XXXIII Congresso Brasileiro de Custos
17, 18 e 19 de novembro de 2026
- Porto de Galinhas / PE -

Análise de viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal: um estudo make-or-buy em uma indústria química

Jullia Jacques (UTFPR) - julliajacques@gmail.com

José Donizetti de Lima (UTFPR) - donizetti@utfpr.edu.br

Sergio E Gouvea da Costa (UTFPR) - gouvea@utfpr.edu.br

Resumo:

As decisões make-or-buy desempenham papel estratégico na gestão de operações, influenciando custos, competitividade, flexibilidade produtiva, qualidade e desempenho econômico das organizações. No contexto da indústria química, a internalização de processos produtivos requer elevados investimentos em ativos e infraestrutura, tornando necessária a realização de estudos que subsidiem a tomada de decisão. Neste contexto, este estudo analisa a viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal atualmente terceirizada por uma indústria química brasileira. Trata-se de pesquisa aplicada, predominantemente quantitativa, conduzida por estudo de caso e apoiada por revisão sistemática da literatura. Foram estruturados os cenários Make e Buy em horizonte de cinco anos, considerando investimentos, custos operacionais, tributação, crescimento da demanda e valor do dinheiro no tempo. A decisão foi examinada por fluxo de caixa incremental e indicadores da Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA). O Make apresentou vantagem operacional em todos os anos, crescente de R$ 2,56 milhões no primeiro para R$ 4,59 milhões no quinto ano. Para investimento incremental de R$ 1,153 milhão e TMA de 28,5% a.a., estimaram-se VPL de R$ 7,08 milhões, TIR de 237% a.a., IBC de 7,14 e Payback Descontado de 1 período. A análise de sensibilidade indicou ampla margem de segurança. Conclui-se que, nas premissas estudadas, a internalização cria valor econômico e é superior à terceirização, evidenciando a utilidade da análise incremental de custos e investimentos como suporte à decisão make-or-buy.

Palavras-chave: *Make-or-buy. Viabilidade econômica. Internalização. Engenharia econômica. MMIA.*

Área temática: *Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões*

Análise de viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal: um estudo *make-or-buy* em uma indústria química

RESUMO

As decisões *make-or-buy* desempenham papel estratégico na gestão de operações, influenciando custos, competitividade, flexibilidade produtiva, qualidade e desempenho econômico das organizações. No contexto da indústria química, a internalização de processos produtivos requer elevados investimentos em ativos e infraestrutura, tornando necessária a realização de estudos que subsidiem a tomada de decisão. Neste contexto, este estudo analisa a viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal atualmente terceirizada por uma indústria química brasileira. Trata-se de pesquisa aplicada, predominantemente quantitativa, conduzida por estudo de caso e apoiada por revisão sistemática da literatura. Foram estruturados os cenários *Make* e *Buy* em horizonte de cinco anos, considerando investimentos, custos operacionais, tributação, crescimento da demanda e valor do dinheiro no tempo. A decisão foi examinada por fluxo de caixa incremental e indicadores da Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA). O *Make* apresentou vantagem operacional em todos os anos, crescente de R$ 2,56 milhões no primeiro para R$ 4,59 milhões no quinto ano. Para investimento incremental de R$ 1,153 milhão e TMA de 28,5% a.a., estimaram-se VPL de R$ 7,08 milhões, TIR de 237% a.a., IBC de 7,14 e Payback Descontado de 1 período. A análise de sensibilidade indicou ampla margem de segurança. Conclui-se que, nas premissas estudadas, a internalização cria valor econômico e é superior à terceirização, evidenciando a utilidade da análise incremental de custos e investimentos como suporte à decisão *make*-or-*buy*.

Palavras-chave: *Make*-or-*buy*. Viabilidade econômica. Internalização. Engenharia econômica. MMIA.

Área Temática: Custos como ferramenta para o planejamento, controle e apoio a decisões.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente competitivo da manufatura exige decisões que conciliem eficiência econômica, flexibilidade operacional, qualidade e capacidade de resposta ao mercado. Entre essas decisões, a escolha entre produzir internamente ou adquirir de fornecedores externos, *make*-or-*buy,* ocupa posição central na estratégia de operações (Dabhilkar, 2011; Medina-Serrano et al., 2020; Klein; Mazzoni, 2025).

A internalização normalmente requer investimentos em equipamentos, infraestrutura, sistemas de controle, mão de obra qualificada e atendimento a requisitos regulatórios. Em contrapartida, a terceirização reduz o capital imobilizado, porém pode ampliar a dependência de fornecedores, os custos logísticos, a exposição a reajustes de industrialização e as limitações de controle direto sobre o processo (McIvor, 2009; Zhang et al., 2022).

Na configuração onde a empresa já é responsável pelas matérias-primas e terceiriza apenas a transformação industrial, a decisão não deve ser baseada na comparação simplificada entre o custo total dos dois modelos, mas nos fluxos incrementais: investimentos específicos necessários ao *Make* e economias decorrentes da substituição dos custos de industrialização e logística do *Buy*. Essa distinção é importante: comparar custos ou lucros absolutos pode levar a uma decisão enviesada quando receitas, matérias-primas e capital de giro são comuns às alternativas. Há, portanto, espaço para aplicações que integrem custos diferenciais, valor do dinheiro no tempo, retorno, risco e sensibilidade em casos industriais reais.

Diante desse contexto, buscou-se avaliar se a economia obtida com a substituição da industrialização terceirizada por produção própria é suficiente para remunerar o capital adicional requerido pela internalização. Assim, o objetivo é analisar a viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal, comparativamente à terceirização, utilizando informações de custos e indicadores econômico-financeiros como suporte à decisão *make*-or-*buy* em uma indústria química.

