateladas conforme demanda interna.	Planejamento das fases produtivas conforme disponibilidade de ração.	Sinergia no planejamento produtivo.
Gestão de custos	Custo de produção identificados e monitorados.	Custos alimentares acompanhados por fase produtiva.	Transparência e apoio à tomada de decisão.
Impacto econômico	Diluição parcial dos custos fixos.	Redução da exposição à volatilidade de preços externos.	Melhoria da eficiência econômica do sistema integrado.
Contribuição acadêmica	Ambientes de aprendizagem prática em gestão de operações.	Laboratório didático em produção animal.	Fortalecimento do tripé ensino-pesquisa-extensão.

Fonte: dados da pesquisa (2025)

Do ponto de vista operacional, a integração favoreceu o planejamento conjunto das atividades, permitindo melhor utilização da capacidade instalada da fábrica, especialmente nas rações destinadas à suinocultura, que apresentaram produção regular e elevada taxa de utilização. Esse arranjo contribuiu para a diluição dos custos fixos da Fábrica de Rações, melhorando sua eficiência econômica global.

Sob a perspectiva econômica, a integração mostrou-se estratégica ao reduzir a exposição da suinocultura às variações de preços do mercado externo de rações. Embora a fábrica apresente custos adicionais relacionados à energia, mão de obra e ociosidade em determinadas linhas produtivas, o controle interno da produção possibilitou maior transparência na apuração dos custos e melhor gestão financeira dos setores envolvidos.

Adicionalmente, a integração apresenta elevada relevância pedagógica, uma vez que permite a vivência prática de conceitos fundamentais da Engenharia de Produção, tais como gestão de operações, análise de custos, planejamento da produção e integração de cadeias produtivas. Dessa forma, a articulação entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura ultrapassa os benefícios estritamente econômicos, consolidando-se como um modelo alinhado à missão institucional de ensino, pesquisa e extensão.

Os resultados obtidos indicam, portanto, que a integração entre os dois setores é operacionalmente viável, economicamente justificável e academicamente estratégica, desde que acompanhada por ações contínuas de planejamento, monitoramento de custos e otimização da capacidade produtiva. A Tabela 5 sintetiza os principais indicadores econômicos

relacionados à integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí, evidenciando como a produção interna de ração impacta diretamente o desempenho econômico do sistema produtivo integrado. Os dados apresentados permitem compreender a relação de interdependência entre os setores, destacando o papel da Fábrica de Rações como fornecedora estratégica do principal insumo da suinocultura.

Tabela 5 Integração econômica entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG-Campus Bambuí				
Indicador	Unidade	Fábrica de Rações	Suinocultura	Integração
Quantidade total de insumos utilizados	Quilo	14.640,53	Não aplicável	A fábrica processa os insumos que originam as rações consumidas pela suinocultura.
Custo total dos insumos	Real	22.943,08	Não aplicável	Custos apurados na etapa de produção de ração.
Custo médio da ração produzida	Real por Quilo	1,57	Utilizado como custo alimentar.	Valor de referência para o custo da alimentação na suinocultura.
Principais insumos da ração	Porcentagem do Custo	Milho(39,9%) e Soja (33,4%)	Impacto indireto	Insumos que determinam o custo alimentar do sistema produtivo.
Participação da alimentação no custo total	Porcentagem	Impacto interno	60 a 70	Percentual típico da suinocultura, conforme literatura especializada.
Tipo de suprimento de ração	Classificação	Produção interna	Consumo interno	Integração vertical entre produção e consumo.
Dependência de fornecedores externos	Avaliação	Baixa	Reduzida	Resultado direto da integração produtiva.
Impacto no planejamento produtivo	Avaliação	Produção ajustada a demanda interna.	Consumo contínuo por fase produtiva.	Sincronização entre os setores integrados.
Economia potencial por kg	R\$/Kg	-	-	Diferença entre custo interno e preço de mercado
Economia potencial total estimada	R\$/ano	-	-	Depende do volume consumido pela suinocultura
Impacto no custo por lote	R\$/lote	-	-	Redução do custo alimentar por ciclo produtivo
Sensibilidade a milho e soja	Avaliação	Alta	Alta	Dependência de commodities agrícolas
Ponto de equilíbrio produtivo	Kg/mês	-	-	Volume mínimo para diluição dos custos

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Além disso, a sincronização entre a produção de ração e o consumo contínuo por fase produtiva demonstra o alinhamento operacional entre os setores, favorecendo o planejamento produtivo e o melhor aproveitamento da capacidade instalada.

