

Viabilidade econômica na carcinicultura: avaliação de *Penaeus vannamei* em áreas costeiras e interiores sob diferentes níveis de salinidade no Nordeste do Brasil

Economic feasibility in shrimp farming: evaluation of *Penaeus vannamei* in coastal and inland areas under different salinity levels in Northeast Brazil

Viabilidad económica en la carcinicultura: evaluación de *Penaeus vannamei* en áreas costeras e interiores bajo diferentes niveles de salinidad en el Nordeste de Brasil

DOI: 10.55905/oelv22n10-011

Receipt of originals: 09/27/2024

Acceptance for publication: 10/18/2024

Onivaldo da Rocha Mendes Filho

Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: onivaldo.rocha@gmail.com

Manoel Xavier Pedroza Filho

Doutor em Economia
Instituição: Montpellier Supagro, França
Endereço: Palmas, Tocantins, Brasil
E-mail: manoel.pedroza@embrapa.br

Roberto Manolio Valladão Flores

PhD in Agricultural Economics
Instituição: Purdue University
Endereço: Palmas, Tocantins, Brasil
E-mail: roberto.valladao@embrapa.br

Luis Otavio Brito

Doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Endereço: Recife, Pernambuco, Brasil
E-mail: luis.obsilva@ufrpe.br

RESUMO

Este estudo comparou a viabilidade econômica da produção semi-intensiva de *Penaeus vannamei* sob diferentes condições de salinidade. Duas fazendas localizadas no Nordeste do Brasil, tanto em região interior quanto costeira, que utilizam águas oligohalinas (OPB) e mesohalinas (MRN) para a produção de camarões foram utilizadas. Os indicadores econômicos e zootécnicos foram analisados a partir das diferenças de custo, desempenho zootécnico e rentabilidade entre as duas condições de salinidade. Os resultados demonstraram que a fazenda OPB, localizada em região interiorana, apresentou melhores indicadores financeiros, com um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 3.107.929,74, considerando um fluxo de caixa de 10 anos, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 49,45%, um Payback de 1,99 ano em contraste com a fazenda MRN, situada próxima ao litoral, que apresentou um VPL de R\$ 92.744,31, uma TIR de 11,89% e um Payback de 5,68 anos, ambas as análises com uma taxa de desconto de 10,5%. Uma das principais diferenças entre os dois cenários avaliados é o custo de aquisição da terra, que foi menor na fazenda OPB devido ao menor valor da terra em áreas interiores comparados às áreas próximas à costa, com maior especulação imobiliária. Além disso, a menor densidade de estocagem na fazenda MRN também impactou diretamente no fluxo de caixa. Esses resultados sugerem que o cultivo em águas oligohalinas oferece boas perspectivas econômicas para a produção de *P. vannamei* no Nordeste brasileiro, apesar dos desafios associados à adaptação às condições de baixa salinidade.

Palavras-chave: Rentabilidade, Análise Econômica, Desenvolvimento Socioeconômico, Agronegócio.

ABSTRACT

This study compared the economic feasibility of semi-intensive production of *Penaeus vannamei* under different salinity conditions by analyzing two farms located in Northeast Brazil, both inland and coastal regions, using oligohaline (OPB) and mesohaline (MRN) waters for production, respectively. Using economic and shrimp performance indicators, the differences in costs, shrimp performance and profitability between the two salinity conditions were analyzed. The results showed that the OPB farm, located in the interior, had better economic indicators, with a Net Present Value (NPV) of R\$ 3,107,929.74, considering a cash flow of 10 years, an Internal Rate of Return (IRR) of 49.45%, and a payback period of 1.99 years, in contrast to the MRN farm located near the coast, which had an NPV of R\$ 92,744.31, an IRR of 11.89%, and a payback period of 5.68 years, both with a discount rate of 10.5%. One of the main differences between the two scenarios was the cost of land acquisition, which was lower on the OPB farm due to the lower value of land in inland areas compared to coastal areas where real estate speculation is higher. In addition, the lower stocking density on the MRN farm also had a direct impact on cash flow. These results suggest that farming in oligohaline waters offers good economic prospects for *P. vannamei* production in northeastern Brazil, despite the challenges associated with adapting to low salinity conditions.

Keywords: Profitability, Economic Analysis, Socio-Economic Development, Agribusiness.

RESUMEN

Este estudio comparó la viabilidad económica de la producción semi-intensiva de *Penaeus vannamei* bajo diferentes condiciones de salinidad. Se utilizaron dos granjas ubicadas en el noreste de Brasil, tanto en la región interior como en la costera, que emplean aguas oligohalinas (OPB) y mesohalinas (MRN) para la producción de camarones. Se analizaron los indicadores económicos y zootécnicos a partir de las diferencias de costo, desempeño zootécnico y rentabilidad entre las dos condiciones de salinidad. Los resultados demostraron que la granja OPB, ubicada en una región interior, presentó mejores indicadores financieros, con un Valor Presente Neto (VPN) de R\$ 3.107.929,74, considerando un flujo de caja a 10 años, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 49,45% y un Payback de 1,99 años, en contraste con la granja MRN, situada cerca de la costa, que presentó un VPN de R\$ 92.744,31, una TIR de 11,89% y un Payback de 5,68 años, ambas con una tasa de descuento del 10,5%. Una de las principales diferencias entre los dos escenarios evaluados es el costo de adquisición de tierras, que fue menor en la granja OPB debido al menor valor de la tierra en las áreas interiores en comparación con las áreas cercanas a la costa, donde hay mayor especulación inmobiliaria. Además, la menor densidad de siembra en la granja MRN también impactó directamente en el flujo de caja. Estos resultados sugieren que el cultivo en aguas oligohalinas ofrece buenas perspectivas económicas para la producción de *P. vannamei* en el noreste de Brasil, a pesar de los desafíos asociados con la adaptación a las condiciones de baja salinidad.