O estudo contribui em três frentes. No plano gerencial, converte a decisão de sourcing em uma comparação de custos e fluxos incrementais, fornecendo base objetiva para alocação de capital. No plano metodológico, aplica a MMIA para interpretar conjuntamente retorno, risco e sensibilidade, evitando dependência de um único indicador. No plano empírico, apresenta evidências de uma indústria química de aditivos para alimentação animal, contexto em que requisitos de qualidade, rastreabilidade e domínio do processo tornam a fronteira entre produzir e comprar particularmente relevante.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Decisão *Make*-or-*Buy*

O termo *Make*-or-*buy* refere-se à escolha entre produzir internamente um bem ou serviço ou adquiri-lo de fornecedores. A Teoria dos Custos de Transação destaca que a escolha entre produzir internamente ou terceirizar depende dos custos associados à governança das transações, considerando fatores como especificidade de ativos, incerteza e frequência. Sob essa perspectiva, a internalização tende a ser favorecida quando os riscos de oportunismo e os custos de coordenação externa superam os benefícios econômicos da terceirização (Williamson, 1985; Dabhilkar, 2011; Moschuris, 2015).

A Visão Baseada em Recursos e a Visão Baseada no Conhecimento complementam essa interpretação ao enfatizar competências, aprendizado e ativos intangíveis. Atividades relacionadas ao núcleo de competências, ao conhecimento crítico ou à diferenciação competitiva podem justificar manutenção ou recuperação do controle interno mesmo quando a alternativa terceirizada parece atrativa no curto prazo (McIvor, 2009; Park; Ro, 2011; Battagello et al., 2019).

No plano econômico, a internalização altera a estrutura de custos: parte dos gastos variáveis associados ao fornecedor é substituída por investimento inicial e custos internos. Assim, o volume produzido e a utilização da capacidade instalada tornam-se determinantes. Em níveis crescentes de demanda, a diluição de custos fixos pode favorecer o *Make,* em cenários de ociosidade, o capital imobilizado pode reduzir sua atratividade (Moschuris, 2015).

Tabela 1

Perspectivas teóricas aplicadas à decisão *make*-or-*buy*

Perspectiva	Elementos centrais	Implicação para *Make*-or-*Buy*
TCE	Especificidade de ativos, incerteza, frequência, oportunismo	Internalizar quando custos/riscos de coordenação externa se elevam
RBV/KBV	Competências, conhecimento crítico, aprendizado	Preservar internamente atividades estratégicas
Engenharia Econômica	CAPEX, OPEX, fluxos de caixa, retorno, risco	Verificar se os benefícios incrementais remuneram o capital

Fonte: Elaboração própria com base em Williamson (1985), McIvor (2009), Dabhilkar (2011), Battagello et al. (2019) e Medina-Serrano et al. (2020).

2.2 Riscos das alternativas

A terceirização pode gerar dependência excessiva de fornecedores, perda de know-how, assimetria de informação, oportunismo contratual, problemas de qualidade e custos ocultos. A internalização, por sua vez, envolve elevado desembolso inicial, maior rigidez operacional, risco de ociosidade e exposição às incertezas de demanda. Portanto, a superioridade econômica de uma alternativa deve ser interpretada juntamente com a capacidade organizacional de administrar seus riscos (Moschuris, 2015; Zhang *et al*., 2022).

A literatura também mostra que a decisão pode assumir configurações intermediárias. Park e Ro (2011) distinguem estratégias *Make*, pseudo-*Make* e *Buy*, indicando que diferentes graus de controle sobre recursos e fornecedores podem afetar o desempenho do produto. Nordigården et al. (2014), ao examinar produção paralela, reforçam que terceirização e produção interna não são necessariamente escolhas binárias permanentes. Para o caso analisado neste artigo, contudo, a decisão gerencial é tratada como mutuamente excludente no horizonte de planejamento, pois se pretende comparar a manutenção do modelo terceirizado com a implantação da capacidade interna necessária para absorver o volume projetado.

No setor de alimentos e cadeias relacionadas, Pascucci, Royer e Bijman (2012) mostram que escolhas *make-or-buy* também se relacionam às estratégias de inovação e às formas de coordenação. Porém, ao mesmo tempo, tais benefícios somente devem ser incorporados ao fluxo de caixa quando puderem ser mensurados com premissas defensáveis.

2.3 Engenharia Econômica e avaliação de investimentos

A viabilidade técnica de um projeto não é suficiente para justificar sua implementação. Projetos industriais exigem avaliação dos benefícios econômicos frente aos recursos empregados e ao custo de oportunidade do capital (Casarotto Filho; Kopittke, 2010; Ross et al., 2015; Gitman; Zutter, 2017).

As decisões de investimento envolvem, simultaneamente, a avaliação dos retornos esperados e dos riscos associados, sendo racional admitir níveis mais elevados de risco apenas quando acompanhados da expectativa de retornos superiores. Nesse contexto, a análise criteriosa dessas variáveis é fundamental para subsidiar a tomada de decisão e aumentar a probabilidade de sucesso dos investimentos. O projeto de investimento constitui uma ferramenta de apoio gerencial capaz de simular os impactos econômicos e financeiros de uma decisão antes de sua implementação, reunindo informações sobre investimentos, fluxos de caixa,

benefícios esperados e riscos, de forma a reduzir as incertezas inerentes ao processo decisório (Nogas; Souza; Silva, 2011; Lima *et al*., 2017).

