



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS RUSSAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LÍVIA MARIA BARROS CARNEIRO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE
CAMARÕES E AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO NO
INTERIOR DO CEARÁ**

RUSSAS

2025

LÍVIA MARIA BARROS CARNEIRO

ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE
CAMARÕES E AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO NO
INTERIOR DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof. Dra. Daniela Lima Machado da Silva.

RUSSAS

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C289a Carneiro, Lívia Maria Barros.
Análise comparativa dos impactos ambientais na produção de camarões e avaliação de ciclo de vida : um estudo de caso no interior do ceará / Lívia Maria Barros Carneiro. – 2025.
62 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia de Produção, Russas, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Daniela Lima Machado da Silva.
1. Carcinicultura. 2. Avaliação do Ciclo de Vida. 3. Impactos Ambientais. I. Título.
- CDD 658.5
-

LÍVIA MARIA BARROS CARNEIRO

ANÁLISE COMPARATIVA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE
CAMARÕES E AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA: UM ESTUDO DE CASO NO
INTERIOR DO CEARÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 27/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Daniela Lima Machado da Silva (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Magda Ferreira Maia Torres
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Profa. Dra. Thayres de Sousa Andrade
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus familiares, expesso minha gratidão por estarem ao meu lado em todos os momentos, oferecendo apoio emocional, incentivo e compreensão. Sem o suporte de cada um de vocês, esta jornada teria sido ainda mais desafiadora.

Além disso, agradeço à minha orientadora, Daniela Lima Machado da Silva, pela sua orientação, pois foi fundamental para o desenvolvimento deste projeto e para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Aos meus amigos, agradeço pela parceria, pelas trocas de conhecimento e pela amizade que tornaram essa caminhada mais leve e motivadora. Ademais, aos docentes que ao longo do curso compartilharam seu conhecimento e paixão pelo ensino, contribuindo de forma significativa para minha formação acadêmica e profissional.

Finalmente, gostaria de agradecer a Camarões Nobre que disponibilizou sua fazenda para a realização deste estudo.

RESUMO

A carcinicultura tem registrado um aumento significativo no Ceará, que representa 57% da produção nacional no ano de 2023. Cerca de 127,5 mil toneladas foram produzidas no território brasileiro no mesmo ano, um crescimento de 13% em relação ao ano de 2022. Dessa forma, destaca-se sua relevância econômica, mas alerta-se para os impactos ambientais associados. Além disso, tem como objetivo avaliar a aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em uma fazenda de pequeno porte de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei* na zona rural do município de Morada Nova, interior do Ceará. A metodologia da ACV foi conduzida com 3 visitas à fazenda. Com autorização para a coleta de dados, foi possível quantificar e analisar os impactos ambientais através de simulações no *Software SimaPro® 9.6*, que apontou a necessidade de melhorias na gestão de recursos, especialmente na etapa inicial do ciclo produtivo. Para isso, a proposta segue três fases: preparação do solo e viveiros, engorda e despesca. Como resultados, destaca-se que na preparação do solo, o bombeamento de água e o uso de máquinas agrícolas são os maiores geradores de impactos. Na fase de engorda, a alimentação dos camarões, baseada em ração com diferentes teores de proteína, e o consumo energético foram os principais fatores. Por fim, na despesca, os recursos tecnológicos, como redes de pesca e caixas de armazenamento, apresentaram contribuições menores. A análise revelou categorias críticas de impacto, como aquecimento global, eutrofização e depleção abiótica. Conclui-se que a aplicação da ACV fornece uma visão abrangente dos impactos ambientais, sendo uma ferramenta valiosa para a gestão sustentável da carcinicultura. A implementação de práticas mais eficientes pode minimizar os danos ambientais e garantir a viabilidade econômica e ecológica da atividade.

Palavras-chave: carcinicultura; avaliação do ciclo de vida; impactos ambientais.

ABSTRACT

Shrimp farming has experienced significant growth in Ceará, accounting for 57% of national production in 2023. Around 127.5 thousand tons were produced in Brazil that year, representing a 13% increase compared to 2022. This highlights its economic relevance but also raises concerns about associated environmental impacts. Additionally, this study aims to evaluate the application of Life Cycle Assessment (LCA) in a small-scale farm cultivating *Litopenaeus vannamei* shrimp in the rural area of Morada Nova, Ceará. The LCA methodology was conducted through three visits to the farm. With authorization for data collection, it was possible to quantify and analyze environmental impacts using simulations in SimaPro® 9.6 software, which indicated the need for improvements in resource management, particularly in the initial stage of the production cycle. The study follows three phases: soil and pond preparation, grow-out, and harvesting. The results highlight that in the soil preparation phase, water pumping and the use of agricultural machinery are the main impact generators. In the grow-out phase, shrimp feeding based on feed with different protein levels and energy consumption were the most significant factors. Finally, during harvesting, technological resources such as fishing nets and storage boxes had minor contributions. The analysis identified critical impact categories, including global warming, eutrophication, and abiotic depletion. It is concluded that the application of LCA provides a comprehensive view of environmental impacts, serving as a valuable tool for the sustainable management of shrimp farming. The implementation of more efficient practices can minimize environmental damage while ensuring the economic and ecological viability of the activity.

Keywords: shrimp farming; life cycle assessment; environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Quantidade Produzida de camarão no Ceará entre os anos de 2013-2023	04
Figura 2	Ranking de produção de camarão no Ceará e no Brasil referente à 2023	05
Figura 3	Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental dos aspectos e impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de carcinicultura	07
Figura 4	Fases da ACV segundo ABNT	08
Figura 5	Etapas do estudo	13
Figura 6	Objeto de estudo - viveiro 08	13
Figura 7	Localização da fazenda de camarões em Morada Nova- CE	17
Figura 8	Representação do formato de alimentação dos camarões	18
Figura 9	Estágios larvais do camarão marinho <i>Litopenaeus vannamei</i>	19
Figura 10	Seleção das categorias de impactos em midpoints e endpoints	22
Figura 11	Ciclo de vida: impactos x fases	24
Figura 12	Etapa de preparação de solo e viveiros: impactos x recursos	26
Figura 13	Engorda: impactos x recursos	27
Figura 14	Despesca: impactos x recurso	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões - entradas da etapa de preparação do solo e viveiro, por 1 kg produzido	15
Tabela 02	Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões - entradas da etapa de engorda, por 1 kg produzido	17
Tabela 03	Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões - entradas da etapa de despesca, por 1 kg produzido	20
Tabela 04	Recursos de entrada e resultados para cada 1 kg de camarão produzido	23
Tabela 05	Impacto do cultivo de camarão relativo à produção de cada 1 kg produzido	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Análise comparativa dos principais métodos aplicados no <i>Simapro</i>	20
---	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Consumo do motor	15
Equação 2 – Consumo do motor em 1 kg de camarão	15

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ISO	International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização)

LISTA DE SÍMBOLOS

- % Porcentagem
- ® Marca Registrada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Contextualização	15
1.2 Problemática	16
1.3 Justificativa	17
1.4 Objetivo Geral	17
1.4.1 Objetivo Específico	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Carcinicultura no Estado do Ceará	18
2.1.1 Carcinicultura em Morada Nova	18
2.2 Impactos ambientais da carcinicultura	20
2.3 Avaliação do Ciclo de Vida – ACV	21
2.3.1 Etapas da ACV	22
2.3.1.2 Definição de Objetivo e Escopo	22
2.3.1.3 Análise de Inventário	23
2.3.1.4 Avaliação dos Impactos ambientais.....	23
2.3.1.5 Interpretação do Ciclo de Vida	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 Caracterização do objeto de estudo	27
3.2 Levantamento de Inventário do Processo de Cultivo de Camarões	28
3.2.1 Preparação do solo e viveiro	28
3.2.2 Fase de engorda	30
3.2.3 Etapa de despesca	33
3.3 Avaliação de Impacto do ciclo de vida	34
4 RESULTADOS	37
4.1 Avaliação de Ciclo de Vida	37
4.2 Medidas mitigadoras	44
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
5.1 Conclusões	50
5.2 Sugestões para trabalhos futuros	50
REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA PREPARAÇÃO DE SOLO E VIVEIRO	57
APÊNDICE B – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA ENGORDA	58
APÊNDICE C – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA DESPESCA	59
APÊNDICE D – DADOS DE ENTRADA PARA SIMULAR A COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES	60

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A utilização dos recursos naturais nos processos produtivos levanta sérias preocupações com relação ao meio ambiente e à saúde das populações afetadas. Esse cenário evidencia a necessidade de realizar análises detalhadas sobre as potenciais causas e consequências dessas práticas. No contexto da carcinicultura, a realidade não é diferente. Trata-se de uma atividade que, embora tenha grande importância econômica, demanda a utilização intensiva de recursos naturais, que podem afetar ecossistemas aquáticos e terrestres. Segundo Boyd e McNevin (2015) e Chatvijitkul et al. (2017a, b), enfatizam que grande parte dos impactos ambientais causados pelo cultivo de camarões é resultado da exploração e utilização dos recursos.

