

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL EM UM CULTIVO DE CAMARÃO MARINHO

João Felipe Nogueira Matias¹ | <http://orcid.org/0000-0001-6491-9073>
Luanna Mariane Pereira Ramos Gil¹ | <http://orcid.org/0009-0001-8206-802X>
Fernanda Beatryz Rolim Tavares¹ | <http://orcid.org/0000-0002-5724-8184>

Submetido: 14/10/2024 | Aprovado: 19/09/2025 | Publicado: 14/01/2026

Editora associada: Dra Anna Cecília Chaves Gomes

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/2526-2289a2025id8753>

Resumo - A carcinicultura é uma atividade com significativa relevância econômica dentro da aquicultura, mas enfrenta desafios, como o elevado consumo de água e energia. Este consumo, essencial para a produção de camarões, insere a carcinicultura no debate do "nexo água, energia e alimentos". A atividade demanda grandes volumes de água, e sua má qualidade exige o uso intensivo de aeradores, o que, por sua vez, aumenta o consumo de energia elétrica. Em busca de maior sustentabilidade e redução dos impactos ambientais, a adoção de energias renováveis surge como uma solução viável. O presente estudo, caracterizado como um estudo de caso, tem como objetivo analisar a viabilidade econômica de um sistema de cultivo de camarões localizado no Pará que utiliza placas solares como fonte de energia. Foi realizada uma análise econômica por meio de indicadores pós-implementação dos painéis fotovoltaicos, e os resultados indicaram que essa solução é viável economicamente para o contexto estudado. Com a redução dos custos de energia elétrica, o projeto torna-se mais atrativo, incentivando a diversificação da matriz energética em sistemas de produção aquícola. Essa mudança pode trazer, além de benefícios econômicos, impactos sociais e ambientais positivos. Embora focado em uma localidade específica, as práticas e conclusões deste estudo podem servir de referência para outras regiões, oferecendo estratégias replicáveis e promovendo a sustentabilidade em atividades similares.

Palavras-chave: Carcinicultura; energias renováveis; viabilidade econômica.

ECONOMIC VIABILITY ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY GENERATION IN A MARINE SHRIMP FARM

Abstract – Shrimp farming is an activity of significant economic relevance within aquaculture, but it faces challenges such as high water and energy consumption. This demand, essential for shrimp production, places the activity within the debate on the water–energy–food nexus. The activity requires large volumes of water, and its poor quality demands intensive use of aerators, which, in turn, increases electricity consumption. In the search for greater sustainability and reduced environmental impacts, the adoption of renewable energy emerges as a viable solution. This study, designed as a case study, aims to analyze the economic feasibility of a shrimp farming system located in Pará, Brazil, that uses solar panels as an energy source. An economic analysis was carried out through indicators applied after the implementation of photovoltaic panels, and the results indicated that this solution is economically feasible for the studied context. By reducing electricity costs, the project becomes more attractive, encouraging the diversification of the energy matrix in aquaculture production systems. This change can generate, in addition to economic benefits, positive social and environmental impacts. Although focused on a specific locality, the practices and conclusions of this study may serve as a reference for other regions, offering replicable strategies and promoting sustainability in similar activities.

Keywords: Shrimp farming; renewable energies; economic viability.

¹ Universidade Federal do Ceará (UFC)



1 INTRODUÇÃO

A carcinicultura, segmento específico da aquicultura dedicado à criação de camarões (Sebrae, 2018), está entre as atividades de crescimento mais rápido no mundo (Wani *et al.*, 2024). Alcançou uma produção de 78.637 toneladas no Brasil em 2021, gerando um valor de R\$ 1,6 bilhão (IBGE, 2022). Trata-se de uma atividade econômica em ascensão global, sendo impulsionada no Brasil pelo clima favorável e pela incorporação de novas tecnologias de produção, o que consolidou o país como um dos principais produtores de camarão nas Américas (Freitas, 2008).

Embora a carcinicultura esteja em expansão global, essa atividade enfrenta desafios significativos, especialmente relacionados ao consumo de água e energia, além do descarte adequado de efluentes (Santaella *et al.*, 2018; Sukumaran *et al.*, 2019). O cultivo de camarões é uma atividade que consome uma grande quantidade de água e que a má qualidade da água, requer um uso maior de aeradores, o que eleva o consumo energético (Valenti, 2002a).

O consumo de água e energia na produção de camarões permite relacionar uma discussão junto à temática "nexo água, energia e alimentos". Essa abordagem reconhece que os modelos atuais de gestão desses recursos não são eficazes em assegurar maiores níveis de segurança hídrica, energética e alimentar para as sociedades (Flammini *et al.*, 2014). De acordo com Bazilian *et al.* (2011), o nexo aborda a interdependência entre água, energia e alimentos, uma vez que cada um desses recursos depende e impacta o outro. Hoff (2010) afirma que o nexo se coloca como uma proposição de busca de eficiência sistêmica e como contraponto ao desempenho de distintos setores.

Em busca da sustentabilidade e consequentemente redução nos impactos causados pela atividade produtora de camarão, uma das alternativas é a implementação de energias renováveis no processo.

As energias renováveis no Brasil mantêm-se como um exemplo de sucesso, com participação significativa na matriz energética nacional (Empresa de Pesquisa Energética, 2023; Rocha, 2024). Esse cenário vem sendo fortalecido pela diversificação das fontes, a exemplo da expansão da energia solar fotovoltaica, que surge como alternativa estratégica para reduzir impactos ambientais e a dependência de combustíveis fósseis, tendência também observada em diversos países (Ferreira *et al.*, 2018).



Considerando a discussão proposta visando um processo mais sustentável, onde a implementação de energia renovável na produção de camarão pode ser uma alternativa que permita resultados positivos para o meio ambiente, surge o problema de pesquisa: “Qual é a viabilidade econômica da implementação de painéis solares em uma fazenda de carcinicultura?”. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso com objetivo de analisar a viabilidade econômica pós implementação de placas solares em um sistema de cultivo de camarões, avaliando o desempenho financeiro do projeto de energia solar após sua implementação, considerando a rentabilidade, eficácia e contribuição para a gestão financeira da fazenda.

A relevância desta pesquisa reside em sua contribuição tanto para o mercado quanto para a academia. Para o setor produtivo, a análise da viabilidade econômica da implementação de painéis solares oferece constatações sobre a redução de custos operacionais e a melhoria da sustentabilidade ambiental, fatores que podem aumentar a competitividade da atividade no mercado. Sendo assim, fornece uma compreensão abrangente de como a transição de energia pode impactar em um empreendimento. No âmbito acadêmico, este estudo propõe um aprofundamento na interconexão entre água, energia e alimentos, ao aplicar conceitos do nexo para explorar como práticas de produção mais sustentáveis podem ser implementadas nessa atividade produtiva. Assim, o estudo visa não apenas preencher lacunas teóricas sobre o uso de energias renováveis na carcinicultura, mas também oferece um modelo aplicável em outras regiões e setores.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A ATIVIDADE DA CARCINICULTURA

A aquicultura é o manejo regulado de espécies aquáticas, incluindo peixes, moluscos e plantas aquáticas (Abakari *et al.*, 2022). Ela envolve a criação, cultivo e colheita desses organismos em diversos ambientes marinhos, como tanques, gaiolas oceânicas e viveiros (Muthu *et al.*, 2024).