Palabras clave: Rentabilidad, Análisis Económica, Desarrollo Socioeconómico, Agronegocio.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório da FAO (2024), a produção aquícola mundial atingiu 94,4 milhões de toneladas em 2022, superando pela primeira vez a produção de pescado por captura. Nos últimos 30 anos, a produção de animais aquáticos cresceu mais de 300%, impulsionada pela crescente demanda global por pescado e pela expansão contínua da capacidade produtiva. Esse setor gera um impacto econômico anual estimado em 312,8 bilhões de dólares, destacando sua importância tanto em mercados locais quanto internacionais.

O *Penaeus vannamei* (Boone, 1931), popularmente conhecido como camarão-branco-do-Pacífico ou whiteleg shrimp, ocupa uma posição central na aquicultura global, com uma produção mundial de 6,8 milhões de toneladas em 2022, representando 53,3% da produção de crustáceos cultivados. No Brasil, especialmente no Nordeste, a

carcinicultura é uma atividade econômica fundamental, gerando aproximadamente R\$ 2,6 bilhões em 2023 (Ibge, 2024b; Rocha *et al.*, 2022). A adaptabilidade de *P. vannamei* a diferentes salinidades permite seu cultivo em águas oligohalinas e mesohalinas, ampliando as áreas disponíveis para a aquicultura e oferecendo uma estratégia de mitigação de riscos de doenças (Figueiredo *et al.*, 2004; Flaherty *et al.*, 2000).

Embora a capacidade de *P. vannamei* de tolerar baixas salinidades tenha sido comprovada em termos zootécnicos (Huang *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2023), o impacto econômico dessas variações ainda é pouco explorado. Apesar da viabilidade técnica do cultivo em águas oligohalinas, faltam estudos que abordem os aspectos econômicos que podem influenciar os investimentos na produção semi-intensiva dessa espécie no Nordeste do Brasil.

Este estudo visa preencher essa lacuna, fornecendo uma análise econômica que avalia o impacto das variações de salinidade na viabilidade financeira da produção de *P. vannamei*, contribuindo para maior segurança nos investimentos e desenvolvimento regional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ANÁLISES ECONÔMICAS EM FAZENDAS DE CAMARÃO

Ao iniciar um empreendimento em aquicultura, fatores econômicos-chave devem ser considerados, como demanda de mercado, análise detalhada de custos, projeções de receita, viabilidade financeira, cumprimento de regulamentações, gestão de riscos, disponibilidade de recursos, tecnologias inovadoras, práticas sustentáveis e um plano de negócios abrangente. A análise cuidadosa desses fatores garante decisões informadas e mitiga riscos, estabelecendo uma base sólida para um negócio sustentável (Engle, 2010).

A viabilidade econômica é determinada através da análise do fluxo de caixa estimado, investimento inicial, projeções de vida útil e recuperação, descontados à taxa de juros (Pilão e Hummel, 2003). O estudo busca responder se o projeto será capaz de se pagar e aumentar o valor financeiro do capital investido, sendo a melhor alternativa de

investimento. Além disso, devido a problemas sanitários no litoral, é importante avaliar a viabilidade de migrar a carcinicultura para o interior.

Engle (2010) discute índices econômicos como a Taxa Interna de Retorno (TIR), que avalia a eficiência do investimento, o Valor Presente Líquido (VPL), que mede a lucratividade total do projeto, e o período de Payback, que indica o tempo necessário para recuperar o investimento inicial. Esses índices são fundamentais para avaliar a rentabilidade e risco em aquicultura e são amplamente utilizados (Almeida *et al.*, 2021; Fonseca *et al.*, 2015; Rego *et al.*, 2017).

2.2 CARCINICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO

No Brasil, a carcinicultura é uma atividade econômica relevante, especialmente no Nordeste, onde contribui para o desenvolvimento socioeconômico (Abcc, 2013; Joventino e Mayorga, 2008; Rocha *et al.*, 2022). Fatores como clima favorável e áreas propícias ao cultivo impulsionam a produção nacional. A adaptabilidade do *Penaeus vannamei* a diferentes níveis de salinidade permite seu cultivo em águas oligohalinas e mesohalinas (Oliveira *et al.*, 2022).

Fazendas de camarão em áreas mesohalinas, situadas em regiões costeiras, enfrentam desafios como a competição por espaço com empreendimentos imobiliários, o que aumenta o custo de implantação (Figueiredo *et al.*, 2004; Pinho *et al.*, 2008). Já o cultivo em águas oligohalinas, em regiões interiores, utiliza águas salobras de poços, que são inadequadas para consumo humano, mas viáveis para o cultivo de camarão (Amorim *et al.*, 2020).

Em 2023, o Ceará liderou a produção de camarão no Brasil, com 48,89% da produção nacional, seguido pelo Rio Grande do Norte (16,67%) e Paraíba (12,78%) (Abcc, 2013; Rocha *et al.*, 2022). O número de produtores de camarão no Nordeste aumentou 289% entre 2004 e 2021, com a maioria das propriedades localizadas em áreas costeiras até 2011. Entre 2011 e 2022, verificou-se um aumento significativo na instalação de fazendas em regiões interiores da Paraíba, abastecidas por rios, poços e açudes (Oliveira, 2022).