Diante dessa situação, a preocupação com a sustentabilidade nos processos produtivos da carcinicultura se torna fundamental. É necessário buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico da atividade e a preservação ambiental, minimizando os impactos negativos e otimizando o uso dos recursos disponíveis. Além disso, a gestão adequada dos resíduos gerados e o controle sobre os possíveis danos ambientais são aspectos cruciais para garantir a viabilidade a longo prazo da carcinicultura. Nesse sentido, destaca-se o papel central que a gestão ambiental assume no contexto mais amplo da agricultura e da aquicultura. A implementação de práticas de gestão ambiental eficazes pode não apenas mitigar os danos ao meio ambiente, mas também contribuir para a eficiência produtiva e para a melhoria da qualidade dos produtos (Henry-Silva; Camargo, 2006).

Conforme Bursztyn (2012), a gestão ambiental tem como objetivo organizar as práticas com o intuito que as mesmas causem o menor impacto possível ao meio ambiente, conservando e preservando a biodiversidade e a comunidade. Este planejamento vai desde a concepção dos melhores procedimentos, cumprimento da legislação até a destinação adequada dos recursos.

Observa-se que, nos últimos anos, a carcinicultura tem registrado um aumento significativo no Brasil. Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (2024), entre 2022 e 2024, o volume de exportação de pescados no país cresceu substancialmente: de 54.731 toneladas em 2022 para 61.007 toneladas em 2024. Além disso, a produção do camarão no Brasil em 2023 representa 127,5 mil toneladas, um crescimento de 13% em relação ao ano de 2022. Já no que se refere aos estados, o Ceará representa uma produção de 57% do total nacional, seguido pelo Rio Grande do Norte com 19,4% (IBGE, 2024).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) emerge como uma metodologia essencial para mensurar o impacto ambiental de produtos e processos, abrangendo desde a extração das matérias-primas até a disposição final dos resíduos. Essa abordagem permite uma análise abrangente dos impactos, como a emissão de dióxido de carbono, a geração de resíduos e o consumo de recursos naturais, tornando-se indispensável para a formulação de decisões sustentáveis (Baumann; Tillman, 2004).

Portanto, a carcinicultura representa uma atividade de grande valor econômico no Brasil, com crescimento expressivo nos últimos anos e papel relevante na geração de empregos e renda, especialmente em estados como Ceará (regiões do vale do Jaguaribe) e Rio Grande do Norte. Contudo, seu desenvolvimento intensivo exige uma abordagem cautelosa para que se mantenha sustentável. A adoção de práticas de gestão ambiental eficazes e o uso de ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida são essenciais para minimizar os impactos negativos ao meio ambiente e maximizar o uso eficiente dos recursos naturais. Essa postura não apenas preserva os ecossistemas, mas também fortalece a competitividade do setor ao atender demandas crescentes por produtos de baixo impacto ambiental, garantindo a viabilidade e sustentabilidade da carcinicultura em longo prazo.

1.2 Problemática

O crescimento na produção de carcinicultura no estado do Ceará, mais especialmente em Morada Nova têm se expandido, conseqüentemente, houve um desenvolvimento econômico na região. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (2024), sucedeu-se um elevado crescimento em relação à produção de camarões entre os anos de 2016 a 2022, cujo a quantidade produzida em 2016 foi de 14.200 kg, em 2017 de 14.000kg, em 2018 de 61.000kg, em 2019 de 300.000kg, em 2020 de 462.730 kg, em 2021 de 2.137.200 kg, em 2022 de 2.891.040 kg. Já no ano de 2023 houve um decréscimo em relação a 2022 com a produção de 2.772.990 kg, vale ressaltar que ocorreu um grande crescimento nos anos de 2020, 2021 e 2022, devido ao estímulo do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas da carcinicultura em perímetros irrigados em Morada Nova.

Entretanto, entende-se que considerando a problemática de escassez hídrica que abrange a região, com pouca chuva e elevada evaporação, essa atividade de cultivo gera forte pressão na utilização da água, cabe destacar que a mesma não é renovável, dessa forma, acumula-se muitos corpos hídricos poluídos na região. Assim, percebe-se que é necessário realizar uma análise que possibilite a visualização dos impactos ambientais gerados por essa atividade, levando em conta todas as fases do processo produtivo. Para a relativa avaliação, serão considerados os valores de

entrada dos recursos utilizados no decorrer do processo de produção de uma empresa de pequeno porte no município de Morada Nova - CE, que produz camarões de água salgada da espécie *Litopenaeus vannamei*, na qual por meio do consumo médio apurado serão apresentadas as amplitudes dos impactos ambientais gerados em cada fase do ciclo.

1.3 Justificativa

O presente estudo tem a finalidade de identificar, quantificar e avaliar os impactos ambientais associados a todas as etapas do processo produtivo, desde a obtenção de insumos até o manejo dos resíduos gerados. Além disso, serão exploradas oportunidades para a implementação de melhorias que promovam a sustentabilidade do processo produtivo, incluindo a adoção de tecnologias mais limpas, o uso eficiente de recursos e a minimização de impactos negativos ao meio ambiente.

Vale ressaltar que há escassez de padronizações, normas e legislações específicas sobre o manejo dos recursos naturais durante a atividade de carcinicultura o que possibilita o uso desenfreado dos recursos ambientais, gerando elevados níveis de impactos ambientais. Dessa forma, a análise de ciclo de vida serve para nortear os colaboradores dessa atividade e contribuir na elaboração de legislações ambientais específicas e mais restritivas.

1.4 Objetivo Geral

Realizar uma análise comparativa dos impactos ambientais entre as fases de produção de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*, por meio de avaliação de ciclo de vida, em uma fazenda de pequeno porte no município de Morada Nova-CE.

1.4.1 Objetivo Específico

- a) Mapear as informações essenciais para a realização da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) no cultivo de camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*, em uma cidade localizada no interior do Ceará, utilizando como ferramenta o software SimaPro® 9.6.
- b) Comparar os impactos ambientais decorrentes das diferentes fases da carcinicultura — preparação do solo e viveiro, engorda e despesca —, avaliando sua influência sobre os seguintes indicadores ambientais: acidificação, aquecimento global, depleção abiótica, depleção abiótica de combustíveis fósseis, depleção da camada de ozônio e eutrofização.
- c) Propor sugestões de melhorias estratégicas para o processo produtivo com o intuito de reduzir os impactos ambientais associados ao setor de carcinicultura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Carcinicultura no Estado do Ceará

Segundo a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (ABCC, 2022), a produção de camarão cresceu bastante considerando os anos de 2011 e 2021, houve um aumento na quantidade produzida de 14.982 a 55.618,50 toneladas, respectivamente. Ou seja, um incremento de cerca de 271% na produção desse crustáceo. Embora, existam alguns impasses no licenciamento ambiental, essa atividade econômica apresenta um forte uma forte contribuição ao PIB da região.

Além disso, observa-se na Figura 01, um grande crescimento na quantidade produzida de camarão no estado do Ceará nos anos de 2017 e 2023, sendo de 11.857.417 quilogramas e 72.688.510 quilogramas, respectivamente (IBGE, 2024).