Em nível mundial, a aquicultura é definida como sendo o cultivo de organismos aquáticos em áreas continentais ou costeiras, que implica, por um lado, na intervenção no



processo de criação para melhorar a produção e por outro lado, na propriedade individual ou empresarial do estoque cultivado (FAO, 2008). No Brasil, essa é a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, se dá total ou parcialmente em meio aquático, implicando a propriedade do estoque sob cultivo, equiparada à atividade agropecuária (Brasil, 2009).

De acordo com Pillay (1990), a aquicultura também pode ser definida pelo tipo de organismo cultivado, como por exemplo, piscicultura (peixe), carcinicultura (camarão), ostreicultura (ostra), mitilicultura (mexilhão), algicultura (alga), dentre outros. Em 2020, a aquicultura mundial obteve uma produção de 87,5 milhões de toneladas, gerando US\$281,5 bilhões (FAO, 2022). Considerando o ano de 2021, a produção aquícola brasileira foi de 648.538 toneladas, sendo que a produção de camarões destaca-se com resultado em valores de R\$1,6 bilhão (IBGE, 2022), demonstrando assim seu potencial econômico.

A carcinicultura é realizada em diversas partes do mundo, e, considerando o hemisfério ocidental, destacam-se os países Equador, México e Brasil (FAO, 2022). De acordo com o IBGE (2022), a produção de camarões marinhos cultivados no Brasil foi de 78.637 toneladas no ano de 2021. Segundo Crispim *et al.* (2017) a carcinicultura tem sido a atividade mais rentável e aplicada dentro da aquicultura, representando cerca de 15% do comércio de pescados. O desenvolvimento dessa atividade cresceu de forma significativa no decorrer dos anos, proporcionando ganhos financeiros consideráveis e melhorias na economia, entretanto, é importante ressaltar atenção ao crescimento desordenado, que pode gerar impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente (Vicente *et al.*, 2016).

A aquicultura marinha, com foco específico na carcinicultura, tem sido alvo de extensas discussões e estudos que visam identificar e avaliar os impactos provocados por essas atividades produtivas (de Oliveira Júnior *et al.*, 2021). O considerável potencial de impacto ambiental da carcinicultura é evidenciado não apenas pela supressão da vegetação, mas também pela alteração da qualidade da água liberada no ambiente (Carvalho; Mello, 2018).

Dessa forma, destaca-se a necessidade de produção considerando um desenvolvimento sustentável, permitindo que a atividade continue gerando seus benefícios econômicos, porém, sem que este prevaleça às demais perspectivas (ambiental e social).



2.2 O NEXO ÁGUA, ENERGIA E ALIMENTOS

A abordagem nexo água, energia e alimentos (*nexus water, energy and food*) emergiu na última década em torno de preocupações com as tendências mundiais de aumento populacional, de crescimento econômico e de mudanças climáticas que vem colocando sobre pressão estes recursos que são vitais (Chiodi *et al.*, 2019). Significa o entendimento das interdependências, tensões e compensações que corroboram para que os elementos estejam intimamente ligados, impossibilitando a dissociação para obter esforços que objetivem alcançar a sustentabilidade de forma ampla (Mohtar, 2012).

A interligação entre os elementos do nexo propicia uma segurança maior dos recursos, já que aumenta a eficiência, reduz perdas e proporciona sinergia entre os componentes (Mariani *et al.*, 2016). Torna-se recomendado para criar estratégias para uso de recursos sem que ocasione transtornos às atuais e futuras necessidades da humanidade (Rodrigues, 2017). Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação - FAO (2014) a preocupação mundial com o nexo se reflete pelo aumento da população mundial e ao consequente aumento da demanda por água, energia e alimento, estimando um aumento de 60% da produção alimentícia, 40% de consumo de água e 50% de necessidade de energia.

Além das implicações decorrentes das mudanças climáticas, os recursos hídricos frequentemente enfrentam outras pressões, como a ocupação e exploração excessiva das bacias hidrográficas, o aumento na demanda por água em contextos urbanos, agrícolas e de geração de energia, a intensificação de processos prejudiciais à qualidade da água, e desafios na gestão efetiva desse recurso natural (UNESCO, 2017).

A discussão do nexo água está relacionada à segurança hídrica, uma vez que o uso inefficiente dos recursos hídricos representa um risco iminente de escassez, um cenário que impacta não apenas a acessibilidade à água, mas reverbera em todo o nexo (Rodrigues, 2007). A questão da água transcende fronteiras, sendo simultaneamente global e local, representando um desafio compartilhado pela humanidade (Hoff, 2011).

Apesar de a carcinicultura desempenhar um papel relevante no equilíbrio comercial de pescados, ela está envolta por desafios ambientais substanciais. É uma atividade reconhecida pelo alto potencial de degradação ambiental, podendo resultar em poluição das águas,



necessitando um monitoramento rigoroso do descarte dos efluentes e resíduos sólidos gerados durante a produção do camarão (Fonseca; Silva, 2021).

Na carcinicultura, a gestão eficaz da água é crucial. O uso racional desse recurso é vital para garantir condições ideais nos viveiros de camarão, promovendo a saúde dos animais e otimizando o ambiente de cultivo. Estratégias sustentáveis para o manejo da água na carcinicultura contribuem não apenas para a preservação desse recurso precioso, mas também para a eficiência operacional da atividade.

Para o aspecto energia, segundo análise realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (2020), o Brasil oferta, em sua maioria, energia não renovável, sendo 46,1% de energias renováveis. Um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (2020) evidenciou que apenas 52,97% do território brasileiro apresenta nível satisfatório de energia. Assim, no Brasil, que tem sua energia fornecida por usinas hidrelétricas, gerada pelo uso de água, evidencia que, caso haja crise hídrica, o sistema energético será fortemente abalado gerando crise no desenvolvimento socioeconômico, que comprometerá a produção de alimentos e o consumo de água pela população (Oliveira, 2018).

A carcinicultura exige considerável consumo de energia elétrica em seus processos, envolvendo a operação simultânea de diversas bombas, aeradores e outros equipamentos, resultando em custos elevados com as tarifas de energia elétrica, um dos principais custos do setor (Kubitza, 2021).

Assim, percebe-se que essa é uma atividade intensiva em energia, especialmente devido à necessidade de bombas, motores e aeradores para manter a qualidade da água nos viveiros. Considerando o nexo entre água e energia, a busca por fontes renováveis, como a energia solar, não só pode permitir reduzir os custos operacionais, mas também alinhar a atividade com práticas mais sustentáveis, minimizando os impactos ambientais associados ao consumo de energia.

Em relação ao nexo alimento, este aborda como a produção de alimentos está intrinsecamente ligada à gestão de recursos naturais e à demanda por energia, destacando a necessidade de uma abordagem integrada para garantir a segurança alimentar, otimizando a utilização de recursos e minimizando os impactos ambientais. Este nexo reconhece que as decisões relacionadas à produção, consumo e distribuição de alimentos têm implicações



significativas na disponibilidade e uso sustentável dos recursos naturais e energéticos (Giatti, 2016).

Os camarões representam uma fonte nutritiva de alimentos e são um dos produtos alimentícios mais amplamente comercializados globalmente. Dada essa popularidade, é essencial que os carcinicultores brasileiros realizem um manejo eficaz deste produto, assegurando maior qualidade e produtividade (Engepesca, 2022).

A crescente demanda por produção na atividade de carcinicultura é impulsionada pela sua relevância significativa no contexto da segurança alimentar, desempenhando um papel crucial na oferta de uma fonte de alimento nutritiva amplamente consumida (Tahim *et al.*, 2019).