2.4 Metodologia Multi-Índice Ampliada

A Metodologia Multi-Índice (MMI), proposta por Souza e Clemente, amplia a avaliação tradicional ao interpretar conjuntamente indicadores de retorno e risco. A Metodologia Multi-Índice Ampliada (MMIA) incorpora ainda indicadores de sensibilidade, em especial Limites de Elasticidade (LE) e Valores-Limite (VL), permitindo avaliar quanto as variáveis do projeto podem se deteriorar antes da perda de viabilidade (Lima et al., 2015).

Tabela 2

Indicadores empregados na avaliação econômica

Dimensão	Indicadores utilizados	Interpretação
Retorno	VPL, VPLA, IBC, ROIA	Criação de valor e retorno adicional
Risco	TIR, TMA/TIR, Payback/N	Margem de segurança e recuperação do capital
Sensibilidade	LE e VL	Tolerância a alterações nas premissas

Fonte: Elaboração própria com base em Souza e Clemente (2009) e Lima e Southier (2024).

A MMIA é particularmente adequada ao problema analisado porque a internalização exige um investimento específico no período inicial, enquanto os benefícios são representados pelas economias operacionais futuras em relação à terceirização. O uso de múltiplos indicadores reduz o risco de uma decisão baseada em uma única métrica.

Quando a análise de sensibilidade aponta baixa tolerância a variações, por exemplo, LE inferior a 33,33%, a literatura recomenda complementar a avaliação determinística com Simulação de Monte Carlo, estimando a distribuição probabilística do VPL e medidas como P(VPL<0), VaR, CVaR e CEL (Lima et al., 2024).

2.5 Síntese teórica e posicionamento do estudo

A síntese dos estudos permite organizar a decisão *make*-or-*buy* em três níveis interdependentes. O primeiro é econômico e responde se a alternativa modifica custos e cria valor depois de considerado o capital necessário. O segundo é de governança e avalia dependência, especificidade de ativos, coordenação e exposição a comportamentos oportunistas. O terceiro é de capacidades e considera conhecimento, aprendizagem, qualidade e competências que podem ser desenvolvidas ou perdidas conforme a fronteira da firma. A literatura sugere que decisões mais consistentes combinam esses níveis, embora nem todos precisem ser monetizados na mesma etapa analítica.

Neste artigo, o nível econômico é deliberadamente colocado no centro da investigação. Essa escolha decorre do problema decisório concreto: a organização precisa determinar se deve mobilizar capital para substituir uma operação terceirizada já existente. Assim, antes de discutir benefícios estratégicos de maior controle, é necessário verificar se as economias diretamente mensuráveis do *Make* justificam o CAPEX adicional. A análise funciona, portanto, como um filtro

econômico, se o projeto não criasse valor mesmo antes da inclusão de benefícios intangíveis, a recomendação de internalização exigiria justificativas estratégicas excepcionalmente fortes. Esse posicionamento evita transformar argumentos qualitativos favoráveis ao controle interno em benefícios financeiros sem base de mensuração.

A articulação entre literatura de sourcing e Engenharia Econômica também permite interpretar a decisão como reversível no plano gerencial, ainda que o modelo financeiro compare alternativas mutuamente excludentes. Após a implantação, alterações relevantes de volume, preços de terceiros, tecnologia ou capacidade podem modificar a fronteira ótima entre fazer e comprar. Por isso, a decisão inicial deve ser acompanhada por indicadores que permitam reavaliar periodicamente o custo de oportunidade do arranjo escolhido. Essa perspectiva aproxima a análise de investimentos do controle gerencial e reforça que a utilidade do modelo não termina com a aprovação do CAPEX.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é aplicada, de caráter descritivo e analítico, com abordagem predominantemente quantitativa. O procedimento central é um estudo de caso único em uma indústria química brasileira fabricante de aditivos para alimentação animal. A empresa comercializa produtos no mercado nacional e internacional e, no cenário atual, terceiriza a fabricação de uma linha em pó, permanecendo responsável pela aquisição das matérias-primas, formulações e comercialização.

A investigação foi apoiada por revisão sistemática da literatura conduzida segundo as diretrizes PRISMA 2020 (Page et al., 2021), com buscas em Scopus e Web of Science e uso complementar do Google Scholar. O recorte contemplou publicações entre 2005 e 2026 relacionadas a *make*-or-*buy*, outsourcing, insourcing, integração vertical e análise econômica industrial. A síntese da literatura foi empregada para identificar fatores recorrentes da decisão e fundamentar a seleção dos métodos de Engenharia Econômica, o protocolo completo da revisão não é reproduzido neste artigo por não constituir seu objeto principal.

3.1 Coleta e organização dos dados

Os dados primários foram obtidos junto aos setores Comercial, Produção, Engenharia, Controladoria e Qualidade. Foram levantados volumes de vendas, capacidade produtiva, tempos de processamento, custos de matérias-primas, mão de obra, energia, manutenção, custos indiretos, tributos, CAPEX, custo da terceirização e fretes. As projeções de demanda foram fornecidas pelo setor Comercial, enquanto os investimentos foram estimados a partir de orçamentos.

Para aumentar a consistência interna da modelagem, os dados foram organizados por natureza econômica e por sua relação com a decisão. Custos presentes em ambos os cenários foram classificados como comuns; desembolsos que surgem, desaparecem ou se alteram em razão da internalização foram classificados como diferenciais. Essa separação é fundamental para evitar dupla contagem e para assegurar que o fluxo incremental represente exclusivamente o efeito econômico da escolha *Make* em relação ao *Buy*.