Figura 01: Quantidade Produzida de camarão no Ceará entre os anos de 2013-2023



Fonte: Adaptado IBGE (2024)

2.1.1 Carcinicultura em Morada Nova

Segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS, 2021), a carcinicultura está sendo estimulada ao desenvolvimento em Morada Nova, com o objetivo de democratizar o acesso a essa atividade e consequentemente aumentar a geração de lucros, além disso, destaca-se que cerca de 300 hectares são aplicados a tanques de criação de camarão. Dessa forma, entende-se que o crescimento na produção de camarão em Morada Nova tem ocorrido durante os últimos anos. Vale ressaltar que há condições naturais favoráveis na região, por exemplo, o clima que é quente e estável que favorece o crescimento rápido dos camarões, além disso, há água salobra em abundância com a salinidade ideal para o cultivo torna possível o

desenvolvimento eficiente dessa atividade.

Outro fator que pode ser considerado é classificação dos solos de Morada Nova como argissolos, planossolos, neossolos litólicos e flúvicos, de acordo com a classificação Embrapa (2018, a). Entende-se, que os argissolos são amplamente usados agricultura e podem ser usados na carcinicultura desde que haja uma análise prévia para verificar sua capacidade de retenção de água, assim como o neossolo flúvico pode ser usado contanto que haja controle da drenagem e a análise química confirme que o solo possui a composição adequada.

Ademais, analisa-se na Figura 02, um ranking de produção de camarão no estado do Ceará e no Brasil, cujo Morada Nova encontra-se no 10º lugar relativo à produção do Ceará e no 14º lugar em relação a produção nacional, destacando a relevância produtiva da carcinicultura no estado e no país (IBGE, 2024).

Figura 02: Ranking de produção de camarão no Ceará e no Brasil referente à 2023



Fonte: Adaptado de IBGE (2024)

2.2 Impactos ambientais da carcinicultura

O impacto ambiental é definido como as alterações geradas no meio ambiente provenientes da atividade humana (CONAMA, 1986). Já as alterações no meio ambiente são causadas pela atuação da atividade por meio de componentes chamados de aspectos ambientais (ABNT NBR ISO 14001:2015). Em termos conceituais, o aspecto ambiental é a causa, como a emissão de poluentes ou o consumo de recursos naturais, e o impacto ambiental é a consequência, como a poluição do ar ou a degradação de ecossistemas. A magnitude do impacto ambiental varia conforme fatores como a capacidade poluidora, localização, tamanho da organização, maneira de gerenciamento, entre outras condições (Sánchez, 2013).

Segundo (Islam e Bhuiyan, 2016), os principais motivos a geração de impactos ambientais da carcinicultura são a ausência de supervisão ambiental satisfatória, a escassez de conhecimentos científicos, às técnicas de manuseio aplicadas e a estruturação do projeto inapropriada, a falta de legalidade na criação dos crustáceos (Hatje *et al.*, 2016) e a carência de fiscalização (Ribeiro *et al.*, 2014).

Outrossim, observa-se na Figura 03 a matriz de avaliação de impacto ambiental relacionada aos aspectos e impactos negativos decorrentes da carcinicultura, nessa matriz os aspectos que ocasionam níveis maiores de impactos são a ocupação de ambientes naturais seguida pelo uso da terra, desmatamento e despejo de efluentes, respectivamente. Mediante as informações expostas, a ocupação de ambientes naturais e o uso da terra se mostraram os maiores geradores de impactos ambientais, dessa forma, entende-se que é necessário proceder uma avaliação prévia da localização que se deseja instalar, considerando os potenciais impactos ambientais gerados (Gomes, 2022).

Figura 03: Matriz de Avaliação de Impacto Ambiental dos aspectos e impactos ambientais negativos decorrentes da atividade de carcinicultura

Aspectos ambientais	Impactos Ambientais																											
	Meio biofísico										Meio antrópico																	
	Perda de serviços ecossistêmicos	Degradação de manguezais	Redução da biodiversidade da fauna e flora	Surto de doenças	Alteração na qualidade da água	Salinização da água subterrânea	Intrusão de água salgada	Deterioração da qualidade do solo	Aceleração de processos erosivos	Diminuição da capacidade de armazenamento de água no solo	Sedimentação	Redução da matéria orgânica no solo	Aquecimento global	Acidificação	Eutrofização	Dependência de peixes selvagens	Acúmulo de matéria orgânica em sedimentos bentônicos	Risco a saúde humana e animal	Conflitos de demanda pelos recursos costeiros	Disputa por espaço	Deslocamento e marginalização de pescadores	Descadamento tradicional dos meios de subsistência	Perda de segurança fundiária	Insegurança alimentar	Desemprego rural	Mudança do padrão agrícola	Agitação social e conflitos	Perda de recursos pecuário
Despejo de efluentes	●	●	●	●	●	●	●							●		●	●											
Introdução de fármacos no ambiente	●	●	●	●										●			●							●				
Aumento do escoamento superficial e subsuperficial					●	●		●	●	●	●			●	●													
Ocupação de ambientes naturais	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Introdução de metais traços	●	●	●	●													●							●				
Emissão de carbono												●	●															
Consumo de energia													●					●	●									
Desmatamento	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●														
Uso da terra	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●		●					●	●	●	●	●	●	●	●	●
Consumo de água doce			●		●	●																						
Uso de recursos bióticos		●	●		●	●					●				●	●		●	●									
Uso consuntivo da água	●	●	●												●	●		●	●									
Uso de combustível												●	●															

Fonte: GOMES & BONILLA (2022)

Conforme Bohnes e Laurent (2019), a ACV é o instrumento mais aplicado na aquíicultura, cujo são calculados e analisados os impactos potencialmente gerados no ciclo de vida do serviço ou produto. Consequentemente, entende-se a necessidade de utilização dessa metodologia para a quantificação dos impactos gerados no processo produtivo da carcinicultura.

2.3 Avaliação do Ciclo de Vida – ACV

Segundo Curran (1996), a ACV é uma técnica amplamente utilizada para examinar o desempenho ambiental de um produto ao longo de todas as etapas de seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até a disposição final. Essa abordagem busca identificar, de forma abrangente, todas as interações que ocorrem entre o produto e o meio ambiente em cada fase do seu ciclo, englobando desde a produção, transporte e uso até o descarte. Dessa forma, a ACV possibilita uma visão geral dos impactos ambientais potenciais associados a cada etapa, permitindo a análise detalhada de cada processo e o reconhecimento das oportunidades de redução de impactos ambientais ao longo da cadeia produtiva.

Ademais, a avaliação do ciclo de vida é reconhecida como uma metodologia eficaz para mensurar indicadores de impacto ambiental em diferentes setores produtivos. Essa abordagem

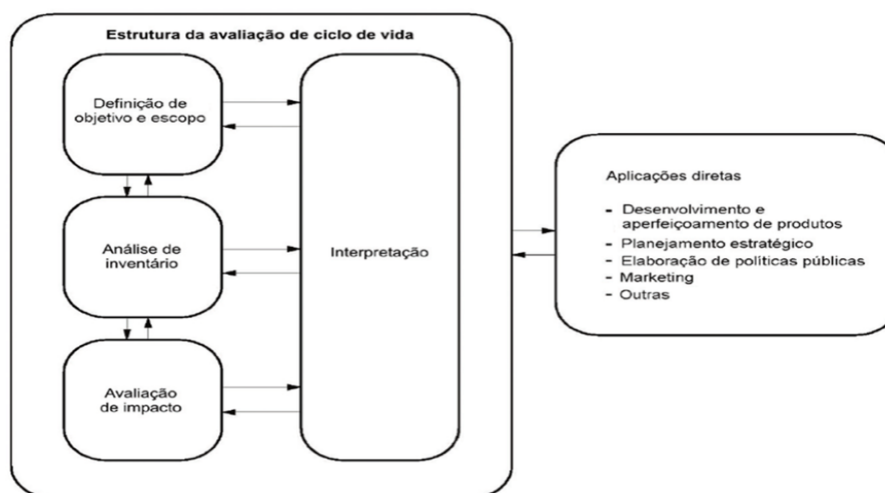
permite identificar e quantificar tanto o consumo de recursos naturais quanto os impactos ambientais gerados ao longo dos processos de produção, abrangendo desde o uso de matérias-primas até a disposição final dos produtos (SAMUEL-FITWI *et al.*, 2012).