A produção de camarões está diretamente ligada ao fornecimento adequado de alimentos. A relação com o nexo alimento destaca a importância de práticas responsáveis de alimentação dos camarões, otimizando os insumos e minimizando desperdícios. Ao equilibrar a produção de alimentos para os camarões com práticas sustentáveis, a carcinicultura pode contribuir para a segurança alimentar e a eficiência na utilização de recursos.

Importante ressaltar que são aspectos interligados. Após revisarem a literatura relacionada à abordagem *Nexus*, Simpson e Jewitt (2019) propuseram uma definição abrangente. Segundo os autores, o *Nexus Água-Energia-Alimentos* refere-se ao estudo das interconexões entre esses três setores de recursos, explorando suas sinergias, conflitos e compensações resultantes da forma como são geridos. Em outras palavras, abrange as relações complexas, como a água para alimentos e alimentos para água, energia para água e água para energia, além de alimentos para energia e energia para alimentos. Essa definição destaca a intricada teia de interações e dependências entre água, energia e alimentos, destacando a necessidade de uma abordagem integrada e holística na gestão desses recursos.

Dessa forma, percebe-se o nexo como uma ferramenta essencial para atingir o desenvolvimento sustentável, além da segurança e subsistência ambiental englobando o equilíbrio entre a oferta de recursos ambientais e a demanda humana (Biggs *et al.*, 2015).



2.3 CARCINICULTURA, SUSTENTABILIDADE E ENERGIAS RENOVÁVEIS

A expansão da aquicultura mundial tem gerado questionamentos acerca da sustentabilidade no setor (Lima; Mendonça Filho, 2009). Valenti (2002b) define a aquicultura sustentável como a produção lucrativa de organismos aquáticos mantendo uma interação harmônica com ecossistemas e comunidades locais. O autor ainda destaca que para que a aquicultura seja sustentável é necessário que seja lucrativa, produtiva, gere empregos com respeito à cultura local, melhorando a qualidade de vida e que utilize os recursos ambientais de maneira racional.

O crescimento mundial da carcinicultura trouxe uma série de problemas relacionados a impactos ambientais e socioeconômicos, colocando em risco até mesmo a sustentabilidade da atividade (Wainberg, 2000). Os principais desafios associados a essa atividade incluem os custos relacionados à alimentação dos camarões e a produção de efluentes ricos em nutrientes e carga orgânica (Ribeiro *et al.*, 2014; Santaella *et al.*, 2018), a inadequada gestão e descarte desses efluentes em corpos hídricos que podem resultar em impactos ambientais adversos (Sukumaran *et al.*, 2019), como a eutrofização, a degradação dos serviços ecossistêmicos, entre outros (Ribeiro *et al.*, 2014; Richards; Friess, 2016), além de ser uma atividade que necessita altos níveis de consumo de energia, devido a utilização dos aeradores (Valenti, 2002a).

Para a execução eficaz do projeto de carcinicultura, é indispensável a utilização de equipamentos, como bombas e motores, para a circulação de água, além de aeradores para promover a oxigenação nos viveiros de camarão. Essa operação, no entanto, resulta em um significativo consumo de energia (Coutinho, 2022). Em sua pesquisa sobre a implementação de aeradores autônomos movidos a energia solar na aquicultura, Goelzer *et al.* (2017) identificaram desafios significativos associados aos custos elevados de energia e à aeração não uniforme nessa atividade.

A atividade da carcinicultura, por sua importância econômica e crescimento significativo, destaca-se como uma prática relevante na aquicultura. Contudo, é vital reconhecer os desafios, especialmente no que diz respeito ao consumo de energia, objeto de estudo desta pesquisa. A preocupação com a sustentabilidade ambiental tem impulsionado a necessidade de avaliar e otimizar o uso de recursos energéticos nesse setor.



O Brasil é líder mundial no uso de fontes convencionais de energia renovável, tais como energias hidrelétricas (Bondarik, 2018). De acordo com Da Silva *et al.* (2016) a energia hidrelétrica é a espinha dorsal do setor de geração de eletricidade no Brasil e vantajosa em termos de emissão de gases do efeito estufa, mas as severas secas mostram o sistema de fornecimento elétrico vulnerável.

Entretanto, o custo associado ao consumo de eletricidade tem experimentado um aumento constante, incentivando assim a viabilidade e a adoção de sistemas autônomos de geração de energia, com ênfase especial nas fontes renováveis (Wanderley; Campos, 2013). Percebe-se, assim, a importância de explorar alternativas energéticas, visando diversificar as fontes de energia para complementar ou substituir as hidrelétricas. Este enfoque estratégico visa promover a resiliência do fornecimento energético, mitigar impactos ambientais e atender às crescentes demandas de maneira sustentável.

Segundo Ferreira *et al.* (2018), a tecnologia de geração de energia fotovoltaica tem sido cada vez mais considerada em diversos países como alternativa para redução dos impactos ambientais e dependência de combustíveis fósseis. Pinto *et al.* (2016) afirma que no Brasil, apesar de energia solar favorável, seu uso representa menos de 0,1% da matriz energética.

Estudos experimentais no âmbito das energias renováveis na indústria alimentar têm sido conduzidos, destacando-se, dentre elas, o potencial promissor de aplicação da biomassa, energia solar térmica e fotovoltaica (Sobreiro, 2020). O autor ainda retrata que a avaliação da viabilidade das fontes renováveis nas atividades alimentícias é condicionada às características específicas de cada setor e, devido à ampla diversidade de produtos na indústria alimentícia, torna-se complexo propor alternativas generalizadas, tendo em vista que cada produto apresenta parâmetros distintos de processamento, o que demanda abordagens individualizadas para a implementação efetiva de fontes de energia renovável (Sobreiro, 2020).

Assim, para a carcinicultura, a adoção da energia fotovoltaica emerge como uma alternativa relevante. A integração de aeradores com painéis fotovoltaicos não apenas possibilita a utilização em áreas sem acesso à rede elétrica, mas também resulta em economias significativas nos custos de energia, uma abordagem reconhecida como tendência promissora para os próximos anos (Goelzer *et al.*, 2017). Adicionalmente, a utilização de painéis fotovoltaicos pode ser estendida à automação do processo de alimentação do cultivo,



promovendo não apenas aprimoramentos na eficiência da atividade, mas também contribuindo para a redução dos custos operacionais (Santos *et al.*, 2017).

Assim, dada a intensidade do consumo energético, especialmente em operações como a carcinicultura, a transição para alternativas sustentáveis não apenas atenua os impactos ambientais, mas também pode promover a eficiência econômica a longo prazo.

3 METODOLOGIA

Na condução deste estudo foi empreendida uma análise da viabilidade econômica, centralizando-se na avaliação dos impactos financeiros associados à implementação de alternativas energéticas. Este processo analítico visa examinar detalhadamente os custos, benefícios e potenciais retornos financeiros decorrentes de decisões específicas, com foco particular na eficiência econômica e na sustentabilidade a longo prazo. A viabilidade econômica de um projeto é essencial para avaliar sua comercialização, envolvendo a análise de produtos, seus custos, bem como a projeção do ciclo de vida da produção, volume de vendas esperado e preços previstos, proporcionando, assim, elementos oferecem uma visão abrangente das perspectivas econômicas do projeto, fundamentando as decisões comerciais em dados concretos e projeções realistas (Finnerty, 1999).