As premissas foram consolidadas em base anual e submetidas à verificação de coerência entre volume, custo unitário, desembolsos mensais e demonstrações de resultado. Valores monetários projetados foram atualizados conforme as premissas descritas na Tabela 4. A empresa foi mantida anônima, e os resultados

são apresentados de forma agregada, preservando informações comercialmente sensíveis sem comprometer a interpretação econômica.

3.2 Cenários analisados

Foram definidos dois cenários mutuamente excludentes. O cenário *Buy* representa a manutenção da terceirização. O cenário *Make* representa a implantação da produção própria. Como as matérias-primas são adquiridas pela empresa em ambos os modelos, seu custo não constitui diferencial econômico da decisão. A comparação foi, portanto, estruturada de forma incremental, isolando investimentos e custos efetivamente alterados pela internalização.

Tabela 3

Desembolsos diferenciais dos cenários *Make* e *Buy*

Cenário	Principais desembolsos diferenciais
Make	CAPEX; mão de obra/manutenção; energia; aluguel; análises; estrutura interna
Buy	Industrialização terceirizada por kg; frete
Comuns	Matéria-prima, receita de vendas e estoque operacional equivalente

Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Premissas econômico-financeiras

O horizonte de planejamento adotado foi de cinco anos, compatível com o planejamento estratégico da organização. Embora os equipamentos possuam vida econômica superior, a empresa prevê expansão futura da estrutura produtiva ao final do horizonte, considerou-se valor residual equivalente a 20% do investimento em equipamentos. O investimento é financiado integralmente com recursos próprios.

Tabela 4

Premissas econômico-financeiras do estudo

Premissa	Valor/critério
Horizonte de análise	5 anos
TMA	28,5% a.a. – taxa utilizada pela empresa
Crescimento anual de vendas	10% a.a., com base histórica da organização
Atualização anual dos custos	5,912% a.a., média do IPCA 2021–2025
PIS/COFINS	9,25%
IRPJ + CSLL	35%
Industrialização no *Buy*	R$ 2,29/kg
Frete no *Buy*	aprox. R$ 56.000/mês
Valor residual	20% do investimento em equipamentos

Fonte: Elaborado pelos autores.

A produção inicial considerada foi de aproximadamente 135,25 mil kg/mês, distribuída entre dezenove produtos. A receita bruta mensal projetada foi de aproximadamente R$ 1,935 milhão. O crescimento de 10% a.a. foi aplicado ao volume de vendas, com base no histórico da organização, enquanto os custos monetários foram atualizados pela premissa inflacionária.

3.4 Procedimento de análise

Primeiro foram elaboradas as DREs e os fluxos de caixa de *Make* e *Buy*. Em seguida, calculou-se o fluxo incremental *Make* versus *Buy*, pois receitas, matérias-primas e outros componentes comuns não devem influenciar a decisão. Sobre esse

fluxo foram calculados VPL, VPLA, IBC, ROIA, TIR, TMA/TIR e Payback. A sensibilidade foi examinada pela margem de deterioração dos benefícios incrementais e pelo aumento admissível do investimento antes que o VPL se tornasse nulo.

O fluxo de caixa incremental foi determinado, para cada período t, pela diferença $FCincremental, t = FCMake, t - FCBuy, t$, sendo posteriormente utilizado como base para o cálculo dos indicadores da MMIA.

Os cálculos apresentados neste artigo foram estruturados com base nos fluxos de caixa consolidados do estudo de caso e na lógica da MMIA, metodologia aplicada através do programa de acesso livre $AVEPI. O critério central de decisão é a criação de valor incremental: *Make* é economicamente preferível se o VPL do fluxo *Make* versus *Buy* for positivo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estrutura do investimento no cenário *Make*

O investimento bruto necessário à implantação da produção interna foi estimado em R$ 1.788.308,49, incluindo R$ 635.318,49 de estoque inicial de matérias-primas. Como o mesmo estoque é necessário no cenário *Buy*, esse valor é comum às alternativas e não deve ser atribuído como custo incremental da internalização.

Tabela 5

Estrutura do investimento no cenário *Make*

Item principal	Valor (R$)
Misturador	800.000,00
Elevador de carga	250.000,00
Máquina de costura	41.300,00
Balança de piso	20.813,00
Ferramentas, utensílios, TI, mobiliário, EPIs e outros	40.877,00
Subtotal específico da implantação	1.152.990,00
Estoque inicial de matérias-primas (comum)	635.318,49
Investimento bruto do cenário *Make*	1.788.308,49

Fonte: Elaborado pelos autores.

A perspectiva incremental é decisiva. O investimento economicamente associado à escolha *Make* em relação ao *Buy* é de aproximadamente R$ 1,153 milhão. Incluir o estoque comum como diferencial superestimaria o desembolso da internalização e distorceria os indicadores.

4.2 Custos operacionais

No *Make*, os custos diferenciais mensais incluem aproximadamente R$ 8 mil de energia, R$ 18 mil de mão de obra e manutenção, R$ 14 mil de aluguel e R$ 2 mil de análises laboratoriais. No *Buy*, o principal custo diferencial é a industrialização de R$ 2,29/kg, acrescida do frete médio mensal de R$ 56 mil.

Essa diferença de estrutura explica o comportamento dos cenários: a terceirização converte parte relevante do custo em variável proporcional ao volume, enquanto a internalização introduz custos internos que crescem em ritmo inferior ao aumento da produção. Com demanda crescente, a produção própria captura economias de escala.