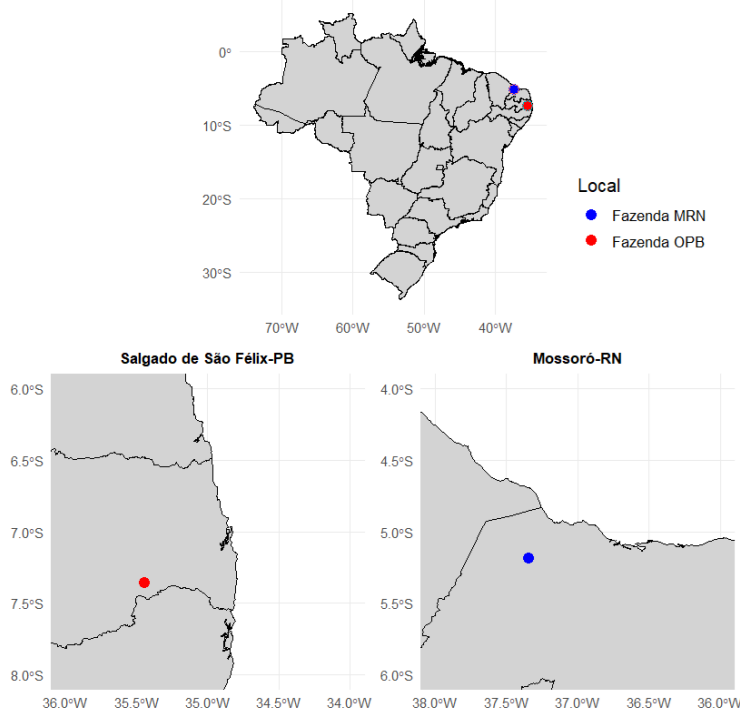
A produção de camarão gera impactos socioeconômicos positivos, especialmente em comunidades costeiras, destacando-se pela geração de empregos e renda (Husni *et al.*, 2023; Maity *et al.*, 2020; Rahman e Hossain, 2013; Ray *et al.*, 2021). Sampaio *et al.* (2008) destacam a carcinicultura como um impulsionador de emprego direto nas fazendas e em setores relacionados, como construção, transporte e serviços de apoio.

3 METODOLOGIA

3.1 SELEÇÃO DE LOCAIS E COLETA DE DADOS

Este estudo foi realizado em duas fazendas de produção de *Penaeus vannamei* no Nordeste do Brasil: uma em Salgado de São Félix, Paraíba, utilizando águas oligohalinas (OPB), com salinidade média de até 2 g/L, e outra em Mossoró, Rio Grande do Norte, utilizando águas mesohalinas (MRN), com salinidade média de 15 g/L (Figura 1). A salinidade foi medida semanalmente com um refratômetro. As fazendas foram selecionadas por sua representatividade em práticas de cultivo em diferentes salinidades. Salgado de São Félix possui um IDH de 0,568, contrastando com Mossoró, que tem um IDH de 0,720 (Ibge, 2024a), refletindo a diversidade socioeconômica entre as áreas.

Figura 1. Localização das fazendas OPB e MRN.



Fonte: O Autor, 2024.

3.2 COLETA DE DADOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Dados primários sobre custos de produção, preços de venda, taxas de sobrevivência e práticas de manejo foram obtidos por entrevistas com gerentes de produção e análise de registros das fazendas. Dados secundários foram coletados a partir de relatórios da ABCC (2013; 2021) e empresas fornecedoras de insumos. Os dados zootécnicos, que cobrem um ciclo produtivo de 2021 a 2023, incluem biomassa final, peso médio final, sobrevivência, ciclo de produção, densidade inicial, produtividade, fator de conversão alimentar (FCA) e número de ciclos anuais. Os preços de comercialização, pós-larvas e ração foram corrigidos pelo IPCA de março de 2024. O custo da mão de obra foi ajustado com base no salário mínimo de 2024.

Os dados foram organizados em formato tabular, com médias e desvios padrão para cada variável. Após verificação de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, foi aplicado o Teste U de Mann-Whitney para comparar os grupos, devido à ausência de homogeneidade nas variâncias. P-valores

($p \leq 0,05$) foram usados para determinar a significância estatística entre as condições de salinidade.

3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

A viabilidade econômica foi estimada com base nos custos de infraestrutura, máquinas, equipamentos e operacionais, considerando uma área produtiva de 10 hectares. A fazenda OPB em Salgado de São Félix possui 7,4 ha com 14 viveiros, enquanto a fazenda MRN em Mossoró possui 7,0 ha e 8 viveiros. Os custos de construção foram baseados no Banco de dados do IBGE (Sinape, 2024). Cada propriedade possui edificações comuns projetadas para atender à necessidade de pequenos empreendimentos de carcinicultura, com galpões e escritórios padronizados. O número de aeradores foi dimensionado de acordo com a biomassa final de camarão, e os custos de mão-de-obra consideraram cinco funcionários por empreendimento.

Os custos operacionais foram estimados com base nas metodologias de Matsunaga *et al.* (1976) e Engle (2010). O Custo Operacional Efetivo (COE) incluiu insumos, manutenção de equipamentos, mão-de-obra, energia e outros gastos, enquanto o Custo Operacional Total (COT) incluiu depreciação de máquinas e infraestrutura. O Custo Total (CT) adicionou a remuneração do capital e o custo de oportunidade da terra.

Indicadores econômicos como Receita Bruta, Lucro Operacional, Índice de Lucratividade, Produção de Nivelamento e Payback foram utilizados para avaliar a viabilidade financeira, seguindo Martin *et al.* (1998) e Matsunaga *et al.* (1976). A TIR, VPL e Payback foram aplicados com uma Taxa Mínima de Atratividade de 10,5% ao ano (Selic). O VPL foi calculado para 10 anos, considerando o valor presente dos fluxos de caixa menos o valor inicial do investimento. A viabilidade é garantida se o valor presente das entradas de caixa for igual ou superior ao das saídas. A seguir é apresentado uma breve descrição de cada um dos indicadores:

Receita Bruta (RB): é a renda obtida com a comercialização do produto final, sem descontar os custos.

Custo Operacional Efetivo (COE): Abrange a somatória das despesas com compra de insumos, mão de obra, impostos e taxas, manutenção de máquinas e demais materiais ou utensílios utilizados no ano ou ciclo produtivo.

Custo Operacional Total (COT): inclui o COE somado aos custos fixos de depreciação e outros custos operacionais, como mão de obra permanente.

Custo Total (CT): é a soma de todos os custos para produzir determinado produto.

Lucro Operacional (LO): é a diferença entre a receita bruta (RB) e o custo operacional total (COT) por hectare.