Existem diversas maneiras de se analisar a viabilidade econômica de um projeto e desta forma, não existe um critério único aceito (Contador, 1981). Esses critérios devem demonstrar com clareza os retornos sobre os investimentos, considerando os níveis de risco assumidos (Vilella *et al.*, 2013).

A pesquisa configura-se como um estudo de caso que busca realizar uma investigação empírica com o propósito de analisar um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto (Yin, 2016). O local selecionado para a condução deste estudo foi a Fazenda Samambaia, situada no município de Curuçá, no estado do Pará. Essa escolha foi motivada pela presença de uma extensa área destinada ao cultivo de camarões e um elevado consumo médio de energia, fatores que proporcionam uma base sólida para a deliberação sobre a sustentabilidade na região e a viabilidade econômica da implementação de sistemas de painéis fotovoltaicos, permitindo avaliar a potencial transformação da matriz de produção de energia nesse contexto.



O estudo realizou uma visita de campo (março/2023) com o propósito de conhecer as instalações e o perfil do empreendimento. Além disso, empregou-se um questionário semiestruturado com o proprietário da fazenda (produtor), a fim de coletar dados necessários para realizar uma análise de viabilidade econômica pós implementação, ou seja, o desempenho real da fazenda após a implantação dos painéis solares, permitindo avaliar o impacto econômico real desse projeto e identificar as melhorias resultantes ou necessidade de ajustes para otimizar a operação e a rentabilidade desse investimento.

De posse das informações coletadas, foram calculadas as medidas de resultado econômico e os indicadores de análise de investimento com auxílio do *Software Microsoft Excel*, similar a metodologia utilizada nas pesquisas de Matsunaga *et al.* (1976), Martin *et al.* (1998), Campos (2003), Chaves *et al.* (2018), conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Cálculos para determinar os resultados econômicos e a análise de investimento

Resultado econômico		Análise de investimento	
Indicador	Fórmula para cálculo	Indicador	Fórmula para cálculo
Receita Bruta (RB)	$RB = \text{Preço médio de venda do Kg de camarões} \times \text{Produção Total}$	Valor Presente Líquido (VPL)	$\text{Fórmula no excel} = VPL (\text{Taxa; Fluxo de Caixa}) + \text{Investimento Inicial}$
Receita Líquida (RL)	$RL = \text{Receita Total} - \text{Custo Total}$	Taxa Interna de Retorno (TIR)	$\text{Fórmula no excel} = TIR (\text{células que representam cada fluxo de caixa})$
Ponto de Nivelamento ou Ponto de Equilíbrio (PN)	$PN = \text{Custo Fixo} / (\text{Receita Total} - \text{Custo Variável}) \times 100$	Relação Benefício/Custo (R _{B/C})	$R_{B/C} = \text{Receita Total} / \text{Custo Total}$
Índice de Lucratividade (IL)	$IL = (\text{Receita Líquida} / \text{Investimento}) \times 100$	Payback (PB)	$PB = \text{Investimento} / \text{Receita Líquida}$

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O Quadro 1 apresentado descreve os indicadores econômicos e de análise de investimento que serão calculados durante a pesquisa. Na seção de Resultados Econômicos, serão calculados indicadores-chave, como a Receita Bruta, Receita Líquida, Ponto de Equilíbrio e Índice de Lucratividade. Estes indicadores desempenham um papel fundamental na avaliação do desempenho financeiro e econômico do projeto proposto.

Por outro lado, na seção de Indicadores de Análise de Investimento, serão determinados o Valor Presente Líquido, a Taxa Interna de Retorno, a Relação Custo-Benefício e o Período



de Recuperação do Investimento (*Payback*). A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) adotada como taxa de desconto para o cálculo do VPL e TIR foi de 12% ao ano, escolhida com base na taxa mínima de retorno exigida para investimentos do setor, considerando o custo de oportunidade do capital e o risco associado ao projeto.

A análise desses indicadores permitirá avaliar a viabilidade econômica do investimento na implementação de painéis fotovoltaicos na fazenda, orientando decisões futuras e estratégias para a produção de energia sustentável na região.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA FAZENDA EM ESTUDO

A fazenda Samambaia, localizada no município de Curuçá-Pará, sob as coordenadas 0° 41'31"S e 47° 51'18"W, compreendendo 55 *hectares* de área total e 18 *hectares* de área inundada para a carcinicultura. O cultivo é realizado em 23 viveiros escavados em terra, que possuem em média 15.000 m³ de água/ cada, perfazendo um total de 285.000 m³.

Figura 1 - Localização da Fazenda Samambaia com coordenadas geográficas



Fonte: Google Maps (2023).

O sistema de cultivo utilizado é o semi-intensivo, ou seja, o objetivo é criar camarões de forma mais cuidadosa do que em um ambiente totalmente natural. Isso significa que os

camarões são cultivados em densidades moderadas, com supervisão para garantir que recebam comida adequada, água de qualidade e proteção contra doenças. Embora haja um certo nível de controle e tecnologia envolvida, não é tão rigoroso quanto em sistemas intensivos. Essa abordagem visa equilibrar uma boa produção de camarões com práticas de manejo mais acessíveis.

A entrada e a saída de água são realizadas por meio de canais de abastecimento e tubulações de drenagem da água, que neste sistema de cultivo possui renovação em torno de 2% ao dia ou 5.700 m³ de água por dia, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Canal de abastecimento (esquerda) e canal de drenagem (direita)



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O consumo de energia é predominantemente associado a atividades essenciais, como o bombeamento de água para entrar e sair dos tanques de cultivo, além da operação de aeradores para manter os níveis de oxigênio na água em condições ideais. Isso significa que a energia é usada principalmente para garantir que a água circule nos tanques e para fornecer oxigênio suficiente aos camarões, criando um ambiente propício ao seu crescimento saudável. Esse uso de energia desempenha um papel crucial na manutenção das condições adequadas para a carcinicultura. A Figura 3 apresenta esse processo em um dos viveiros.

Figura 3 - Vista de um viveiro de camarão com o uso de aeradores



Fonte: Arquivo pessoal (2022).

De acordo com o proprietário, nessas condições, o consumo médio de energia chega a 30.000 kWh por mês, o que resultava em uma conta mensal de energia entre 28 a 30 mil reais. Esse custo de energia representava uma parcela significativa dos gastos totais da operação aquícola, e assim, o proprietário tomou a decisão estratégica de investir na instalação de painéis fotovoltaicos. O objetivo dessa iniciativa foi realizar uma transição na fonte de energia utilizada, passando de uma matriz tradicional para uma matriz sustentável e renovável. Isso não apenas pode reduzir os custos operacionais, mas também promover uma produção mais eco amigável e economicamente viável.

4.2 COLETA DE DADOS

Neste contexto, através do questionário aplicado com o produtor, foram coletados dados que desempenham um papel fundamental na avaliação do projeto. A Tabela 1 apresenta de forma detalhada esses dados, incluindo informações sobre a área de cultivo, investimento nos painéis fotovoltaicos, produtividade, preços e custos associados à operação.

Tabela 1 - Dados coletados sobre a produção na fazenda em estudo.