4.3 Demonstração de resultados: cenário *Make*

Tabela 6

Demonstração de resultados do cenário *Make*

Conta (R$)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita bruta	23.217.001	27.048.549	31.512.425	36.712.984	42.771.801
PIS/COFINS	2.147.573	2.501.991	2.914.899	3.395.951	3.956.392
Matéria-prima	7.623.822	8.881.996	10.347.810	12.055.530	14.045.078
Energia	96.000	111.843	130.301	151.805	176.857
Mão de obra/manut.	216.000	228.770	242.295	256.619	271.791
Aluguel	168.000	177.932	188.452	199.593	211.393
Análises	24.000	25.419	26.922	28.513	30.199
EBITDA	12.941.606	15.120.598	17.661.747	20.624.973	24.080.092
Lucro líquido	8.339.757	9.756.101	11.407.848	13.333.945	15.579.772

Fonte: Elaborado pelos autores.

No primeiro ano, o *Make* apresenta receita bruta de R$ 23,22 milhões e lucro líquido de aproximadamente R$ 8,34 milhões. A depreciação anual dos equipamentos foi estimada em R$ 111.211,30 e, por não representar saída de caixa, é reincorporada ao lucro para obtenção do fluxo operacional.

Tabela 7

Fluxo de caixa do cenário *Make*

Fluxo de caixa *Make* (R$)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
FC	−1.788.308	8.450.968	9.867.313	11.519.060	13.445.156	15.690.984

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os fluxos crescem de R$ 8,45 milhões no primeiro ano para R$ 15,69 milhões no quinto. Esses valores incluem os componentes comuns às duas alternativas e, portanto, não devem ser interpretados isoladamente como retorno do projeto de internalização. Sua principal utilidade é permitir a comparação com o cenário *Buy* e a construção do fluxo incremental.

4.4 Demonstração de resultados: cenário *Buy*

Tabela 8

Demonstração de resultados do cenário *Buy*

Conta (R$)	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Receita bruta	23.217.001	27.048.549	31.512.425	36.712.984	42.771.801
PIS/COFINS	2.147.573	2.501.991	2.914.899	3.395.951	3.956.392
Matéria-prima	7.623.822	8.881.996	10.347.810	12.055.530	14.045.078
Industrialização	3.716.670	4.330.039	5.044.635	5.877.161	6.847.080
Frete	672.000	711.729	753.806	798.371	845.571
Lucro antes IR/CSLL	9.056.937	10.622.794	12.451.275	14.585.971	17.077.680
Lucro líquido	5.887.009	6.904.816	8.093.329	9.480.881	11.100.493

Fonte: Elaborado pelos autores.

O cenário *Buy* mantém a mesma receita e os mesmos custos de matéria-prima, mas incorpora a industrialização terceirizada e o frete. No primeiro ano, o custo de industrialização é de aproximadamente R$ 3,72 milhões e o frete soma R$ 672 mil. O lucro líquido e o fluxo operacional atingem R$ 5,89 milhões.

Tabela 9

Fluxo de caixa do cenário *Buy*

Fluxo de caixa *Buy* (R$)	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
FC	−635.318	5.887.009	6.904.816	8.093.329	9.480.881	11.100.493

Fonte: Elaborado pelos autores.

O *Buy* também gera caixa positivo; contudo, a comparação de rentabilidade isolada seria inadequada porque as duas alternativas compartilham receitas, matérias-primas e parte da necessidade de capital operacional. A decisão deve ser tomada pela diferença entre elas.

O custo de industrialização é diretamente proporcional ao volume. Dessa forma, a projeção de crescimento da demanda amplia progressivamente o desembolso com terceiros. Essa característica torna a terceirização relativamente menos favorável à medida que a escala de produção aumenta.

4.5 Análise incremental *Make* versus *Buy*

O fluxo incremental foi obtido pela diferença entre *Make* e *Buy*. No período zero, o estoque de matéria-prima de R$ 635.318,49 é eliminado por ser comum aos dois cenários, restando o investimento específico de R$ 1.152.990,00. Nos anos seguintes, os benefícios incrementais correspondem à diferença entre os fluxos operacionais. O fluxo incremental do quinto período incorpora o valor residual dos equipamentos ao término do horizonte de análise, estimado em R$222.422,82.

Tabela 10

Fluxo de caixa incremental *Make* versus *Buy*

Período	FC *Make* (R$)	FC *Buy* (R$)	FC incremental (R$)
0	−1.788.308	−635.318	−1.152.990
1	8.450.968	5.887.009	2.563.959
2	9.867.313	6.904.816	2.962.496
3	11.519.060	8.093.329	3.425.731
4	13.445.156	9.480.881	3.964.275
5	15.690.984	11.100.493	4.812.913

Fonte: Elaborado pelos autores.

A internalização apresenta vantagem operacional em todos os períodos. O benefício anual cresce de R$ 2,56 milhões para R$ 4,59 milhões, aumento de aproximadamente 79% no horizonte. Esse comportamento decorre da combinação entre crescimento do volume e estrutura de custos menos dependente de pagamentos por quilograma.

O resultado também evidencia por que o investimento inicial deve ser interpretado de forma incremental. Embora o *Make* exija maior desembolso no início, a diferença de R$ 1,153 milhão é inferior ao benefício operacional incremental projetado já para o primeiro ano. Mesmo antes do desconto dos fluxos, a relação entre investimento e benefício sugere recuperação rápida do capital.

4.6 Valor econômico da internalização

Ao descontar os benefícios incrementais pela TMA de 28,5% a.a., correspondente à taxa de referência adotada pela organização para avaliação de novos investimentos, o valor presente dos benefícios futuros é de aproximadamente R$ 8,23 milhões. Deduzido o investimento incremental, o VPL é de aproximadamente R$ 7,08 milhões. Portanto, a internalização não apenas recupera o capital aplicado, mas gera valor econômico expressivo acima da remuneração mínima exigida pela empresa.