Conforme Queiroz e Garcia (2010), a ACV é um método de avaliação ambiental sobre um produto identificando e quantificando a energia utilizada e os recursos em seu ciclo produtivo. Além disso, é analisada as emissões no solo, água e ar resultantes de todo o ciclo produtivo, que avalia o impacto ambiental relacionado a utilização de recursos naturais, emissões de agentes contaminantes e possibilidades de aperfeiçoar o sistema minimizando o efeito ambiental no processo produtivo.

2.3.1 Etapas da ACV

De acordo com a ISO (14040:2006), a ACV é composta por 4 fases sendo elas: Definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação dos impactos ambientais e interpretação dos resultados, vale ressaltar que todas essas fases estão inter-relacionadas comprovando a natureza interativa da metodologia. A Associação Brasileira de Normas e Técnicas (2009), demonstra de forma esquematizada essas etapas e as aplicações diretas da metodologia, a seguir, ela apresenta-se na Figura 04:

Figura 04: Fases da ACV segundo a ABNT.



Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas -ABNT (2009a).

2.3.1.2 Definição de Objetivo e Escopo

Na fase de definição dos objetivos, define-se a motivação principal para o desenvolvimento do estudo, seu alcance e o público-alvo a quem os resultados se destinam. Já na definição do escopo, considera-se perspectivas metodológicas para a realização do estudo,

além disso, nessa etapa também são determinadas as limitações do sistema, as características para a alocação dos efeitos ambientais e as categorias de impactos avaliados (ISO 14040,1997). Além disso, na definição do escopo é importante considerar aspectos geográficos, temporais e tecnológicos, para posteriormente ser feito o aperfeiçoamento das informações usadas no inventário.

Conforme Associação Brasileira de Normas Técnicas (2001), é relevante que o objetivo e escopo sejam confiáveis e condizentes com a realidade retratada, posto que dessa forma será capaz de determinar a profundidade e o grau de detalhamento do estudo, com a finalidade de atender o objetivo proposto.

2.3.1.3 Análise de Inventário

A etapa de análise de inventário está diretamente ligada à coleta de dados e os processos de calcular os valores das entradas e saídas do sistema de produção determinado. As mesmas podem estar relacionadas ao uso dos recursos e liberações deles sejam no ar, na água e no solo, resultantes do processo produtivo avaliado (ABNT, 2001).

Conforme Henriksson *et al.* (2012), a maioria dos inventários de processos agrícolas analisados em modelagem, são considerados únicos. Posto que, o inventário está diretamente ligado aos dados obtidos na etapa de definição de escopo e objetivo, sendo eles fluxos de energia e materiais que em muitos casos não podem ser replicados, pois se trata de seres vivos que possuem especificidades, dessa forma, são necessárias atualizações constantes na modelagem realizada.

2.3.1.4 Avaliação dos Impactos ambientais

A avaliação dos impactos ambientais se caracteriza como um processo qualitativo e quantitativo, utilizado para entender e avaliar a magnitude dos impactos ambientais, a mesma é fundamentada nos resultados obtidos na análise de inventário, considerando aspectos externos ao ambiente e a população. O detalhamento, a seleção de impactos avaliados e a metodologia usada procede do que foi determinado no objetivo e escopo do estudo (SEO, 2006).

Neste estudo foram utilizadas as categorias de aquecimento global, depleção da camada de ozônio, depleção abiótica, eutrofização e acidificação. Elas serão retratadas a seguir mencionadas por Chehebe (1997), Goedkoop (2006), ISO/TR 14047 (2003), Jolliet *et al.*, (2003) e Udo de Haes *et al.*, (1999):

1. Aquecimento Global: O aquecimento global é gerado pelas elevadas taxas de gases emitidos na atmosfera da terra, sendo eles CO_2 e NO_2 que por sua vez impossibilita que as

radiações emitidas da terra sejam absorvidas, pelo fato de não conseguirem se dissipar. Esse fenômeno causa um desequilíbrio no ecossistema, perdas de espécies e risco à saúde das populações. Para a realização do cálculo desse impacto considera-se a quantidade de emissão de gases no efeito estufa do inventário, seu indicativo é o crescimento da radiação infravermelha avaliado em watts por metro quadrado (W/m^2);

2. Depleção da camada de ozônio: Para calcular este impacto, utiliza-se a quantidade de gases emitidos causadores de danificações na camada de ozônio verificado no inventário, seu indicador é a depleção na camada de ozônio e termo de caracterização é a capacidade de depleção causada por cada emissão ($kg\ CFC^{-11} / kg\ emissão$). A depleção é uma problemática que afeta diversos materiais e ecossistemas, posto que a mesma amplifica a incidência de raios ultravioletas na biosfera;

3. Depleção abiótica: Ela é o resultado da massa de minerais usados pela massa de minerais disponíveis, sua avaliação de impacto relaciona-se à disponibilidade de recursos, além disso, seu indicador é a medida dos minerais extraídos por estoque;

4. Depleção abiótica (combustíveis fósseis): É um indicador relacionado à extração de minerais e combustíveis fósseis mediante as entradas fornecidas ao sistema. Ele é determinado baseado no ($kg\ de\ antimônio / kg\ de\ extração$);

5. Eutrofização: O indicador de caracterização é a capacidade de eutrofização nas emissões de água, ar e solo relacionado ao fosfato ($kg\ PO^4 / kg\ emissão$). Ela retrata o crescimento da biomassa causado pelo acréscimo de nutrientes à água ou solo. A mesma prejudica a sobrevivência de organismos e desequilibra ecossistemas, pois minimiza a concentração de oxigênio na água, além disso, para calcular o potencial de danificação utiliza-se a massa de emissão de nutrientes contida no inventário;

6. Acidificação: Refere-se ao impacto relativo à degradação ácida, causada por emissões na atmosfera de óxidos de enxofre e nitrogênio, para o meio hídrico ou para o solo, ocasionando mudanças no pH dos mesmos e afetando ao ecossistema.

2.3.1.5 Interpretação do Ciclo de Vida

Essa etapa consiste em identificar e analisar as apurações obtidas nas fases anteriormente citadas, além disso, vale ressaltar que a interpretação de resultado pode gerar conclusões que se evidenciam pela ACV como uma ferramenta de apoio à tomada de decisões (SEO, 2006).

A interpretação da ACV contém os três passos a seguir (ISO 14040, 1997);

- Definição dos pontos relacionados ao meio ambiente mais relevantes na análise do inventário;

- Verificação de elementos que podem ser incluídos, como conferir a integridade das informações;
- Elaboração de relatórios ambientais sobre situações significativas, gerando conclusões e recomendações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Em relação à abordagem adotada, o estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, devido ao uso da quantificação de parâmetros de análise. Simultaneamente, apresenta-se como qualitativa, ao interpretar e contextualizar os resultados obtidos por meio das análises quantitativas (OLIVEIRA, 2015). Dessa forma, configura-se como um estudo de natureza quali-quantitativa, ao utilizar uma abordagem mista, alinhada aos objetivos propostos.

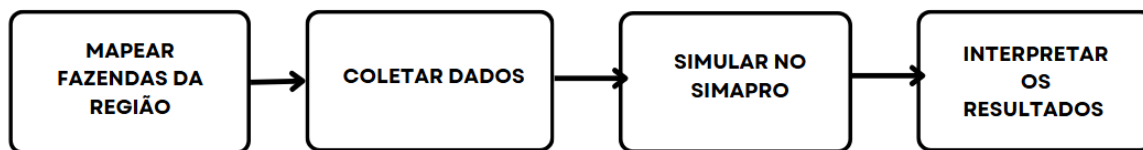
Destaca-se que essa caracterização está orientada para a aplicação de métodos e procedimentos considerados científicos, sendo que o pesquisador retorna os dados coletados à entidade utilizada no estudo, com o objetivo de fornecer informações relevantes para subsidiar processos de tomada de decisão (DEMO, 2000).