Informação	Métrica
Área de cultivo (engorda)	18 <i>hectares</i>
Valor do Investimento dos painéis fotovoltaicos	R\$ 1.350.000,00
Densidade de cultivo na engorda	15 camarões/ m ²
Produtividade	1.100 kg/ <i>hectare</i> / ciclo de 70 dias de cultivo
Produção por <i>hectare</i>	4 ciclos/ ano x 1.100 kg = 4.400 kg/ <i>hectare</i> / ano
Produção Total (PT) por ano	18 <i>hectares</i> x 4.400 kg = 79.200 kg
Preço Médio (PM _e)	R\$ 22,00/ kg
Custo Variável Médio (CMe)	R\$ 14,40/ kg
Custo Fixo Médio (CFMe)	R\$ 1,60/ Kg
Custo Total Médio (CTMe)	R\$ 16,00

Fonte: Dados informados pelo produtor através do questionário (2022).

Esses dados pós-implementação são cruciais para avaliar o sucesso do projeto e garantir que a fazenda esteja colhendo os benefícios esperados da sua escolha de fonte de energia sustentável.

Através dos dados coletados foi permitido calcular a Margem de Lucro, o Lucro Médio e os custos (variáveis, fixos e total), uma série de métricas financeiras importantes relacionadas aos custos e lucros da fazenda após a implementação dos painéis solares, fornecendo uma visão abrangente do desempenho econômico do projeto. A Tabela 2 demonstra esses valores.

Tabela 2 - Resultados calculados através dos dados coletados sobre a produção na fazenda

Informação	Métrica
Margem de Lucro (ML)	PM _e - CMe = R\$ 6,00/ Kg
Lucro Médio (LMe)	R\$ 10,00/ kg
Custos Variáveis (CV)	CMe X PT = R\$ 14,40 X 79.200 kg = R\$ 1.140.480,00
Custos Fixos (CF)	CFMe X PT = R\$ 1,60 X 79.200 kg = R\$ 126.720,00
Custo Total (CT)	CV + CF = R\$ 1.267.200,00

Fonte: Dados informados pelo produtor através do questionário (2022).

A margem de lucro pode ser calculada utilizando a diferença entre o preço médio de venda e o custo variável médio de cada unidade, inferindo assim que cada unidade produzida



possui uma margem de lucro de R\$6,00. É relevante para o produtor conhecer essa métrica, principalmente quando está competindo no mercado, pois permite nortear o empresário quais produtos são mais lucrativos e assim contribuir na tomada de decisão por investimento nos projetos. Contudo, diante os dados, o lucro médio encontrado para cada unidade produzida (kg), foi de R\$10,00, demonstrando a sustentabilidade desse negócio no ponto de vista financeiro, verificando assim sua lucratividade.

Utilizando o custo médio, custo fixo médio e a produção total, foi possível calcular os custos variáveis e os custos fixos, em que sua somatória resulta no Custo Total (CT) necessário para os indicadores econômicos a serem calculados posteriormente.

4.3 MEDIDAS DE RESULTADO ECONÔMICO E INDICADORES DE ANÁLISE DE INVESTIMENTO

Nesta seção, serão exploradas as principais medidas de resultado econômico e indicadores de análise de investimento, todos derivados dos dados coletados após a implementação dos painéis fotovoltaicos na fazenda de carcinicultura. Essas métricas desempenham um papel fundamental na avaliação do impacto financeiro real do projeto, bem como na determinação de sua viabilidade e eficácia em termos de sustentabilidade econômica. A análise a seguir examinará de maneira abrangente como essas medidas refletem o desempenho do projeto e sua contribuição para o setor.

Diante os dados coletados, os cálculos realizados constam na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos parâmetros econômicos no sistema piloto

Resultado econômico		Análise de investimento	
Indicador	Resultado	Indicador	Resultado
Receita Bruta (RB)	R\$ 1.742.400	Valor Presente Líquido a 12% a.a.	R\$ 362.989,65
Receita Líquida (RL)	R\$ 475.200	Taxa Interna de Retorno	22%
Ponto de nivelamento (%)	21,05%	Relação Benefício / Custo (R _{B/C})	1,38
Índice de Lucratividade (%)	35,22%	Payback	2,84 por ano

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).



Os resultados econômicos englobam indicadores que retratam o desempenho financeiro da fazenda, fornecendo uma visão clara da rentabilidade do projeto, a eficácia das medidas adotadas e seu impacto nas operações financeiras.

Para calcular a receita bruta dessa atividade foi utilizado o preço médio de venda do quilo de camarão multiplicado pela produção total, resultando em R\$1.742.400. Esse valor reflete o desempenho financeiro da fazenda, indicando sua capacidade de gerar receita. Essa métrica desempenha um papel relevante na avaliação da viabilidade econômica do projeto, influenciando diretamente a capacidade da fazenda de cobrir custos e gerar lucro.

Esse valor indica um rendimento bruto e ao confrontá-lo com os custos totais, obtém-se como resultado a receita líquida, com valor médio de R\$475.200,00. Esse valor reflete o montante disponível após a subtração de todos os gastos relacionados à produção e operação e indica que a fazenda está gerando receitas suficientes para cobrir seus custos operacionais, demonstrando uma saúde financeira favorável. É importante acompanhar esse indicador ao longo do tempo para avaliar a rentabilidade contínua do projeto de energia solar e sua capacidade de contribuir para os resultados econômicos da fazenda.

O Ponto de Nivelamento indica a porcentagem de receita necessária para cobrir todos os custos operacionais da fazenda de carcinicultura após a implementação dos painéis solares. Em outras palavras, quando a receita atinge ou excede esse ponto, a fazenda não está apenas cobrindo seus custos, mas também começando a gerar lucro. O resultado encontrado foi de 21,05%, o que significa dizer que ao atingir esse percentual da produção estimada, o nível de produção cobre os custos operacionais, indicando que o projeto gera lucro. Portanto, para que o empreendimento não funcione com prejuízo, faz-se necessário que ele inicie sua produção com um volume não inferior a 16.671,6 kg por ano. Esse indicador demonstra a capacidade do projeto de energia solar tornar a operação financeiramente sustentável, sendo importante monitorá-lo continuamente para garantir a saúde financeira a longo prazo da fazenda e maximizar os benefícios do investimento no projeto analisado.

O Índice de Lucratividade representa a proporção entre o lucro líquido e o investimento inicial realizado na instalação dos painéis fotovoltaicos. O fato desse índice ter sido positivo representa indícios de que o projeto é financeiramente vantajoso, pois além de cobrir os custos operacionais, a fazenda de carcinicultura está gerando um retorno substancial sobre o



investimento em energia solar. Isso é um sinal positivo de eficácia financeira e pode ser interpretado como uma confirmação da viabilidade econômica do projeto. O resultado foi de 35,22%, o que significa que o projeto gerará, aproximadamente, R\$0,35 de lucro por ano para cada unidade de investimento. Esse índice é uma métrica útil para avaliar a atratividade financeira de investimentos e projetos, ajudando os tomadores de decisão a compreenderem o potencial de lucro e a rentabilidade a longo prazo do projeto de energia solar na fazenda.

A análise de investimento engloba indicadores e métricas financeiras que contribuem no entendimento do retorno e da atratividade econômica do projeto.