4.7 Indicadores da MMIA

Tabela 11

Indicadores da MMIA para o fluxo incremental obtidos pelo método MMIA via $AVEPI.

Indicador	Resultado aproximado	Leitura econômica
TMA	28,5% a.a.	Retorno mínimo exigido
VPL incremental	R$ 7.078.609,09	Criação de valor positiva e elevada
VPLA	R$ 2.823.201,76	Equivalente anual do valor criado
IBC	7,1393	Benefícios presentes muito superiores ao investimento
ROIA	48,16% a.a.	Retorno adicional anualizado acima da TMA
TIR (%)	237% a.a.	Ampla margem em relação à TMA
ROIA/TMA (%)	168,98%	Elevado retorno relativo à TMA
ROI ou TIRM (%)	90,39%	Retorno modificado superior à TMA
TMA/TIR (%)	12,03%	Baixo risco financeiro relativo
Payback Descontado	1	1 período
Payback/N (%)	20%	Baixa exposição temporal do investimento

Fonte: Elaborado pelos autores.

A análise da MMIA foi realizada via aplicativo de acesso livre $AVEPI. Os indicadores convergem para a mesma conclusão. O VPL positivo demonstra que, após remunerar o capital à TMA de 28,5% a.a., a alternativa *Make* adiciona aproximadamente R$ 7,08 milhões em valor presente quando comparada ao *Buy*. A TIR de 237% a.a. está substancialmente acima da TMA, produzindo relação TMA/TIR próxima de 0,12.

O IBC de aproximadamente 7,14 indica elevada relação entre o valor econômico gerado e o capital incremental aplicado. O ROIA anualizado, estimado em 48,16%, reforça que o projeto oferece retorno adicional relevante em relação à aplicação do capital à TMA.

Considerando horizonte de cinco anos, o índice Payback/N é próximo de 20%, sinalizando baixa exposição ao risco de não recuperação do capital sob as premissas determinísticas.

Em conjunto, retorno elevado e rápida recuperação reduzem a vulnerabilidade temporal do investimento. Isso não elimina riscos operacionais, de demanda ou implantação, mas indica que a margem econômica disponível para absorver desvios é ampla.

4.8 Sensibilidade e robustez econômica

A análise de sensibilidade foi conduzida sobre o fluxo incremental. Mantidas as demais premissas, o valor presente dos benefícios futuros é de aproximadamente R$ 8,23 milhões. Para que o VPL se torne nulo, esses benefícios poderiam sofrer

redução conjunta de aproximadamente 85,99%. Em sentido inverso, o investimento incremental poderia aumentar em aproximadamente 613,93% antes de atingir o ponto de indiferença econômico, mantidos os benefícios projetados.

Tabela 12

Testes de sensibilidade do investimento incremental

Teste de sensibilidade	Resultado aproximado	Interpretação
Redução uniforme admissível dos benefícios incrementais	85,99%	Elevada margem antes de VPL = 0
Aumento admissível do investimento incremental	613,93%	Elevada tolerância ao CAPEX
Limite de Elasticidade da TMA	731,57%	A TMA pode aumentar aproximadamente 731,57% em relação ao valor-base antes de atingir a TIR.
Recuperação descontada	1 período	Baixa exposição temporal

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esses resultados sugerem que o projeto apresenta baixa sensibilidade às principais premissas agregadas. Segundo Lima et al. (2015), pela regra de decisão utilizada na MMIA, a necessidade de uma análise estocástica complementar é mais crítica quando pelo menos um limite de elasticidade se encontra abaixo de 33,33%. Os testes agregados do fluxo incremental permanecem muito acima desse patamar.

A principal variável gerencial, entretanto, continua sendo o volume. O ganho econômico do *Make* deriva da substituição de um custo terceirizado fortemente variável por uma estrutura interna com parcela relevante de custos fixos. Uma queda estrutural de demanda reduziria a utilização da capacidade e, consequentemente, a vantagem de escala. Por isso, a projeção comercial deve ser monitorada durante a implantação.

Também devem ser monitorados CAPEX efetivo, produtividade da mão de obra, custos de energia e manutenção e possíveis custos não previstos de adequação regulatória. Ainda que a margem determinística seja elevada, desvios simultâneos podem reduzir o retorno esperado.

4.9 Discussão: custos, escala e decisão *make*-or-*buy*

Os resultados evidenciam que o elemento decisivo não é o custo total isolado de cada cenário, mas a mudança na estrutura de custos provocada pela internalização. No *Buy*, a industrialização de R$ 2,29/kg e o frete acompanham o volume, no *Make*, o investimento inicial é compensado por uma base de custos internos cuja expansão é menos que proporcional ao crescimento projetado. Assim, o aumento da escala amplia progressivamente a diferença favorável ao *Make*. Esse achado converge com Moschuris (2015), para quem custo, capacidade, qualidade e implicações de longo prazo precisam ser analisados conjuntamente nas decisões *make*-or-*buy*.

Sob a Teoria dos Custos de Transação, a internalização também modifica a governança da atividade. Williamson (1985) e McIvor (2009) sustentam que a fronteira da firma deve considerar, além do preço de mercado, custos de coordenação, dependência e riscos associados à transação. No caso estudado, tais efeitos não foram monetizados, ainda assim, a retirada do pagamento recorrente de industrialização e frete demonstra que parte do custo da governança externa é

substituída por capacidade produtiva própria. Como o VPL incremental permanece fortemente positivo sem valorar benefícios estratégicos adicionais, a recomendação econômica não depende de atribuir valores subjetivos à maior autonomia.