Índice de Lucratividade (IL): é a relação entre o lucro operacional (LO) e a receita bruta (RB), em porcentagem.

Para determinar qual a quantidade mínima que deverá ser produzida para cobrir os custos, será utilizado o Ponto de Nivelamento (PN), que é a relação entre o custo total (CT) e preço unitário do produto (Pu).

Taxa Interna de Retorno (TIR): é a taxa real de retorno do investimento. Utiliza o fluxo de caixa do empreendimento, igualando o valor líquido atual aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido (Engle, 2010; Noronha, 1987).

$$\sum_{t=0}^n (Ri_t - Ci_t) / (1 + r^*)^t = 0 \quad (1)$$

Onde:

Ri_t = fluxo de caixa da receita bruta no tempo t

Ci_t = fluxo de caixa dos custos no mesmo ponto temporal t

r^* = taxa interna de retorno esperada nesse tempo t

A viabilidade através da TIR ocorrerá caso o valor supere o custo de oportunidade, ou seja, se for mais atrativo que a taxa básica de juros para aplicações financeiras (Buarque, 1984; Sanches *et al.*, 2014).

Valor Presente Líquido (VPL): é utilizado para medir a viabilidade econômica de um projeto. É calculado pela soma dos fluxos de receita esperados para cada período

menos o custo inicial do investimento (Engle, 2010), sendo, de acordo com Contador (1981), um dos indicadores mais rigorosos para este tipo de análise.

$$VPL = \frac{P_1}{(1+I)^1} + \frac{P_2}{(1+I)^2} + \frac{P_n}{(1+I)^n} - C \quad (2)$$

Onde:

P= fluxo de rendimento no período n

I= taxa de desconto (taxa Selic)

C= custo inicial do investimento

Payback: é o período, em anos, necessário para recuperar o que foi investido inicialmente, por meio da receita líquida anual (Engle, 2010). Se as receitas líquidas de caixa forem constantes a cada ano, o período de retorno pode ser calculado da seguinte forma:

$$P = I / E \quad (3)$$

Onde:

P= período de retorno do capital, em anos

In= valor investido

Rl= receita líquida anual esperada

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 INDICADORES ZOOTÉCNICOS

Os dados zootécnicos das fazendas OPB e MRN, incluindo densidade de estocagem, duração do ciclo de produção, taxa de sobrevivência, peso médio final e produtividade por hectare, estão resumidos na Tabela 1. Embora a densidade de estocagem tenha sido maior na OPB, o crescimento diário foi menor, resultando em ciclos

produtivos mais longos. Esse efeito também foi observado por Samadan *et al.* (2018), ao comparar o desempenho de *P. vannamei* em diferentes densidades.

Estudos de Huang *et al.* (2022) e Silva *et al.* (2023) sugerem que a composição iônica da água pode influenciar esses parâmetros, destacando a importância da suplementação mineral em águas oligohalinas para otimizar o crescimento e a sobrevivência. O tempo de cultivo mais curto em águas mesohalinas, conforme indicado pelos dados, está de acordo com Gao *et al.* (2016), que observaram crescimento superior de *P. vannamei* em salinidades mais altas. A menor eficiência alimentar na OPB, refletida pelo maior FCA, pode ser explicada por deficiências minerais específicas dessas águas, conforme discutido por Emerenciano *et al.* (2021) e Davis *et al.* (2002). A redução do FCA é essencial para minimizar custos operacionais, como indicado por Engle (2010) e Matias *et al.* (2020).

Tabela 1: Dados zootécnicos das fazendas de *P. vannamei* em águas oligohalinas e mesohalinas em um ciclo de cultivo, Nordeste, Brasil.

Parâmetro	Oligohalina	Mesohalina	p-valor
Área dos viveiros (ha)	0,53 ± 0,19 ^a	0,88 ± 0,25 ^b	3.52e ⁻²
Densidade (cam. m ⁻²)	35,7 ± 9,03 ^a	10,1 ± 2,46 ^b	6.25e ⁻⁶
Ciclo de produção (dias)	81,2 ± 12,5 ^a	54,9 ± 6,13 ^b	1.25e ⁻⁵
Sobrevivência (%)	59,6 ± 14,2 ^a	72 ± 19,2 ^a	4.41e ⁻¹
Peso médio final (g)	10,6 ± 1,25 ^a	9,85 ± 3,07 ^a	2.12e ⁻¹
Produtividade (kg ha ⁻¹ ciclo ⁻¹)	2.185 ± 538 ^a	664 ± 178 ^b	6.25e ⁻⁶
FCA	1,2 ± 0,38 ^a	0,91 ± 0,22 ^b	8.12e ⁻³

Valores (expressos como média ± desvio padrão) com letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes entre si (P < 0,05). Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

4.2 CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO

O investimento total para a implantação de uma fazenda semi-intensiva de *P. vannamei* em 10 hectares foi de R\$ 1.531.676,00 para a OPB e R\$ 1.555.826,00 para a MRN. A limpeza e movimentação de terra, juntamente com a construção das comportas de abastecimento e drenagem, representaram 55,5% e 54,6% do investimento total nas fazendas OPB e MRN, respectivamente. Estudos anteriores indicam que os investimentos na construção de viveiros variam entre 45,8% e 73,7% do total, conforme Silva e Bezerra (2004), Silva *et al.* (2012), e Rego *et al.* (2017). O maior custo individual foi de R\$

500.000,00 por hectare, destinado à limpeza do terreno, seguido pela construção das comportas, com um custo de R\$ 350.000,00 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores dos investimentos fixos (R\$ e %) para os projetos de implantação da produção de *P. vannamei* em águas oligohalinas e águas mesohalinas em 10 hectares, Nordeste, Brasil.