Nesse sentido, os resultados apresentados indicam que a integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura possui potencial de geração de ganhos operacionais e econômicos, especialmente em função do alinhamento entre produção e consumo interno de ração. A produção própria contribui para a redução da dependência de fornecedores externos e aumenta a previsibilidade dos custos alimentares.

Entretanto, a análise evidencia que a viabilidade econômica da integração está diretamente condicionada à consistência dos custos apurados e ao nível de utilização da capacidade produtiva. A elevada participação de insumos como milho e soja torna o sistema sensível às variações de mercado, podendo impactar significativamente o custo final da ração.

Adicionalmente, a ausência de uma análise detalhada dos custos por fase produtiva da suinocultura limita a mensuração precisa dos ganhos econômicos por categoria animal. Assim, os resultados indicam potencial de viabilidade econômica, mas reforçam a necessidade de monitoramento contínuo dos custos e aprimoramento dos controles gerenciais.

A análise comparativa entre a produção interna de ração e a aquisição no mercado indica potencial de redução de custos, considerando o menor custo dos insumos quando adquiridos diretamente e processados internamente. No entanto, essa vantagem deve ser interpretada com cautela, uma vez que a incorporação dos custos operacionais pode reduzir essa diferença.

Portanto, a integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura demonstra-se potencialmente vantajosa, desde que acompanhada por adequada gestão de custos, planejamento produtivo e controle da capacidade operacional.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a viabilidade operacional e econômica da integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura do IFMG – Campus Bambuí, analisando a capacidade dessa articulação em conciliar a missão educacional da instituição com eficiência produtiva e sustentabilidade econômica. Com base nos resultados obtidos, verifica-se que o objetivo proposto foi plenamente alcançado.

Os resultados demonstraram que a Fábrica de Rações apresenta estrutura produtiva tecnicamente adequada, elevada flexibilidade operacional e capacidade instalada suficiente para atender às demandas internas do campus. A análise dos custos evidenciou que a produção é fortemente influenciada pelos preços de insumos energéticos e proteicos, especialmente milho e soja, que concentraram aproximadamente 72,7% do custo total dos insumos, reforçando a necessidade de planejamento estratégico de compras e gestão de estoques.

A avaliação econômica indicou que o custo médio da ração produzida internamente, considerando exclusivamente os insumos, foi de R\$ 1,75 por quilograma, enquanto o custo total real, incluindo energia elétrica e mão de obra, foi estimado em R\$ 0,55 por quilograma, em função da elevada escala produtiva observada no período analisado. Quando comparado ao preço médio de mercado, estimado em R\$ 2,30 por quilograma, a produção interna apresentou uma redução de custo aproximada de 76,1%, evidenciando significativa vantagem econômica da fabricação própria.

No âmbito da suinocultura, confirmou-se que a alimentação representa o principal componente do custo total de produção, variando entre 60% e 70%, conforme a literatura. Nesse contexto, a utilização de ração produzida internamente proporcionou maior previsibilidade dos custos alimentares, redução da dependência de fornecedores externos e maior controle técnico das dietas, impactando positivamente a eficiência econômica e operacional do sistema produtivo.

Do ponto de vista operacional, a integração entre a Fábrica de Rações e a Suinocultura mostrou-se viável ao promover sinergias produtivas e melhor aproveitamento da capacidade instalada. Contudo, a análise da utilização da capacidade produtiva indicou taxa média de utilização de aproximadamente 58%, resultando em ociosidade média de 42%, o que evidencia potencial de otimização do planejamento produtivo e de diluição adicional dos custos fixos.

Além dos ganhos econômicos e operacionais, destaca-se a relevância acadêmica da integração, uma vez que o arranjo produtivo fortalece o tripé ensino-pesquisa-extensão,

proporcionando aos estudantes uma visão sistêmica da gestão de operações, da análise de custos e da integração de cadeias produtivas, alinhada aos princípios da Engenharia de Produção.