O estudo em questão foi efetuado em quatro fases: mapeamento de fazendas de camarão na região acessíveis para o estudo em questão, coleta de dados, modelagem e interpretação de resultados. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento de fazendas que poderiam fornecer os dados para o estudo, dessa forma, identificou-se a fazenda “Camarões Nobre”. Na segunda etapa realizou-se visitas à fazenda para entender o processo produtivo e realizar a coleta de dados, dessa forma, a proprietária cedeu as informações sobre os recursos utilizados, suas características, quantidades, tempo, sobre o sistema de cultivo e quantidade produzida no ciclo. Conforme a literatura, foi estabelecida as categorias de impacto a serem analisadas, após foi possível fazer a modelagem no *Software SimaPro® 9.6*.

Na etapa de implementação das informações na base de dados do software, realizou-se avaliações de quantidade, qualificação e relação entre todas as entradas e saídas do processo, essas informações de entrada estão dispostas nos Apêndices A, B, C e D cujo constam dados referentes as quantidades de recursos naturais e tecnológicos, sendo eles energia, água, madeira, ração, larvas e transportes. Destaca-se que o estudo se baseou na metodologia da ACV.

E após a prática da modelagem adquiriram-se os dados referentes aos impactos ambientais e suas caracterizações. Por último, foi realizada a interpretação dos dados que serão apresentados, posteriormente. A Figura 05 representa o fluxograma das etapas do estudo.

Figura: 05: Etapas do estudo



Fonte: Autora (2024)

3.1 Caracterização do objeto de estudo

O estudo foi desempenhado em uma fazenda produtora de camarão de água salgada, de porte microempresa, no Setor 3 Ch1 com latitude de “5°07'40"S e longitude de 38°19'55"O” em Morada Nova no interior do Ceará, localizado na macroregião do Vale do Jaguaribe, cerca de 152 Km de Fortaleza, com clima tropical e semiárido quente, e temperaturas médias de 26° a 28°C (IPECE, 2006). Com a de população de 61.443 pessoas e densidade demográfica de 22,23 habitante por metro quadrado (IBGE, 2025). O empreendimento encontra-se em operação há 7 anos, apresentando uma área produtiva com 11 tanques de berçários e 11 viveiros. O objeto do estudo do presente trabalho foi o viveiro 8, tendo em vista as especificidades de cada um e a exatidão no processo avaliativo. A seguir, apresenta-se na Figura 06 uma representação do objeto de estudo desse trabalho, o viveiro 08.

Figura 06: Objeto de estudo - viveiro 08



Fonte: Autora (2024)

A fazenda produz camarões da espécie *Litopenaeus vannamei*, conhecido como

camarão cinza. O ciclo produtivo da mesma varia em torno de 100 a 120 dias, seu produto final são camarões com o tamanho médio de 10 gramas, o sistema de engorda aplicado é o semi-intensivo, cujo manuseia em viveiros escavados no solo com variações em suas dimensões de 1 ha a 2 ha, fazem o uso de aeradores (4 hp/ha) para auxiliar na respiração dos crustáceos tem baixo nível de controle ambiental e taxa mediana de renovação de água. Nesse sistema a alimentação é uma junção de alimentação natural e suplementada com ração, feita 3 vezes ao dia, sua produtividade média é de 1000 a 2500 kg por cultivo.

3.2 Levantamento de Inventário do Processo de Cultivo de Camarões

Na Figura 07, mostra-se a localização da fazenda obtida através do *Google Earth* com imagens de 2022, em destaque encontra-se a localização do viveiro 08.

Figura 07: Localização da fazenda de camarões em Morada Nova- CE



Fonte: Autora (2024)

Primeiramente, foi selecionada a unidade funcional do produto a ser analisado, desse modo, os parâmetros mensurados em função de produzir uma unidade do produto, cujo ela corresponde a 1kg de camarão de tamanho 10 g cada. Em seguida, delimitou-se a fronteira do sistema produtivo demandado pela a ACV. Dessa forma, considerou-se os macroprocessos do cultivo, sendo eles: Preparação e Manutenção do Viveiro; Povoamento e Engorda; e Despesca. Essas etapas compõem todo o ciclo de vida do cultivo de camarões, norteando as fases de implementação desse estudo (Belettini, 2014).

3.2.1 Preparação do solo e viveiro

A preparação do solo e do viveiro é essencial para garantir alta produtividade,

permitindo a correção do solo e melhorando a qualidade da água e da produção animal. Esse processo favorece reações que disponibilizam nutrientes essenciais à cadeia ecológica. Levando em conta os aspectos abordados, foi possível obter as informações do inventário que serão apresentadas na Tabela 01.

Tabela 01- Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões – entradas da preparação do solo e viveiro, por 1 kg produzido

Caracterização do recurso	Materiais de entrada	Unidade em função de cada 1 kg de camarão	Consumo total pela empresa
Recurso natural	água (enchimento inicial)	m ³ / kg de camarão	3840 m ³
Recurso tecnológico	madeira para comportas	m ³ / kg de camarão	16,54 m ³
Recurso natural	área do solo (viveiro + dreno)	m ² / kg de camarão	6400 m ²
Recurso tecnológico	enchedeira + retroescavadeira	h / kg de camarão	27 h

Fonte: Autora (2024)

Todas as informações apresentadas na coluna "Unidade em função de cada 1 quilograma de camarão" foram extraídas da base de dados do software SIMApro versão 9.6. Já os dados da coluna "Consumo Total pela empresa" correspondem aos valores reais observados durante o ciclo produtivo do viveiro 8, que é o foco deste estudo.

Em relação ao abastecimento dos viveiros, a fazenda possui duas bacias de fornecimento de água para os 11 viveiros, cujo uma abastece 5 viveiros e a outra 6 viveiros. Essas bacias são abastecidas por um poço artesiano. O bombeamento da água está relacionado com a utilização da mesma, dessa forma, para realizar a mensuração de impactos ambientais desse aspecto utilizou-se os seguintes parâmetros: Consumo do motor trifásico (kw), a vazão máxima (m^3/h) e as horas trabalhadas para o enchimento do viveiro.

Dessa forma, realiza-se a multiplicação entre o consumo do motor trifásico (kw) e a vazão máxima (m^3/h) para encontrar o consumo médio do motor. Em seguida, realiza-se a multiplicação do valor obtido no consumo médio do motor, do tempo médio em horas trabalhadas e da constante 0,0035 para converter Watts em Megajoule. Então, entende-se que para calcular o consumo do motor em $\left(\frac{MJ}{mês}\right)$, aplica-se na Equação (1) apresentada a seguir:

$$\text{Consumo do motor} = [(\text{Consumo médio do motor}) \times \text{tempo médio} \times 0,0035] \quad (1)$$

Em seguida, utilizou-se consumo do motor (1) em $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{mês}}\right)$ dividido pela quantidade de camarão produzida por ciclo para calcular o consumo do motor relativo à produção de 1 kg de camarão, mostra-se a Equação (2) exibida abaixo:

$$\text{Consumo do motor em 1 kg} = \llbracket \text{Consumo do motor} \div \text{quantidade de camarão} \rrbracket \quad (2)$$

O resultado obtido foi incorporado à simulação para mensurar os impactos do bombeamento de água durante o enchimento inicial. Nas etapas subsequentes, esses cálculos não foram refeitos, uma vez que os resultados em kWh já estavam disponíveis. Dessa forma, os dados puderam ser aplicados diretamente à base de dados, considerando que não se tratavam de fases iniciais da construção, no qual os aspectos mais precisos devem ser levados em conta. Essa abordagem visa garantir a mensuração adequada dos resultados para o estudo em questão.

Para a análise das máquinas, foi considerado o fluxo que se refere ao deslocamento das máquinas na fazenda, com base nos dados da Ecoinvent®, que associam a fabricação e o uso de um trator agrícola (em kg) à sua vida útil e ao número de horas empregadas na construção e manutenção dos viveiros, o valor considerado em questão foi $0,095 m^3$. no cenário do transporte, foi analisado o fluxo que abrange o transporte de larvas do município fornecedor, localizado a cerca de 186 km da unidade produtiva.