Descrição	OPB		MRN	
	Valor total (R\$)	%	Valor total (R\$)	%
Custo do projeto	72.956,00	4,76	74.106,00	4,76
Aquisição do terreno	130.000,00	8,49	234.000,00	15,04
Limpeza/movimentação de terra	500.000,00	32,64	500.000,00	32,13
Comportas de abastecimento e drenagem	350.000,00	22,84	350.000,00	22,49
Galpão e escritório	153.120,00	9,99	153.120,00	9,84
Instalação Elétrica	50.000,00	3,26	50.000,00	3,21
Aerador (2,0 HP)	108.000,00	7,05	27.000,00	1,73
Bomba centrífuga 40 CV	150.000,00	9,79	150.000,00	9,64
Equipamentos	10.000,00	0,65	10.000,00	0,64
Móveis, utensílios e apetrechos	8.000,00	0,52	8.000,00	0,51
Total de Investimento	1.532.076,00	100,00	1.556.226,00	100,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

A fase de infraestrutura desempenha um papel crucial nos custos iniciais de implantação de uma fazenda de camarão, com a construção dos viveiros sendo uma das principais despesas. A aquisição de terras, que foi mais cara na MRN, representa uma diferença significativa entre as duas fazendas. Esse maior custo pode ser explicado pela proximidade com o litoral, que aumenta a pressão imobiliária e turística na região. O setor de turismo no Nordeste do Brasil está em constante crescimento, representando uma fonte importante de renda para a região (Cristiano *et al.*, 2020). No entanto, o processo de urbanização, juntamente com o fenômeno de gentrificação, tem levado ao aumento dos preços das terras nessas áreas, resultado da privatização de certos espaços públicos costeiros (Sartore *et al.*, 2019). Esse fator desestimula novos investidores a entrarem no ramo da carcinicultura em áreas litorâneas.

Como consequência, a implementação de fazendas de camarão em áreas rurais com águas oligohalinas está se tornando cada vez mais atrativa, dado que a aquisição de terras representa o maior diferencial de custo entre as fazendas. A migração para áreas

interiores, onde os preços das terras são mais acessíveis, proporciona uma vantagem competitiva significativa, especialmente considerando que a adaptabilidade de *Penaeus vannamei* a diferentes salinidades permite o cultivo em águas oligohalinas, tornando essas áreas alternativas economicamente viáveis.

4.3 DADOS ECONÔMICOS

O custo operacional efetivo (COE) representou 87,95% do custo total (CT) na OPB e 77,02% na MRN (Tabela 3). A ração foi o item de maior custo em ambas as fazendas, com valores de R\$ 474.211,16/ha na OPB e R\$ 164.933,96/ha na MRN, correspondendo a 44,30% e 34,10% do COE, e 38,97% e 26,26% do CT, respectivamente (Tabela 3). A maior conversão alimentar e a densidade de estocagem superior em águas oligohalinas aumentaram os custos nessa condição de salinidade. Na OPB, o segundo maior custo foi a aquisição de pós-larvas (15,42%), seguido de energia elétrica e combustível (13,29%) e mão-de-obra (8,03%). Na MRN, os maiores custos após a ração foram com mão-de-obra (15,57%), energia elétrica (13,65%) e pós-larvas (12,08%).

Tabela 3. Custos operacionais estimados (R\$ e %) para os projetos de implantação da produção de *P. vannamei* em águas oligohalinas e águas mesohalinas em 10 hectares, Nordeste, Brasil.

Custos de Produção	OPB		MRN	
	R\$	%	R\$	%
Pós-larvas	187.712,18	15,42	75.874,18	12,08
Ração	474.211,16	38,97	164.933,96	26,26
Corretivos e demais insumos	9.667,25	0,79	10.266,81	1,63
Gastos administrativos, impostos e taxas	88.284,30	7,25	26.133,69	4,16
Energia e combustível	161.725,07	13,29	85.714,29	13,65
Mão-de-obra contratada	97.776,00	8,03	97.776,00	15,57
Outros	50.968,80	4,19	23.034,95	3,67
Custo Operacional Efetivo - COE	1.070.344,77	87,95	483.733,87	77,02
Depreciação máquinas, equipamentos e benfeitorias	66.162,40	5,44	49.962,40	7,96
Pró-labore	54.000,00	4,44	54.000,00	8,60
Custo Operacional Total - COT	1.190.507,17	97,83	587.696,27	93,58
Remuneração de Capital	6.947,05	0,57	5.246,05	0,84
Custo de Oportunidade da Terra	19.500,00	1,60	35.100,00	5,59
Custo Total - CT	1.216.954,22	100,00	628.042,32	100,00

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A análise dos custos de produção em diferentes sistemas de cultivo de camarão demonstra um padrão consistente na distribuição dos principais itens de custo. Em sistemas semi-intensivos de *Penaeus vannamei* no México, Ponce-Palafox *et al.* (2011) identificaram a ração como o principal componente de custo, representando entre 32% e 38% do total, seguida por pós-larvas, mão-de-obra, energia elétrica e combustíveis. Esses achados são corroborados por estudos em contextos geográficos e sistemas de cultivo distintos. Khac *et al.* (2021), por exemplo, observaram que, no cultivo semi-intensivo de *Penaeus monodon* no Vietnã, a ração também foi o maior custo, variando entre 43,1% e 63,3%, com mão-de-obra, energia elétrica e pós-larvas compondo o restante.

Estudos em sistemas que utilizam a tecnologia de bioflocos (BFT) no Brasil mostram tendências semelhantes. Almeida *et al.* (2021) relataram que a ração representou 57,5% dos custos em sistemas BFT no Sul do Brasil, enquanto Rego *et al.* (2017), na região Nordeste, encontraram que a ração constituiu 46,2% dos custos totais, seguida por mão-de-obra, pós-larvas e energia elétrica.