O Valor Presente Líquido (VPL), calculado a uma taxa de desconto de 12% ao ano, é um indicador financeiro fundamental na análise de investimento. Ele representa a diferença entre o valor presente de todos os fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto (incluindo receitas e custos) e o investimento inicial realizado na implementação dos painéis solares. O resultado indicado foi positivo, ou seja, o projeto é financeiramente atrativo. Isso significa que, ao considerar o valor do dinheiro no tempo (taxa de desconto de 12% ao ano), o investimento inicial se pagará e ainda gerará um retorno positivo de R\$362.989,65 ao longo da vida útil do projeto. O resultado sugere que o investimento nesse projeto não apenas é viável, mas também lucrativo, proporcionando um retorno sólido sobre o capital investido.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de desconto na qual o Valor Presente Líquido (VPL) do projeto se torna zero, ou seja, a taxa que torna o investimento inicial igual aos fluxos de caixa futuros gerados pelo projeto. Para esse projeto a TIR resultou 22%, utilizando custo de oportunidade a 12%, o que é considerada atrativa. Isso significa que o projeto na fazenda de carcinicultura tem um potencial de retorno substancial, sugerindo que o investimento é lucrativo e supera a taxa de retorno exigida.

A Relação Benefício/Custo ($R_{B/C}$) avalia a relação entre os benefícios econômicos gerados pelo projeto e seus custos. Um valor de 1,38 indica que, para cada unidade monetária investida no projeto, há um retorno de 1,38 unidades monetárias em benefícios. Uma $R_{B/C}$ positiva indica que o projeto é economicamente vantajoso, uma vez que os benefícios superam os custos. Nesse caso, a $R_{B/C}$ sugere que o projeto é financeiramente sólido, pois gera um retorno positivo e excede os custos envolvidos na implementação e operação dos painéis solares.



O *Payback* mostra o tempo necessário para recuperar o investimento inicial na implementação do projeto. Nesse caso, significa que levará aproximadamente 2,84 anos para que o valor dos benefícios financeiros gerados pelo projeto iguale ou exceda o investimento inicial. Esse valor é considerado relativamente curto e indica que o projeto tem um retorno rápido sobre o capital investido, sugerindo que os benefícios financeiros começarão a se acumular em um período relativamente curto, tornando o projeto atraente do ponto de vista financeiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A carcinicultura traz uma representatividade e contribuições sociais e econômicas na região produtora, gerando emprego e renda, produzindo alimento com grandes valores nutricionais e boa demanda pela gastronomia. Ao mesmo tempo que a atividade se expande mundialmente, também enfrenta conflitos, inclusive por aspectos ambientais, como o consumo de água e energia. A fim de manter a produção (considerando os benefícios gerados) atrelado a melhores condições ambientais, há uma necessidade de reduzir os impactos causados, e uma das alternativas a se considerar é a implementação de energias renováveis no processo. O Brasil é líder mundial no uso de fontes de energia renovável, o que permite construir uma discussão envolvendo o nexo água, energia e alimento ao se considerar a produção de camarão utilizando uma energia mais sustentável. As sinergias e interdependências do nexo água, energia e alimento elevam a necessidade de planejamento, implementação e monitoramento de melhorias a esses aspectos, assim, a carcinicultura que apresenta crescimento significativo e consequentemente crescimento nos impactos ambientais, necessita adaptações.

Com a finalidade de estudar empiricamente e contribuir com as discussões teóricas, o presente trabalho teve como objetivo um estudo de caso em uma fazenda produtora de camarão, para analisar a viabilidade econômica da implementação de placas solares em um sistema de cultivo de camarões, estudando o desempenho financeiro do projeto de energia solar após sua implementação e suas implicações.

A análise pós-implementação do projeto de energia solar revelou resultados promissores. Os indicadores de resultado econômico apresentados após a implementação do projeto de energia solar demonstram a viabilidade e a eficácia do investimento. Com uma



Receita Bruta (RB) significativa, uma Receita Líquida (RL) positiva e um Ponto de Nivelamento que demonstra que o projeto cobre seus custos operacionais, os resultados econômicos são consistentes com um desempenho financeiro sólido. Além disso, a análise revela um Índice de Lucratividade atraente, indicando um retorno substancial sobre o investimento. Os indicadores financeiros para análise de investimento utilizados, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), a Relação Benefício/Custo (R B/C) e o período de *Payback*, forneceram uma visão do impacto financeiro do investimento. O VPL positivo, juntamente com uma TIR significativa, indica que o projeto supera as expectativas em termos de rentabilidade. Adicionalmente, uma R B/C superior a 1,0 destacou que os benefícios superam os custos, contribuindo de forma sólida para a saúde financeira da fazenda.

Esses resultados sustentam a conclusão de que a implementação de painéis solares se traduziu em um investimento sólido, gerando um retorno positivo sobre o capital investido. Além de sua viabilidade financeira, o projeto demonstra fortalecimento do compromisso com a sustentabilidade ao reduzir a dependência de fontes de energia convencionais. Em resumo, a implementação bem-sucedida de energia solar se revelou não apenas economicamente viável, mas também congruente com princípios de responsabilidade ambiental e econômica.

Para tanto, este estudo oferece uma contribuição teórica ao campo da análise de investimentos e sustentabilidade econômica em operações de carcinicultura, oferecendo reflexões importantes sobre os mecanismos de viabilidade financeira em um contexto específico. Isso contribui para o desenvolvimento e aprimoramento de modelos teóricos que podem ser aplicados em diversas situações similares, permitindo uma compreensão mais robusta das dinâmicas econômicas em projetos de energia solar em setores agroindustriais.

Por outro lado, também oferece contribuições práticas para gestores e decisores em fazendas de carcinicultura e setores relacionados. Ao demonstrar a viabilidade econômica da adoção de energia solar, o estudo fornece evidências de que a transição para fontes de energia sustentável não só é ambientalmente benéfica, mas também pode ser economicamente vantajosa. Essas conclusões podem ser aplicadas diretamente nas decisões de planejamento e investimento, oferecendo uma base sólida para justificar a implementação de projetos de energia renovável. Além disso, ao destacar a lucratividade de tais investimentos, o estudo



incentiva a adoção dessas tecnologias em operações semelhantes, promovendo práticas empresariais sustentáveis que conciliam responsabilidade ambiental e retorno financeiro.

Algumas limitações podem ser apontadas, razão pela qual sugere-se uma reflexão para futuras pesquisas. Na amostra há ausência de dados históricos para comparação, além de não considerar um período maior de tempo para verificar a constância ou variação dos dados. Vale ressaltar que os resultados obtidos não podem ser generalizados a todos os contextos, demonstrando a relevância de outros estudos para obter novas conclusões, contribuindo para o conhecimento e enriquecendo a compreensão sobre os impactos e viabilidades de projetos similares em diversas áreas e localidades.

Ademais, para pesquisas futuras, sugere-se a realização de análises de longo prazo para avaliar o desempenho do projeto ao longo de décadas, uma vez que é sabido que os painéis solares perdem eficiência com o tempo, o que pode impactar diretamente o fluxo de caixa das operações. Essa análise pode incluir a monitorização do desempenho econômico e ambiental dos sistemas de energia solar, levando em consideração a degradação dos painéis e seus efeitos nos custos operacionais. Além disso, como sugestão, a inclusão de aspectos sociais e comunitários na avaliação, permitindo uma compreensão mais abrangente do impacto das tecnologias sustentáveis nas comunidades locais.