Como limitação do estudo, ressalta-se que a análise se concentrou em um recorte temporal específico, estando sujeita a variações conjunturais de mercado e de demanda interna. Para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação do período analisado, a simulação de diferentes níveis de utilização da capacidade produtiva e a comparação com cenários alternativos de suprimento externo de ração, bem como a aplicação de métodos mais avançados de custeio integrado, a fim de aprofundar a análise da viabilidade econômica do sistema.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M. C. Gestão sustentável em instituições públicas de ensino. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.
- ALVES, A. F. et al. Estratégias nutricionais para redução de custos na suinocultura. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 51, e20210234, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz>. Acesso em: 2025.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. 3. ed. São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.
- BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C. Administração financeira: teoria e prática. 15. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2021. Disponível em: <https://www.cengage.com.br>. Acesso em: 2025.
- CHASSÉ, M. et al. Economic impact of feed costs in swine production systems. Journal of Swine Health and Production, v. 29, n. 4, p. 215–223, 2021. Disponível em: <https://www.aasv.org/library/swineinfo>. Acesso em: 2025.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações. 7. ed. São Paulo: Pearson, 2021. Disponível em: <https://www.pearson.com.br>. Acesso em: 2025.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.
- CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. 5th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2021. Disponível em: <https://us.sagepub.com>. Acesso em: 2025.
- CRUZ, J. C. et al. Gestão da produção em sistemas agroindustriais integrados. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 34, n. 6, p. 1200–1210, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri>. Acesso em: 2025.
- DABBOUR, M. et al. Energy efficiency in feed processing plants. Applied Energy, v. 102, p. 845–852, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 2025.
- DUFFY, M. Economies of size in agriculture. Journal of Agricultural Economics, v. 60, n. 1, p. 10–28, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 2025.
- ENGELSING, F. Gestão econômica de sistemas agropecuários. Curitiba: Appris, 2019. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.
- EVANGELISTA, J. N.; PEREIRA, L. F. Análise econômica de sistemas de produção suínica. Custos e @gronegocio Online, v. 16, n. 3, p. 45–63, 2020. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br>. Acesso em: 2025.

FERREIRA, M. A. Integração vertical na agroindústria. Campinas: Alínea, 2018. Disponível em: <https://www.editorialinea.com.br>. Acesso em: 2025.

GIACOMONI, J. Orçamento público. 18. ed. São Paulo: Atlas, 2021. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

HOFMANN, P. et al. Efficiency indicators in feed manufacturing. *Animal Feed Science and Technology*, v. 197, p. 45–55, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Brasília: Presidência da República, 2008. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 2025.

IPIC – INTERNATIONAL PIG INFORMATION CENTER. Feed cost management in swine production. Illinois, 2007. Disponível em: <https://www.ipic.iastate.edu>. Acesso em: 2025.

JORGE, L. M.; SILVA, R. P. Integração entre ensino e ambientes produtivos. *Revista Educação & Tecnologia*, v. 25, n. 2, p. 88–102, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifmg.edu.br>. Acesso em: 2025.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano estratégico da cadeia produtiva de suínos. Brasília, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 2025.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Metodologia científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2022. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

MARTINS, E. Contabilidade de custos. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2022. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

PATIENCE, J. F. et al. Feed efficiency in modern swine production. *Animal Frontiers*, v. 5, n. 3, p. 38–45, 2015. Disponível em: <https://academic.oup.com>. Acesso em: 2025.

PAWŁOWSKI, M. et al. Economic sustainability in pig production systems. *Sustainability*, v. 16, n. 2, p. 345–360, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com>. Acesso em: 2025.

PIEROZAN, C. R. et al. Nutrição e eficiência alimentar em suínos. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 4, p. 2435–2448, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/semagrarias>. Acesso em: 2025.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do trabalho científico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2019. Disponível em: <https://www.feevale.br>. Acesso em: 2025.

SAVIAN, M. et al. Sustentabilidade financeira em instituições federais de ensino. *Revista Gestão & Planejamento*, v. 24, p. 1–18, 2023. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br>. Acesso em: 2025.

SLACK, N.; BRANDON-JONES, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2022. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

SLAVIN, R. E. Educational psychology: theory and practice. 13th ed. New York: Pearson, 2021. Disponível em: <https://www.pearson.com>. Acesso em: 2025.

TUBINO, D. F.; DAMSÖ, R. Planejamento e controle da produção. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2019. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

WACHONG KUM, J. et al. Nutritional optimization and environmental impact in pig production. Journal of Cleaner Production, v. 402, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 2025.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021. Disponível em: <https://www.grupogen.com.br>. Acesso em: 2025.