Esses resultados indicam que, independentemente do sistema de cultivo ou localização geográfica, a ração representa consistentemente a maior parcela dos custos de produção na carcinicultura marinha. Estratégias focadas na redução dos custos de alimentação, como a otimização de dietas e a melhoria da eficiência alimentar, podem ter um impacto significativo na rentabilidade das operações. Além disso, a variabilidade nos custos de mão-de-obra e energia elétrica entre os diferentes estudos reforça a importância de considerar fatores locais ao desenvolver estratégias de manejo econômico. Uma compreensão detalhada da estrutura de custos é essencial para aprimorar a viabilidade econômica e a sustentabilidade da atividade.

A receita bruta foi estimada considerando um preço de venda de R\$ 20,53 por quilograma de camarão, com peso médio final de aproximadamente 10 g. A produção média anual foi de 9.685,29 kg/ha para a OPB e 4.394,52 kg/ha para a MRN. Em uma área de 10 hectares, a receita bruta anual foi estimada em R\$ 1.988.389,14 para a OPB e R\$ 902.195,71 para a MRN. A maior receita na OPB pode ser atribuída à maior densidade de estocagem, resultando em uma produtividade significativamente superior, apesar do maior fator de conversão alimentar (FCA) em comparação à MRN.

Os principais indicadores de viabilidade econômica incluem o lucro operacional, estimado em R\$ 771.434,92 para a OPB e R\$ 274.153,39 para a MRN. A produção de nivelamento foi de 59.276,87 kg para a OPB e 30.591,44 kg para a MRN. O custo por quilograma de camarão produzido foi de R\$ 12,56 para a OPB e R\$ 14,29 para a MRN (Tabela 4). Esses resultados refletem a maior eficiência operacional da OPB, especialmente em termos de produtividade e lucratividade.

Tabela 4. Rentabilidade para os projetos de implantação da produção de *P. vannamei* em águas oligohalinas e águas mesohalinas em 10 hectares, Nordeste, Brasil.

Variáveis	OPB	MRN
Investimento (R\$)	R\$ 1.532.076,00	R\$ 1.556.226,00
Produção (kg ano ⁻¹)	96.852,86	43.945,24
Preço de Venda (R\$)	R\$ 20,53	R\$ 20,53
Receita Bruta (R\$)	R\$ 1.988.389,14	R\$ 902.195,71
Custo Operacional Total (R\$)	R\$ 1.216.954,22	R\$ 628.042,32
Lucro Operacional (R\$)	R\$ 771.434,92	R\$ 274.153,39
Índice de Lucratividade (%)	38,80%	30,39%
Produção de Nivelamento (kg)	59.276,87	30.591,44
Preço de Nivelamento (R\$)	R\$ 12,56	R\$ 14,29

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

A análise de viabilidade econômica dos projetos de implantação da produção de *P. vannamei* em águas oligohalinas (OPB) e águas mesohalinas (MRN) revelou resultados significativos, refletidos na Tabela 5.

Tabela 5. Viabilidade econômica para os projetos de implantação da produção de *P. vannamei* em águas oligohalinas e águas mesohalinas em 10 hectares, Nordeste, Brasil.

Análises	OPB	MRN
VPL (R\$)	3.107.929,74	92.744,31
TIR (%)	49,45	11,89
Payback (anos)	1,99	5,68

Fonte: Dados da pesquisa, 2024

Os dados indicam que o projeto OPB, baseado em águas oligohalinas, é economicamente viável, com um Valor Presente Líquido (VPL) positivo de R\$ 3.107.929,74, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 49,45%, superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 10,5% ao ano, e um período de retorno do investimento (Payback)

de 1,99 ano. O índice de lucratividade de 38,80% confirma que a receita gerada cobre os custos operacionais, proporcionando um lucro significativo. A produção de nivelamento de 59.276,87 kg/ano e o preço de nivelamento de R\$ 12,56 reforçam a viabilidade econômica do projeto.

Por outro lado, o projeto MRN, em águas mesohalinas, apresentou um VPL de R\$ 92.744,31, com uma TIR de 11,89% e um Payback de 5,68 anos. Embora o índice de lucratividade de 30,39% e o VPL positivo indiquem viabilidade, a TIR ligeiramente acima da TMA sugere maior risco e menor margem de segurança quando comparado ao projeto OPB. A produção de nivelamento de 30.591,44 kg/ano e o preço de nivelamento de R\$ 14,29 indicam que a eficiência produtiva do projeto MRN precisa ser otimizada, com medidas como o aumento da densidade de estocagem, conforme sugerido por Araújo *et al.* (2018).

O índice de lucratividade de 38,80% (OPB) e 30,39% (MRN) para o preço de venda de R\$ 20,53/kg de camarão fresco se aproxima dos 33,0% relatados por Bessa Júnior e Henry-Silva (2018), embora seja inferior aos 59,79% observados por Rego *et al.* (2017) em sistemas de cultivo convencional. Quanto ao Payback, o tempo de retorno de 5,68 anos no projeto MRN é maior do que o reportado em sistemas BFT por Almeida *et al.* (2021) e Silva *et al.* (2012), que variaram entre 2,0 e 2,3 anos. Rego *et al.* (2017) encontraram um Payback de 3,96 anos para BFT e de 0,83 ano para o cultivo convencional.

Essas diferenças podem ser atribuídas a diversos fatores, como as técnicas de cultivo utilizadas e as particularidades de cada local de produção, que influenciam diretamente os resultados econômicos. Estudos recentes, como o de Costa *et al.* (2018), destacam que a viabilidade econômica é sensível às variações nos preços de venda, evidenciando a complexidade das interações entre custos operacionais e receitas. Uma análise econômica detalhada é, portanto, crucial para ajustar estratégias de produção e comercialização, maximizando a rentabilidade e mitigando os riscos associados às flutuações de mercado e variáveis ambientais.

As implicações deste estudo são relevantes para investidores, produtores e formuladores de políticas, oferecendo informações para a expansão e a sustentabilidade da carnicultura no Brasil e em outros países com condições ambientais semelhantes. A adoção dessa prática pode gerar impactos positivos em regiões com baixos índices de desenvolvimento humano (IDH), como Salgado de São Félix-PB e outras áreas do Nordeste brasileiro, promovendo o desenvolvimento socioeconômico local. A continuidade das pesquisas e o monitoramento constante são essenciais para ajustar as práticas de manejo às condições locais e maximizar tanto a rentabilidade quanto a sustentabilidade da produção aquícola.