3.2.2 Fase de engorda

A partir do Tabela 02, é possível interpretar as informações relacionadas às entradas e saídas no período de engorda dos camarões. Essa etapa do processo tem duração média de 120 dias e consiste no manejo alimentar das larvas até que elas atinjam o tamanho desejado.

Tabela 02 - Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões – entradas da etapa de engorda, por 1 kg produzido

Caracterização do recurso	Materiais de entrada	Unidade em função de cada 1 kg de camarão	Consumo total pela empresa
Recurso natural	água (reposição)	m ³ / kg de camarão	1280 m ³
Recurso natural	Larvas	und/ kg de camarão	250000 unidades
Recurso natural	ração	kg / kg de camarão	2853 kg
Recurso tecnológico	utilização de aeradores de viveiros	kwh / kg de camarão	390 kwh
Recurso tecnológico	energia das bombas	kwh / kg de camarão	410 kw

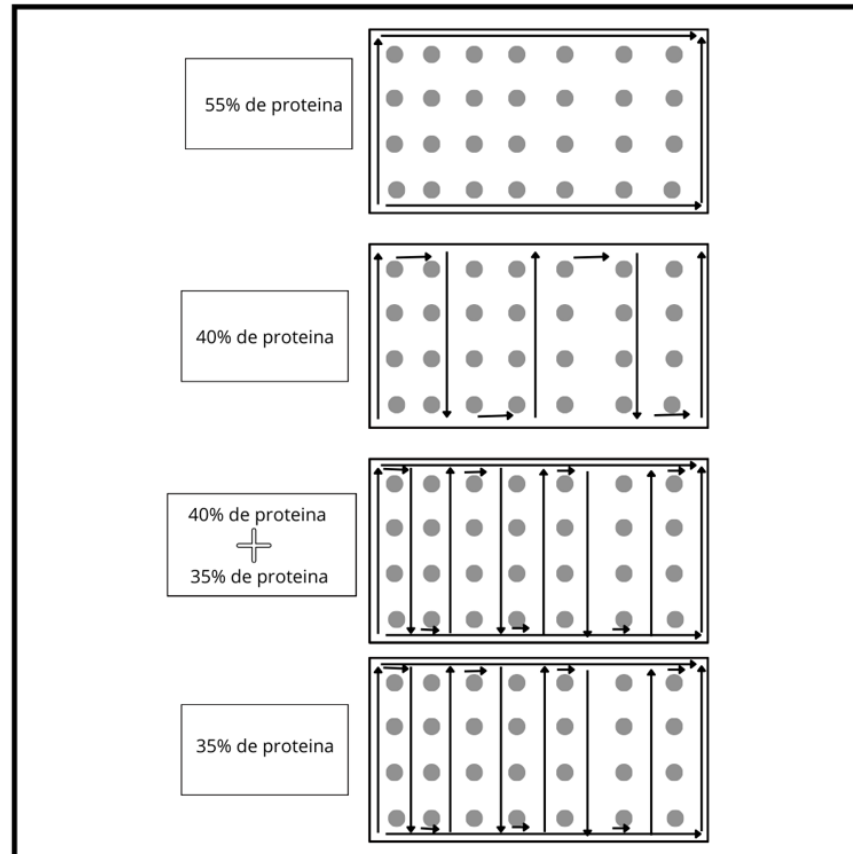
Fonte: Autora (2024)

Em relação ao cultivo dos camarões e sua alimentação, entende-se que primeiramente as larvas de camarão são colocadas no berçário, onde permanecem por um período de 7 a 8 dias, podendo chegar até 20 dias, dependendo do desenvolvimento observado. Durante essa fase, monitora-se o desenvolvimento da mesma, a alimentação ocorre a cada duas horas. A ração utilizada possui 55% de proteína, essencial para o crescimento inicial.

Quando as larvas atingem o estágio desejado, são transferidas para o viveiro. Nesse novo ambiente, a alimentação passa a ser realizada de forma diferente, sendo distribuída em áreas laterais e, posteriormente, em espaçamentos paralelos. A dieta também é ajustada, com ração contendo 40% de proteína, fornecida três vezes ao dia, com o objetivo de promover o crescimento contínuo.

Após 30 dias no viveiro, a alimentação é novamente modificada. A partir desse ponto, utiliza-se uma ração com 35% de proteína, adequada para o desenvolvimento final dos camarões até atingirem o tamanho ideal. A seguir, apresenta-se na Figura 08 a representação do formato de alimentação incorporado no cultivo de camarões do estudo de caso em análise.

Figura 08: Representação do formato de alimentação dos camarões



Fonte: Autora (2024)

Esse modelo de alimentação no cultivo dos camarões é fundamental para otimizar o crescimento, reduzir custos e garantir a saúde dos animais. O ajuste gradual do teor de proteína e da frequência das alimentações ao longo das fases do cultivo atende às necessidades específicas de cada estágio de desenvolvimento. No berçário, a dieta com 55% de proteína e alimentação frequente acelera o crescimento e fortalece as larvas. No viveiro, a proteína é reduzida para 40%, promovendo crescimento sustentável e minimizando impactos ambientais. Na fase final, a ração com 35% de proteína mantém o crescimento saudável sem sobrecarregar os camarões.

Conforme o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (2016), o camarão marinho *Litopenaeus vannamei* é dividido em diferentes estágios larvais, sendo eles: náuplio, zoea ou protozoa, misis e pós-larvas (PLs). O primeiro estágio é chamado de náuplio, o mesmo ocorre após a eclosão, com corpo não segmentado e três apêndices, nesse estágio a larva sobrevive de reservas energéticas internas e dura cerca de dois dias. Posteriormente, vem o estágio zoea, é

caracterizado por ter corpo alongado com cefalotórax e olhos compostos, nele a larva inicia a alimentação de partículas menores que 100 micras, como microalgas durando em torno de 4 a 5 dias. Em seguida, tem-se a fase chamada misis, apresentando um formato juvenil e consumindo zooplâncton, sua duração é de 3 a 4 dias. E por último, temos a fase da pós-larva, cujo possui um comportamento adulto estando apta para sua transferência aos viveiros. Em seguida, mostra-se na Figura 09 uma representação dos estágios larvais do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*.

Figura 09: Estágios larvais do camarão marinho *Litopenaeus vannamei*



Fonte: Senar (2016)

3.2.3 Etapa de despesca

A seguir, demonstra-se na Tabela 03 o inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões na fase da despesca.

Tabela 03 – Inventário do ciclo de vida do cultivo de camarões – entradas da etapa da despesca, por 1 kg produzido

Caracterização do recurso	Materiais de entrada	Unidade em função de cada 1 kg de camarão	Consumo total pela empresa
Recurso tecnológico	rede de pesca de seda	unid / kg de camarão	1 unidade
Recurso tecnológico	caixas pequenas	kwh / kg de camarão	157 caixas
Recurso tecnológico	caixas d'água de 1000L	kwh / kg de camarão	3 caixas

Fonte: Autora (2025)

Como mencionado anteriormente, essa prática acontece no período de 100 a 120 dias de manejo, cujo os crustáceos atingem a gramatura média de 10 g, sendo a unidade funcional utilizada neste projeto. Os recursos aplicados nessa atividade são redes de pesca de seda, caixas d'água de 1000 L e caixas pequenas. A despesca ocorre primeiramente, ao realizar a captura dos camarões utilizando a rede de pesca, em seguida camarões são recolhidos na caixa de 1000 L, sendo separados das impurezas e posteriormente os camarões são pesados e colocados em gelo buscando preservar a qualidade deles.

3.3 Avaliação de Impacto do ciclo de vida

Após toda a coleta de informações em cada fase do processo produtivo, foi efetuada a simulação com o intuito de fazer a avaliação de impacto do ciclo de vida e para realizá-la foi utilizado o método *CML-IA baseline V3.10 EU25* incorporado no programa *SimaPro® 9.6.* A caracterização do impacto por este método é realizada com base na identificação e designação de substâncias geradoras de impacto. Em relação às categorias de impacto, foram selecionadas: aquecimento global, depleção da camada de ozônio, depleção abiótica, depleção abiótica de combustíveis fósseis, acidificação e eutrofização.