REFERÊNCIAS

Abakari, G.; Wu, X.; He, X.; Fan, L.; Luo, G. Bacteria in biofloc technology aquaculture systems: Roles and mediating factors. **Reviews in Aquaculture**, v.14, n.3, p.1260-1284, 2022. <https://doi.org/10.1111/raq.12649>

Bazilian, M.; Rogner, H.; Howells, M.; Hermann, S.; Arent, D.; Gielen, D.; Steduto, P.; Mueller, A.; Komor, P.; Tol, R.S.J.; Yumkella, K.K. (2011). Considering they energy, water and food nexus: towards an integrated modelling approach. **Energy Policy**, v.39, p.7896-7906, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039>

Biggs, E. M.; Bruce, E.; Boruff, B.; Duncan, J. M.; Horsley, J.; Pauli, N.; McNeill, K.; Neef, A.; Van Ogtrop, F.; Curnow, J.; Haworth, B.; Duce, S.; Imanari, Y. Sustainable development and the water–energy–food nexus: A perspective on livelihoods. **Environmental Science & Policy**, v.54, p.389-397, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.002>



Bondarik, R.; Pilatti, L. A.; Horst, D. J. (2018). Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. **Interciencia**, v.43, n.10, p.680-688, 2018.
https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/10/680-HORST-43_10.pdf

Brasil. Lei n. 11.959/2009. **Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei n. 7.679, de 23 de novembro de 1988 e dispositivos do Decreto-Lei n. 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.** Diário Oficial da União. Brasília, DF, 30 jun. 2009.
https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11959.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.959%2C%20DE%2029%20DE%20JUNHO%20DE%202009.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20Pol%C3%A3tica%20Nacional,1967%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A3o%20a%20Aq

Campos, R. T. Tipologia dos produtores de ovinos e caprinos no estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, v.34, n.1, p.85-112, 2003. <https://doi.org/10.61673/ren.2003.819>

Carvalho, M. E. S.; Mello, R. S. (2018). Conhecendo a Geodiversidade sergipana: elementos para valoração e geoconservação do litoral e sertão/(RE) Knowing the sergipan geodiversity: elements for valuation and geoconservation of the coastal and wilderness. **Geographia Meridionalis**, v.4, n.2, p.206-226. <https://doi.org/10.15210/gm.v4i2.14535>

Chaves, F.A.H.; Campos, K.C.; Campos, R.T. Avaliação econômica de produção de camarão no estado do Ceará. **Revista de Economia da UEG**, v.14, n.1, p.94-108, 2018.
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/41926/1/2018_art_fahchaves.pdf

Chiodi, R. E.; Faraco, A. N.; Uezu, A. O contexto nexos água, energia e alimento na área de contribuição do Sistema Produtor de Água Cantareira. In: **Anais do Congresso da SOBER**, Ilhéus, julho, 2019.

Contador, C. R. **Avaliação social de projetos** (2nd ed.). São Paulo: Atlas, 301p, 1981.

Coutinho, A. I. B. **Análise da viabilidade financeira da implementação de planta fotovoltaica de 41, 58 kWp em fazenda de carcinicultura.** 2022. 52 f. [Monografia Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará].
https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/65782/3/2022_tcc_aibcoutinho.pdf

Crispim, M. C. B.; Lucena, Y.; Rolim, N. P. F.A.; Paulino, F. O. Carcinicultura: como diminuir os impactos desta atividade em zonas costeiras e produzir organismos orgânicos. In: S. D. Pereira, M. A. C. Rodrigues, S. B., H. I. Araújo-Júnior, L. C. Fonseca, A. C. Garcia, A. C. Roque (Org.), **O Homem e o Litoral: Transformações na paisagem ao longo do tempo** (1ed, pp. 196-210, 2017). FAPERJ.



da Silva, R. C.; de Marchi Neto, I.; Seifert, S. S. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.59, p.328-341, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.001>

de Oliveira Júnior, M. A. C.; Gomes, É. R.; Rocha, G. C. Impactos ambientais da carcinicultura em ambientes costeiros: avaliação a partir de análise bibliométrica. **Revista de Geociências do Nordeste**, v.7, n.2, p.193-201, 2021. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID23928>

Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019**. Rio de janeiro: EPE, 2020. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>

Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022**. Rio de janeiro: EPE, 2023. <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>

Engepesca. **Boas práticas no manejo dos camarões**. Engepesca, 2022.
<https://engepesca.com.br/post/boas-praticas-no-manejo-dos-camaroes>

Fabiano, R. B. **Conflitos socioambientais e gestão integrada e sustentável de recursos pesqueiros** [Dissertação de mestrado em Sociologia Política, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004].
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/87791/212670.pdf?sequence=1>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **El estado mundial de la pesca y acuicultura, 2008**. Roma: FAO, 176 p.
<https://www.fao.org/documents/card/es/c/772ec0e3-3c3c-5307-8e5a-c04c440bb951>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Water-Energy-Food Nexus: A new approach in support of food security and sustainable agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014.
<https://www.fao.org/documents/card/en/c/182bf36b-87fa-4ea5-b898-06c89c88f241/>

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The state of world fisheries and aquaculture 2022**. Roma: FAO, 266 p., 2022.
https://reliefweb.int/report/world/state-world-fisheries-and-aquaculture-2022-enarruzh?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAsIGrBhAAEiwAEzMlC4y-GVlqiP5A8Fk1y8ox_vNdwgia_64ae1aWCmd7aYkfT-xkMCCP5hoCkmcQAvD_BwE

Ferreira, A.; Kunh, S. S.; Fagnani, K. C.; De Souza, T. A.; Tonezer, C.; Dos Santos, G. R.; Coimbra-Araújo, C. H. Economic overview of the use and production of photovoltaic solar energy in brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.81, n.1, p.181-191, 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.102>



Finnerty, J. D.; Trieschmann, C. H. **Project Finance: Engenharia Financeira Baseada em Ativos.** Qualitymark, 1999.

Flammini, A. **Walking the nexos talk: assessing the water–energy–food nexos in the context of the sustainable energy for all initiative.** FAO, 2014. <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf>

Fonseca, E. B.; da Silva, M. R. F. Percepção dos problemas socioambientais decorrentes da carcinicultura no município de Pendências (RN)-Brasil. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v.4, n.1, p.1047-1066, 2021. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-085>

Giatti, L. L.; Jacobi, P. R.; Favaro, A. K. M.; Imperio, D.; Empinotti, V. L. O nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**, v.30, p.43-61, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30880005>

Goelzer, R. C.; Goebel Junior, D. G.; Avila, L.; Oliveira, V. M. D. Aerador Autônomo para Aquacultura. **Revista Jr de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia**, 2017. <http://icceeg.c3.furg.br/>

Hoff, H. **Understanding the Nexus. Background Paper for the Bonn. In Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus.** Stockholm Environment Institute, Stockholm, 2011. <https://mediamanager.sei.org/documents/Publications/SEI-Paper-Hoff-UnderstandingTheNexus-2011.pdf>

Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor - IDEC. **Avaliação da qualidade do serviço de fornecimento de energia das concessionárias e permissionárias brasileiras.** São Paulo: IDEC, 2020.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Cidades: Curuçá.** 2022. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16459>

Kubitza, F. Aquicultura no Brasil: uma empresa de um bilhão de dólares. **Panorama da Aquicultura**, v.30, p.14- 25, 2021. <https://panoramadaaquicultura.com.br/aquicultura-no-brasil/#:~:text=A%20aquicultura%20no%20Brasil%20provavelmente,atividade%20relativamente%20jovem%20no%20Brasil.>

Lima, J. S. G.; Mendonça Filho, M. Sustentabilidade socioambiental na aquicultura. **Ciência e Cultura**, v.61, n.4, p.4-5, 2009. http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252009000400002&script=sci_arttext&tlang=pt