5 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que o cultivo de *Penaeus vannamei* em águas oligohalinas (OPB) no interior da Paraíba apresentou maior viabilidade econômica em comparação ao cultivo em águas mesohalinas (MRN) em Mossoró. Indicadores como VPL, TIR e Payback foram mais favoráveis na OPB, devido aos menores custos de terra e maior densidade de estocagem, resultando em maior produtividade. Embora o cultivo em águas mesohalinas tenha vantagens como menor FCR e ciclos produtivos mais curtos, esses benefícios não compensaram os custos elevados de implantação em áreas costeiras.

A densidade de estocagem foi identificada como fator determinante tanto na produtividade quanto nos custos operacionais. A OPB, com maior densidade, apresentou custos mais elevados, mas também maior produtividade, sugerindo potencial de otimização. Estratégias de manejo que equilibrem densidade e eficiência alimentar podem maximizar a rentabilidade em diferentes salinidades. Estudos adicionais são recomendados para validar esses resultados em maior escala e com ajustes operacionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Embrapa Pesca e Aquicultura, à Associação Brasileira de Criadores de Camarão e à MCR Aquicultura. Às fazendas Rio Azul e Camarão Nobre pela contribuição à pesquisa. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 88887.801148/2023–00 e a Luis Otavio Brito, que agradece pela bolsa concedida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq; números de processo: 308063/2019–8 e 309669/2021–9).

REFERÊNCIAS

- ABCC. **Levantamento da Infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.** Natal: Associação Brasileira de Criadores de Camarão, 2013. 80 p.
- ABCC. **Manual de Boas Práticas de Manejo e de Biossegurança para a Carcinicultura Brasileira.** Natal: Associação Brasileira de Criadores de Camarão, Junho 2021 2021. 132 p.
- ALMEIDA, M. S. *et al.* Bioeconomic analysis of the production of marine shrimp in greenhouses using the biofloc technology system. **Aquaculture International**, v.29, n. 2, p. 723-741, 2021.
- ARAÚJO, J. A. *et al.* Eficiência Produtiva das Fazendas de Carcinicultura no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.56, n. 1, p. 35-50, 2018.
- BESSA JÚNIOR, A.; HENRY-SILVA, G. Avaliação zootécnica e econômica da criação de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) em diferentes estratégias de manejo e densidades. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, p. 1887-1898, 2018.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos.** Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- CONTADOR, C. R. **Avaliação social de projetos.** São Paulo: Atlas, 1981.
- COSTA, J. I.; SABBAG, O. J.; MARTINS, M. I. E. G. Avaliação econômica da produção de tilápias em tanques-rede no médio Paranapanema-SP. **Custos e Agronegócio online**, v.14, n. 4, p. 259-281, 2018.
- CRISTIANO, S. d. C.; ROCKETT, G. C.; PORTZ, L. C.; DE SOUZA FILHO, J. R. Beach landscape management as a sustainable tourism resource in Fernando de Noronha Island (Brazil). **Marine pollution bulletin**, v.150, p. 110621, 2020.
- DAVIS, D. A.; SAOUD, I. P.; MCGRAW, W. J.; ROUSE, D. B. Considerations for *Litopenaeus vannamei* Reared in Inland Low Salinity Waters. In: **Avances en Nutrición Acuicola**, VI, 2002. **Memorias del VI Simposium Internacional de Nutrición Acuicola.** Cancún, Quintana Roo, México. 2002.
- AMORIM, T. S.; NUNES, C. A. R.; DE SOUZA, G. R.; LIMA, J. A. *et al.* AVALIAÇÃO DE DIFERENTES CORRETIVOS NA ÁGUA DE CULTIVO DO CAMARÃO BRANCO DO PACÍFICO (*Litopenaeus vannamei*-Boone, 1931). **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.13, n. 1, p. 12-22, 2020.
- EMERENCIANO, M. G.; MIRANDA-BAEZA, A.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; POLI, M. A. *et al.* Biofloc technology (BFT) in shrimp farming: past and present shaping the future. **Frontiers in Marine Science**, v.8, p. 813091, 2021.
- ENGLE, C. R. **Aquaculture economics and financing: management and analysis.** John Wiley & Sons, 2010.

FAO. **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024**. Blue Transformation in action. Rome: Fisheries and Aquaculture Technical Papers, 2024. 232 p.

FIGUEIREDO, M. C. B. *et al.* Perfil das Fazendas de Camarão em Águas Interiores, na Região do Baixo Jaguaribe. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre**, v.9, n. 3, p. 101-108, 2004.

FLAHERTY, M.; SZUSTER, B. W.; MILLER, P. A. Low salinity inland shrimp farming in Thailand. **AMBIO: A Journal of the Human Environment**, v.29, n. 3, p. 174-179, 2000.

FONSECA, T. *et al.* Technical and economic feasibility of integrating seahorse culture in shrimp/oyster farms. **Aquaculture Research**, v.48, n. 2, p. 655-664, 2015.

GAO, W. *et al.* Effect of salinity on the growth performance, osmolarity and metabolism-related gene expression in white shrimp *Litopenaeus vannamei*. **Aquaculture Reports**, 2016.

HUANG, H.-H. *et al.* Growth performance of shrimp and water quality in a freshwater biofloc system with a salinity of 5.0‰: effects on inputs, costs and wastes discharge during grow-out culture of *Litopenaeus vannamei*. **Aquacultural Engineering**, v.98, p. 1-8, 2022.