Sob a Visão Baseada em Recursos, a decisão apresenta uma segunda camada interpretativa. Battagello, Cricelli e Grimaldi (2019) destacam o papel dos ativos intangíveis nas decisões *Make*-or-*Buy*, enquanto Park e Ro (2011) associam diferentes formas de governança produtiva ao desempenho do produto. Para uma indústria química, domínio de formulação, conhecimento de processo, rastreabilidade e controle da qualidade podem constituir recursos relevantes. O estudo, contudo, adota postura conservadora: esses potenciais benefícios são discutidos, mas não incorporados aos fluxos de caixa por ausência de mensuração monetária direta.

A contribuição analítica mais importante é o tratamento incremental da decisão. Ao eliminar receita, matéria-prima e estoque operacional equivalentes e confrontar o CAPEX específico de R$ 1,153 milhão com as economias futuras, a análise passa a responder diretamente quanto valor é criado ao migrar de *Buy* para *Make*. Essa lógica é consistente com os princípios de avaliação de alternativas mutuamente excludentes da Engenharia Econômica (Casarotto Filho; Kopittke, 2010; Ross et al., 2015).

Os indicadores da MMIA reforçam essa interpretação por perspectivas complementares. O VPL incremental de aproximadamente R$ 7,08 milhões mede criação de valor após remuneração à TMA, a TIR de 237% expressa ampla distância em relação ao retorno mínimo exigido, o IBC de 7,14 evidencia a intensidade do benefício em relação ao capital aplicado, e o Payback de um período reduz a exposição temporal do investimento. A convergência entre métricas é relevante porque evita que a decisão dependa de uma única medida de desempenho (Souza; Clemente, 2009; Lima et al., 2015).

A superioridade do *Make*, contudo, é contingente às premissas do caso e não deve ser generalizada como regra de terceirização. Dabhilkar (2011) enfatiza trade-offs entre alternativas, e Medina-Serrano et al. (2020) tratam o sourcing como processo progressivo que combina critérios econômicos e estratégicos. Em ambientes de baixa escala, elevada volatilidade da demanda, restrição de capital ou rápida obsolescência tecnológica, o *Buy* pode preservar flexibilidade e transferir risco de capacidade ao fornecedor. No caso estudado, a escala projetada, o custo recorrente da industrialização e a ampla margem de segurança econômica deslocam o equilíbrio em favor da internalização.

4.10 Implicações gerenciais para planejamento e controle

A análise não se limita a apurar quanto custa produzir ou terceirizar, ela transforma os custos diferenciais em informação para decidir sobre capacidade, investimento e configuração da operação. Para a controladoria, isso significa acompanhar não apenas o custo realizado, mas também os direcionadores que sustentaram a decisão: volume, custo de industrialização, frete, utilização da capacidade e OPEX interno.

A implementação do *Make* deve, portanto, ser acompanhada por um painel de controle que confronte premissas e resultados realizados. Recomenda-se monitorar mensalmente volume produzido, custo interno por quilograma, custo evitado de industrialização, frete evitado, disponibilidade dos equipamentos, horas de mão de obra, consumo de energia e gastos de manutenção. Desvios persistentes devem

alimentar revisões periódicas do business case, permitindo verificar se a criação de valor projetada está efetivamente sendo capturada.

A análise também oferece um valor de referência para negociação com terceiros. O custo evitado pelo *Make* representa o custo de oportunidade de permanecer no *Buy*. Caso fornecedores reduzam substancialmente preços de industrialização ou frete, ou caso a demanda projetada se deteriore, a empresa pode recalcular o fluxo incremental e identificar um novo ponto de indiferença. Assim, o modelo funciona não apenas como instrumento de aprovação do investimento, mas como mecanismo contínuo de planejamento e controle.

4.11 Robustez, limites de interpretação e agenda de risco

A elevada rentabilidade determinística não deve ser confundida com ausência de risco. A sensibilidade agregada mostra folga expressiva, mas choques correlacionados podem ocorrer, tais como, redução de demanda pode coincidir com aumento de CAPEX, menor produtividade e maior custo de manutenção. Além disso, riscos de ramp-up, curva de aprendizagem, paradas, qualidade e conformidade podem produzir efeitos temporários não integralmente representados pelas médias anuais.

Por essa razão, a decisão deve distinguir robustez econômica de capacidade de execução. O projeto é economicamente robusto nas premissas modeladas, mas sua realização depende de disciplina de implantação e governança operacional. A MMIA contribui ao explicitar margens de segurança e variáveis críticas; quando limites de elasticidade específicos se mostrarem reduzidos, a Simulação de Monte Carlo pode complementar a análise com P(VPL<0), VaR, CVaR e CEL, conforme Lima et al. (2024).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo analisou a viabilidade econômica da internalização da produção de aditivos para alimentação animal em uma indústria química, comparando a produção própria (*Make*) com a manutenção da terceirização (*Buy*) em horizonte de cinco anos.

Os resultados mostram que ambas as alternativas geram fluxos operacionais positivos, mas o *Make* apresenta desempenho superior em todos os anos. A vantagem operacional anual cresce de aproximadamente R$ 2,56 milhões no primeiro ano para R$ 4,59 milhões no quinto. Como o estoque inicial de matérias-primas é necessário nos dois modelos, o investimento incremental efetivamente associado à internalização corresponde a aproximadamente R$ 1,153 milhão.