Esse método possui uma base de dados holandesa que possui a interpretação por meio de midpoints, ele faz o uso de indicadores voltados aos sistemas de processos biológicos, físicos e químicos relacionando-os a ACV, já os endpoints são analisados aspectos vinculados ao ambiente, saúde humana e recursos (ABNT, 2009a).

A escolha do método ocorreu através de uma análise comparativa dos principais métodos utilizados em estudos, dessa forma, foi possível selecionar o método *CML-IA baseline V3.10 EU25*, cujo é muito utilizado em estudos acadêmicos e está regulamentado pela ISO 14040, abaixo apresenta-se essa análise comparativa dos principais métodos no Quadro 01.

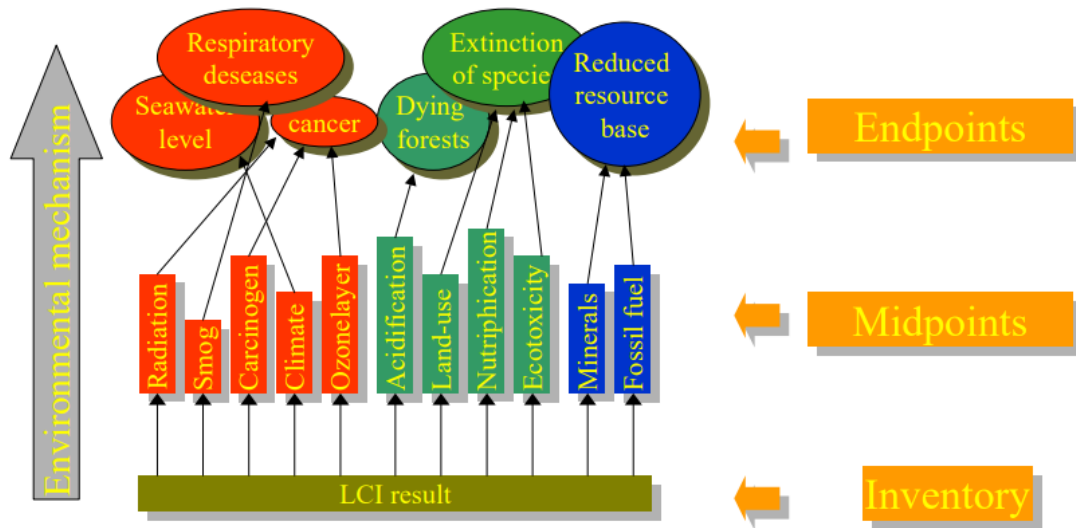
Quadro 01: Análise comparativa dos principais métodos aplicados no *Simapro*

Método	Abordagem	Áreas de Proteção	Principais Aplicações
CML IA	Midpoint	Diversas categorias de impacto, como aquecimento global, acidificação, eutrofização, entre outras	Avaliações detalhadas em estudos acadêmicos, industriais e regulamentação da ISO 14040
Eco-indicator 99	Endpoint	Saúde humana, qualidade do ecossistema, recursos	Ecodesign e análise de produtos
ReCiPe	Midpoint e Endpoint	Saúde humana, qualidade do ecossistema, recursos	Análises ambientais abrangentes, combinando abordagens de midpoint e endpoint
Impact 2002+	Híbrido (Midpoint e Endpoint)	Saúde humana, qualidade do ecossistema, mudanças climáticas, recursos	Estudos de impacto ambiental detalhados
EPS 2000	Monetário (expressa impactos em termos monetários)	Saúde humana, biodiversidade, produção, recursos	Políticas ambientais e avaliações econômicas

Fonte: Autora (2024)

O padrão ISO aceita a utilização de indicadores de categoria de impacto que se situam em uma posição intermediária entre os dados do inventário (como emissões) e os resultados finais. Esses indicadores, localizados entre o inventário e os "pontos finais", são frequentemente denominados indicadores de "nível de ponto médio" (PRÉ CONSULTANTS, 2006). Abaixo, na Figura 10 tem-se a representação esquematizada da seleção de categorias de impacto em midpoints e endpoints.

Figura 10: Seleção das categorias de impactos em midpoints e endpoints



Fonte: Pré Consultants (2006)

4 RESULTADOS

A estimativa dos resultados de consumo dos recursos utilizados na produção de cada unidade funcional deste estudo, cujo sucederam-se através da simulação, são apresentados no Tabela 04.

Tabela 04: Recursos de entrada e resultados para cada 1 kg de camarão produzido

Materiais de Entrada (Preparo do solo e viveiro)	Resultados /Kg de camarão
água (enchimento inicial) (m 3)	2,81738
madeira para comportas (kg)	0,20208
área do solo (m 2)	2,56
máquinas agrícolas (kg)	0,77382
transporte de recursos (tkm)	0,06355
Materiais de Entrada (Engorda)	Resultados /Kg de camarão
água de reposição de nível (m 3)	0,512
larvas	50,25141
ração (kg)	13,54384
energia dos aeradores (kWh)	0,77073
energia das bombas (kWh)	19,03933
Materiais de Entrada (Despesca)	Resultados /Kg de camarão
rede de pesca de seda (kg)	0,19595
caixas de pesagem (kg)	0,07235
caixas de banho de gelo (kg)	0,00871

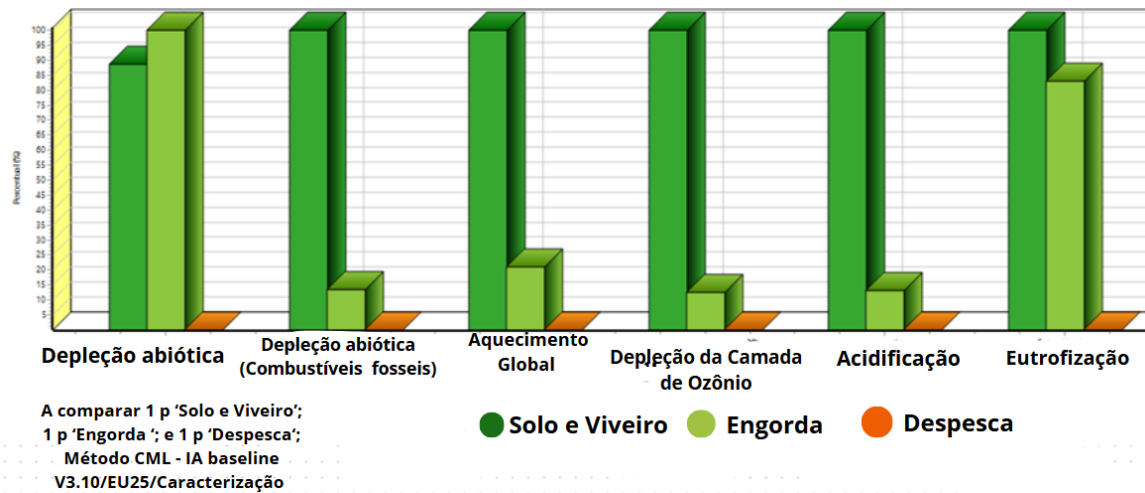
Fonte: Autora (2024)

4.1 Avaliação de Ciclo de Vida

Em relação ao gráfico de “Ciclo de vida: impactos x fases”, que será apresentado a seguir na Figura 11, observa-se que na grande maioria dos impactos a fase de solo e viveiro é a que tem maior potencial de geração de impactos ambientais, devido ao grande consumo energético requerido nessa etapa inicial para enchimento do viveiro e a utilização

das máquinas para construção do cenário produtivo. Almeida (2022), em seu estudo baseado na metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), identificou que uma parcela significativa dos impactos ambientais está associada ao consumo de energia elétrica, representando entre 20% e 35% do total desses impactos.

Figura 11: Ciclo de vida: impactos x fases



Fonte: Autora (2024)

Dessa forma, tem-se no aquecimento global, depleção abiótica (combustíveis fósseis), depleção da camada de ozônio, eutrofização e acidificação um percentual de 100%, exceto a depleção abiótica cuja corresponde a 88,6%. Já ao considerar a fase de engorda encontra-se uma variação nas quantidades relativas a cada impacto, de modo, que a depleção abiótica é 100%, a depleção abiótica (combustíveis fósseis) é 13,6%, o aquecimento global é 21,2%, a depleção da camada de ozônio é 12,6%, a acidificação é 13,3% e a eutrofização é 82,9%.