HUSNI, E.; AISYAH, S.; UZRA, M. Analysis of The Socio-Economic Impact Of The Vannamei Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Fishery Business Activities On Local Communities In Padang Pariaman Regency. **International Journal of Progressive Sciences and Technologies**, v.38, n. 2, p. 245-251, 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados do Brasil. Brasília, DF: IBGE, c2024. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 4 jul. 2024a.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção de camarão. Disponível em: www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/camarao/br, Acesso em: 3 out. 2024b.

JOVENTINO, F. K. P.; MAYORGA, M. I.O. DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL E TECNOLÓGICO DA CARCINICULTURA NO MUNICÍPIO DE FORTIM, CEARÁ, BRASIL. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, v.2, n. 2, 2008.

KHAC, H. T.; PHUONG, H. H. T. T.; HUANG, C. T.; MIAO, S. BIOECONOMIC EVALUATION OF THE TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon*) INDUSTRY IN TRA VINH PROVINCE, VIETNAM. **Journal of Marine Science and Technology**, v.24, n. 2, p. 20, 2021.

MAITY, A. *et al.* Socio-economics of the *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) farmers in West Bengal, India: a descriptive study. **Journal of Crop and Weed**, v.16, n. 3, p. 104-109, 2020.

- MARTIN, N. B. *et al.* Sistema integrado de custos agropecuários-CUSTAGRI. **Informações econômicas-governo do estado de São Paulo Instituto de Economia Agrícola**, v.28, p. 7-28, 1998.
- MATIAS, J. F. N. *et al.* Análise comparativa da eficiência econômica e competitividade dos cultivos de camarão marinho no sistema semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos-BFT) utilizados no Brasil. **Sistemas & Gestão**, v.15, n. 2, p. 123-130, 2020.
- MATSUNAGA, M. *et al.* Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- NORONHA, J. F. **Projetos agropecuarios administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987.
- OLIVEIRA, A. G. J. Cultivo de camarões marinhos em águas oligo e mesohalinas na Paraíba. **Revista Feed&Food**. Sorocaba. 179: 86-87 p. 2022.
- OLIVEIRA, C. R. d. R.; DE OLIVEIRA, V. Q.; PIMENTEL, O. A. L. F.; DOS SANTOS, E. P. *et al.* Growth performance and proximate composition of *Penaeus vannamei* reared in low-salinity water with different ionic compositions in a synbiotic system. **Aquaculture International**, v.30, n. 6, p. 3123-3141, 2022.
- PILÃO, N. E.; HUMMEL, P. R. **Matemática financeira e engenharia econômica**. São Paulo: Thompson, 2003. 274p.
- PINHO, L.; ALBUQUERQUE, H.; MARTINS, F. vozes do mar não chegam a terra—segunda residência em áreas de risco costeiro. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, v.17, n. 1, p. 77-95, 2008.
- PONCE-PALAFOX, J. T. *et al.* Technical, economics and environmental analysis of semi-intensive shrimp (*Litopenaeus vannamei*) farming in Sonora, Sinaloa and Nayarit states, at the east coast of the Gulf of California, México. **Ocean & coastal management**, v.54, n. 7, p. 507-513, 2011.
- RAHMAN, M.; HOSSAIN, M. Production and export of shrimp of Bangladesh: problems and prospects. **Progressive Agriculture**, v.20, n. 1-2, p. 163-171, 2013.
- RAY, S.; MONDAL, P.; PAUL, A. K.; IQBAL, S. *et al.* Role of shrimp farming in socio-economic elevation and professional satisfaction in coastal communities. **Aquaculture Reports**, v.20, p. 100708, 2021.
- REGO, M. A. S.; SABBAG, O. J.; SOARES, R.; PEIXOTO, S. Risk analysis of the insertion of biofloc technology in a marine shrimp *Litopenaeus vannamei* production in a farm in Pernambuco, Brazil: A case study. **Aquaculture**, v.469, p. 67-71, 2017.
- ROCHA, I. d. P.; FERNANDES, B. R. d. S.; FONSECA, C. S. **Censo da carcinicultura dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte**. Natal: ABCC, 2022. 204 p.

SAMADAN, G. M.; RUSTADI; DJUMANTO; MURWANTOKO. Production performance of whiteleg shrimp *Litopenaeus vannamei* at different stocking densities reared in sand ponds using plastic mulch. **Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation**, v.11, n. 4, p. 1213-1221, 2018.

SAMPAIO, Y.; COSTA, E. d. F.; SAMPAIO, E. A. B. R. Impactos socioeconômicos do cultivo de camarão marinho em municípios selecionados do Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, p. 1015-1042, 2008.

SANCHES, E. G.; DA COSTA SILVA, F.; RAMOS, A. P. F. D. A. Viabilidade econômica do cultivo do robalo-flecha em empreendimentos de carcinicultura no Nordeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.40, n. 4, p. 577-588, 2014.

SARTORE, M. d. S.; PEREIRA, S. d. A.; RODRIGUES, C. Aracaju beach bars as a contested market: Conflicts and overlaps between market and nature. **Ocean & Coastal Management**, v.179, p. 104828, 2019.

SILVA, G. C.; LIMEIRA, A. C.; DE ALMEIDA COSTA, G. K.; DA SILVA, S. M. B. C. *et al.* Effects of different forms of artificially salinized in low-salinity water of *Penaeus vannamei* in the grow-out phase in a synbiotic system. **Aquaculture International**, v.31, n. 3, p. 1303-1324, 2023.

SILVA, L. A. C.; BEZERRA, M. A. Análise econômico-financeira da carcinicultura do estado do Ceará: um estudo de caso. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural - SOBER**, 42, Cuiabá, 2004. **Anais[...]**. Brasília-DF, v. 1, p.1-16, 2004.

SILVA, S. d.; PONTES, F.; PONTES, F. M.; BESSA JUNIOR, A. P. *et al.* Analysis in shrimp investment of Rio Grande do Norte: a case study. **Revista Caatinga**, v.25, n. 1, p. 168-175, 2012.

SINAPE – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil. 2024. Referência de preços e custo. Disponível em:
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?edicao=39713>. Acesso em 7 jun. 2024.