A avaliação incremental, à TMA de 28,5% a.a., resultou em VPL de aproximadamente R$ 7,08 milhões, TIR de 237% a.a., IBC de 7,14 e Payback Descontado de 1 período. Os indicadores de retorno e risco convergem para elevada atratividade econômica. Os testes agregados de sensibilidade também indicam ampla margem para deterioração das premissas antes da perda de viabilidade.

Dessa forma, sob as premissas consideradas, a internalização é economicamente recomendada. A evidência central não é apenas que o *Make* produz maior resultado contábil, mas que a migração do *Buy* para o *Make* cria valor após remunerar o capital à taxa mínima exigida. A substituição de custos recorrentes de industrialização e frete por capacidade interna permite capturar ganhos de escala e amplia a vantagem econômica à medida que o volume cresce.

Do ponto de vista gerencial, o estudo demonstra como a informação de custos pode apoiar uma decisão de planejamento e controle: o business case deve ser convertido em metas operacionais e financeiras e acompanhado após a implantação. CAPEX, custo interno por quilograma, produtividade, capacidade utilizada, energia, manutenção e aderência da demanda às projeções constituem variáveis-chave para verificar a captura efetiva do valor previsto.

Como limitações, destaca-se o estudo de caso único, o horizonte de cinco anos e a dependência de premissas de crescimento, inflação e custos definidas a partir do contexto da empresa. Além disso, fatores estratégicos, tecnológicos e organizacionais foram discutidos apenas de forma complementar e não incorporados à modelagem financeira.

Pesquisas futuras podem aplicar a abordagem em outros setores, incorporar métodos multicritério para integrar dimensões econômicas e estratégicas e avaliar configurações híbridas *Make-and-Buy*. Também é recomendável aprofundar a análise probabilística quando as variáveis críticas apresentarem limites de elasticidade reduzidos.

6 REFERÊNCIAS

Battagello, F. M., Cricelli, L., & Grimaldi, M. (2019). Prioritization of strategic intangible assets in *Make*/*Buy* decisions. Sustainability, 11(5), 1267. https://doi.org/10.3390/su11051267

Casarotto Filho, N. C., & Kopittke, B. H. (2010). Análise de investimentos: Matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial (11a ed.). Atlas.

Dabhilkar, M. (2011). Trade-offs in *Make-Buy* decisions. Journal of Purchasing and Supply Management, 17(3), 158–166.

Gitman, L. J.; Zutter, C. J. (2017). *Princípios de administração financeira* (14a ed.). Pearson.

Klein, P. G., & Mazzoni, J. F. R. (2025). The Make-or-Buy decision revisited. In C. Ménard & M. M. Shirley (Eds.), *Handbook of New Institutional Economics* (pp. 447–474). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-50810-3_19

Lima, J. D., Southier, L. F. P. (2024). *Guia prático para usuário do $AVEPI®: Sistema de análise de viabilidade econômica de projetos de investimento*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Departamento Acadêmico de Matemática e Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

Lima, J. D., Trentin, M. G., Oliveira, G. A., Batistus, D. R., & Setti, D. (2015). A systematic approach for the analysis of the economic viability of investment projects. International Journal of Engineering Management and Economics, 5(1/2), 19–34.

Lima, J. D., Trentin, M. G., Oliveira, G. A., Batistus, D. R., & Setti, D. (2017). Systematic analysis of economic viability with stochastic approach: A proposal for investment. In M. Amorim, C. Ferreira, M. Vieira Junior, & C. Prado (Eds.),

Engineering systems and networks: The way ahead for industrial engineering and operations management (pp. 317–325). Springer International Publishing.

Lima, J. D., Silva, R. R., Dranka, G. G., Ribeiro, M. H. D. M., & Southier, L. F. P. (2024). Introducing Conditional Expected Loss: A novel metric for risk investment analysis. The Engineering Economist, 69(4), 285–312.

McIvor, R. (2009). How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation. Journal of Operations Management, 27(1), 45–63.

Medina-Serrano, R., González-Ramírez, R., Gasco-Gasco, J., & Llopis-Taverner, J. (2020). Strategic sourcing: Developing a progressive framework for *Make*-or-*Buy* decisions. Journal of Industrial Engineering and Management, 13(1), 133–154.

Moschuris, S. J. (2015). Decision-making criteria in tactical *Make*-or-*Buy* issues: An empirical analysis. EuroMed Journal of Business, 10(1), 2–20.

Nogas, P. S. M., Souza, A., & Silva, W. V. (2011). Análise de investimentos: Uma contribuição probabilística ao índice TMA/TIR da metodologia multi-índice.

Nordigården, D., Rehme, J., Brege, S., Chicksand, D., & Walker, H. (2014). Outsourcing decisions: The case of parallel production. International Journal of Operations & Production Management, 34(8), 974–1002.

Page, M. J., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71.

Park, J.-K., & Ro, Y. K. (2011). The impact of a firm's *Make*, pseudo-*Make*, or *Buy* strategy on product performance. Journal of Operations Management, 29(4), 289–304.

Pascucci, S., Royer, A., & Bijman, J. (2012). To *Make* or to *Buy*? Testing making or *buy*ing decisions to explain innovation sourcing strategies in the food sector. International Food and Agribusiness Management Review, 15(3), 99–118.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., Jaffe, J., & Jordan, B. D. (2015). Administração financeira (10a ed.). AMGH.

Souza, A., & Clemente, A. (2009). *Decisões financeiras e análises de investimentos: Conceitos, técnicas e aplicações*. Atlas.

Williamson, O. E. (1985). The economic institutions of capitalism. Free Press.

Zhang, M., Zhang, J., Sun, Y., & Cheng, T. C. E. (2022). How to outsource production considering quality management: Turnkey or *Buy*-sell? Omega, 113, 102707.