Mariani, L.; Guarenghi, M. M.; Mito, J. Y. L.; Cavaliero, C. K. N.; de Almeida Galvão, R. R. Análise de oportunidades e desafios para o Nexo Água-Energia. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.37, p.9-30, 2016. <https://doi.org/10.5380/dma.v37i0.45046>



Martin, N. B.; Serra, R.; Oliveira, M. D. M.; Angelo, J. A.; Okawa, H. Sistema integrado de custos agropecuários-CUSTAGRI. **Informações econômicas-governo do estado de São Paulo instituto de economia agrícola**, v.28, p.7-28, 1998.
<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/ie/1998/tec1-0198.pdf>

Matsunaga, M.; Bemelmans, P. F.; Toledo, P. D.; Dulley, R. D.; Okawa, H.; Pedroso, I. A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139, 1976. ftp://200.144.6.21/ftpiea/rea/tomo1_76/artigo3.pdf

Mohtar, R. H.; Daher, B. Water, energy, and food: The ultimate nexus. **Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering**, 5, 2012.
https://wefnexus.tamu.edu/files/2015/01/Mohtar-Daher_Water-Energy-and-Food-The-Ultimate-Nexus.pdf

Muthu, C. M.; Vickram, A. S.; Sowndharya, B. B.; Saravanan, A.; Kamalesh, R.; Dinakarkumar, Y. A comprehensive review on the utilization of probiotics in aquaculture towards sustainable shrimp farming. **Fish & Shellfish Immunology**, v.147, 2024.
<https://doi.org/10.1016/j.fsi.2024.109459>

Oliveira, E. R. **Percepção e aprendizado de jovens sobre o nexo água-energia-alimentos: estudo de caso em Caraguatatuba- SP**. [Dissertação de Mestrado Engenharia Mecânica, Universidade Federal Paulista, 2018].
<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3781c8c5-ddb4-4e52-833ef1616e333509/content>

Pillay, T.V.R. **Aquaculture - principles and practices** (1^a ed). 575 pp. Fishing News Books, 1990.

Pinto, J. T.; Amaral, K. J.; Janissek, P. R. Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. **Solar Energy**, 133, 73-84, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.03.048>

Ribeiro, L. F.; de Souza, M. M.; Barros, F.; Hatje, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v.14, n.3, p.365-383, 2014.
<https://doi.org/10.5894/rgci453>

Richards, D. R.; Friess, D. A. Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.113, n.2, p.344-349, 2016.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1510272113>

Rocha, J. V. P. A. **Uso de energias renováveis em processos contínuos: um estudo em uma grande corporação do Brasil**. [Monografia - Graduação em Engenharia de Produção - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024].



https://monografias.ufop.br/bitstream/35400000/6452/1/MONOGRAFIA_UsoEnergiasRenov%c3%a1veis.pdf

Rodrigues, C. J. M. **O Nexo água-energia-alimento aplicados ao contexto da Amazônia Paraense.** [Dissertação de Mestrado em Geografia, Universidade Federal do Pará, 2017]. https://repositorio.ufpa.br/bitstream/2011/9449/1/Dissertacao_NexoAguaEnergia.pdf

Santaella, S. T.; Vale, M. D. S.; Almeida, C. C.; Cavalcante, W. D. A.; Nunes, A. J. P.; Sousa, O. V. D., Carvalho, F.C.T.; Leitão, R. C. Biofloc production in activated sludge system treating shrimp farming effluent. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, p.1143-1152, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522018177677>

Santos, E. F.; Cavalli, L. M. V.; Nunes, T. H.; Baldissera, A.; Becker, F. L. Aerador alimentador automático. In: **anais engenharia mecânica**. UCEFF, 2018. <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/208>

SEBRAE - Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Sergipe. **Criação de Camarão: cartilha básica**. Editoração SEBRAE, Sergipe, 2018. <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Aquicultura-Criacao-de-Camaracao- Cartilha-Basica.pdf>

Simpson, G. B.; Jewitt, G. P. The development of the water-energy-food nexus as a framework for achieving resource security: a review. **Frontiers in Environmental Science**, 7, artigo 8, 2019. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00008>

Sobreiro, A. A.; Lima, J. Energias renováveis: oportunidades para o processamento de pescado no estado do Rio Grande do Sul - Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v.9, p.486-502, 2020. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020486-502>

Sukumaran, D.; Joseph, J.; Madhavan, K.; Harikumar, P. S. The role of antioxidant metabolism in phytoremediation of shrimp farm effluent by *Acrostichum aureum* Linn. **Am J Environ Prot**, v.7, n.1, p.7-12, 2019. <https://doi.org/10.12691/env-7-1-2>

Tahim, E. F.; Damaceno, M. N.; Araújo, I. F. D. Trajetória tecnológica e sustentabilidade ambiental na cadeia de produção da carcinicultura no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.57, p.93-108, 2019. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790570106>

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Miletto, M.; Caretta, M. A.; Burchi, F. M.; Zanlucchi, G. (Eds.). **Migration and its interdependencies with water scarcity, gender and youth employment**. Paris: WWAP; UNESCO, 2017. <http://unesdoc.unesco.org/images/0025/002589/258968E.pdf>



Valenti, W. C. Aquicultura sustentável. In: **Congresso de Zootecnia, 12, Vila Real, Portugal.** Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002b.
https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/cpil_valenti_aquicultura-sustentavel.pdf

Valenti, W. C. Criação de camarões de água doce. In: **Congresso de Zootecnia, 12o, Vila Real, Portugal.** Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos, 2002a.
https://www.caunesp.unesp.br/Home/publicacoes/cpil_valenti_criacao-de-camaroes.pdf

Vicente, D. N.; Mello, F.A.; Rossi, R. C. Carcinicultura brasileira: impactos e ações mitigadoras. **Colloquium Agrariae**, v.12, n.2, p.58-61, 2016.
<https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/1678/1725>

Vilela, M. C.; Araújo, K. D. D.; Machado, L. D. S.; Machado, M. R. R. Análise da viabilidade econômico-financeira de projeto de piscicultura em tanques escavados. **Custos e @gronegócio**, v.9, n.3, p.154-173, 2013.
<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v9/piscicultura.pdf>

Wainberg, A. A. Na criação de camarões os lucros e o meio ambiente devem caminhar de mãos dadas. **Revista Panorama da Aquicultura**, v.10, n.57, p.35-41, 2000.

Wanderley, A. C. F.; Campos, A. L. P. S. Perspectivas de inserção da energia solar fotovoltaica na geração de energia elétrica no Rio Grande do Norte. **HOLOS**, 29, 3-14, 2013.
<https://doi.org/10.15628/holos.2013.1493>

Wani, A. K.; Akhtar, N.; Mir, T. U. G.; Rahayu, F.; Suhara, C.; Anjli, A.; Chopra, C.; Singh, R.; Prakash, A.; Messaoudi, N.; Fernandes, C. D.; Ferreira, L. F. R.; Rather, R. A.; Américo-Pinheiro, J. H. P. Eco-friendly and safe alternatives for the valorization of shrimp farming waste. **Environmental Science and Pollution Research**, v.31, n.27, p.38960-38989, 2024.
<https://doi.org/10.1007/s11356-023-27819-z>

Yin, R. K. **Pesquisa Qualitativa do início ao fim.** (1. ed). Porto Alegre: Penso, 2016.