Por fim, na despesa é possível verificar que os percentuais são irrelevantes a análise por terem a quantificação pequena em relação ao demais, assim obteve-se 0,000715% na depleção abiótica, 0,0000625% na depleção abiótica (combustíveis fósseis), 0,0000448% no aquecimento global, 0,00665% na depleção da camada de ozônio, 0,0000428% na acidificação e 0,0000463% na eutrofização. A seguir, apresenta-se no Tabela 05 os quantitativos obtidos na simulação que são relacionados aos impactos ambientais e as fases do ciclo de vida considerando a unidade funcional cujo é a produção de 1 kg de camarão.

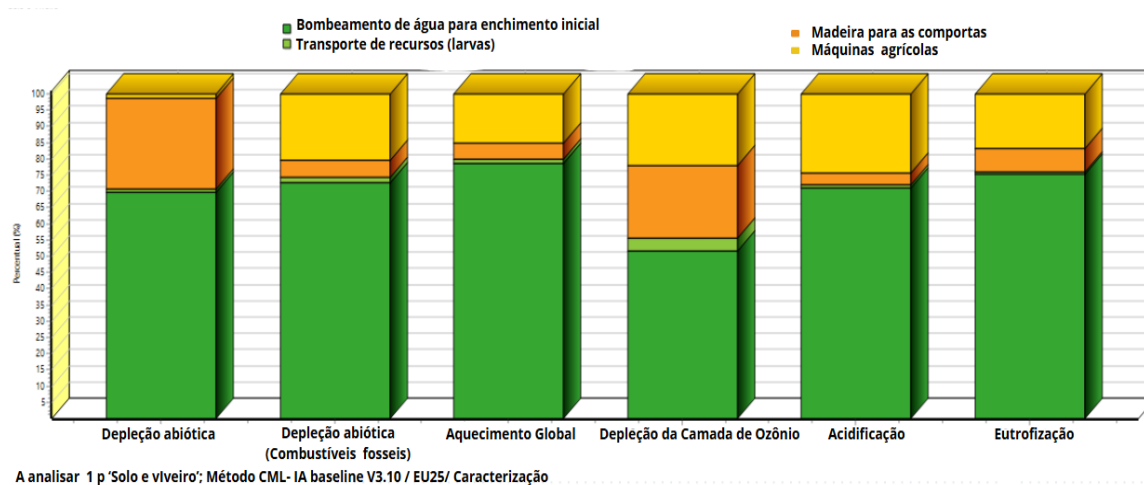
Tabela 05: Impactos do cultivo de camarão relativo à cada 1kg produzido no ciclo

Categoria de impacto	Solo e Viveiro	Engorda	Despesca
Depleção abiótica (kg Sb eq.)	0,0000195	0,000022	1,57E-10
Aquecimento global (kg CO2 eq.)	40,4	8,57	0,0000181
Depleção abiótica- combustíveis fósseis (MJ)	522	70,9	0,000326
Depleção abiótica da camada de ozônio (ODP)	0,000000509	6,44E-08	3,39E-11
Acidificação (kg SO2 eq.)	0,251	0,0333	1,07E-07
Eutrofização (kg PO4 eq.)	0,0624	0,0517	2,89E-08

Autora (2024)

Ao verificar os dados obtidos, entende-se que a etapa de solo e viveiros é a mais impactante no ciclo de produção de camarão, enquanto as fases de engorda e despesca apresentam impactos relativamente menores. Isso sugere que esforços para mitigar os impactos ambientais devem priorizar a fase inicial do cultivo. Isso se reflete devido ao uso de combustíveis fósseis nos veículos utilizados para a realização das atividades de escavação e transporte de água. Uma das possíveis soluções para redução desse impacto seria o uso de maquinários com o máximo de eficiência possível, utilização de fontes renováveis de energia, tais como energia solar para o bombeamento e utilização de madeira de reflorestamento. A seguir, será exibido os resultados referentes à simulação do método de cada fase do ciclo produtivo. Assim, o Figura 12 é produto desses dados relativos à etapa de preparação de solo e viveiro.

Figura 12: Etapa de preparação de solo e viveiros: impactos x recursos



Fonte: Autora (2024)

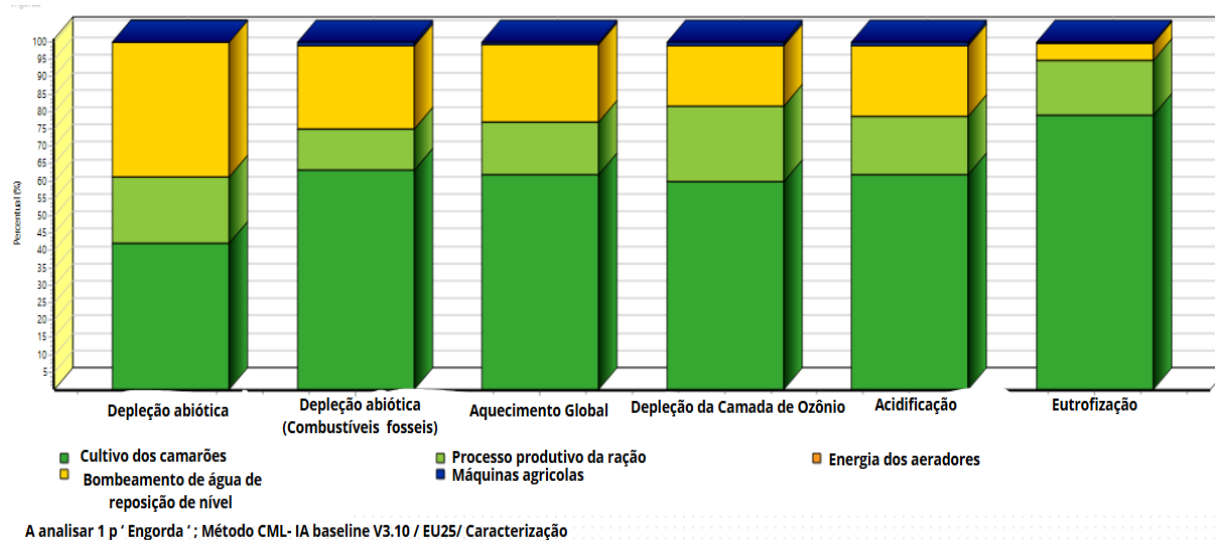
Ao observar a Figura 12, é possível fazer uma interpretação dos dados obtido na simulação, sendo assim, torna-se notório que o bombeamento de água é o processo que possui mais potencial de geração de impactos contribuindo bastante para os cenários obtidos dos impactos ambientais, principalmente, ao considerar o aquecimento global, o qual apresenta 78,6% de participação. Isso decorreu da provável consideração do uso de combustível fóssil para funcionamento do sistema motor-bomba, o que contribui para geração de gases de efeito estufa. Para mensurá-lo, utilizou a medição de kg de CO₂, cujo é produzido durante o uso de bombas de enchimento. Segundo Belettini (2014), na etapa de construção dos viveiros, a principal fonte de impacto ambiental está associada ao bombeamento de água para o enchimento, esse processo representa entre 49% e 79% dos impactos avaliados, destacando-se como um dos maiores consumidores de recursos e energia devido ao alto consumo de eletricidade nesse estágio que contribui significativamente para a depleção abiótica e a potencial de geração de aquecimento global.

Todos esses gases estão intimamente ligados com a poluição atmosférica. Além disso, ao analisar a pegada de carbono do transporte na cadeia de suprimentos do camarão revela-se que há impactos ambientais significativos, especialmente devido ao consumo de combustíveis fósseis durante a distribuição, dessa forma, o transporte de ração representou uma parcela considerável das emissões totais, chegando a aproximadamente 10% das emissões de gases de efeito (HENRIKSSON et al., 2015).

Logo, em seguida analisa-se que as máquinas possuem o segundo maior potencial quando

relacionado aos impactos, no qual obteve-se 24,4% na acidificação. Isso decorre da emissão de CO₂ para atmosfera que, ao entrar em contato com os oceanos, irá se dissolver e formar ácido carbônico, reduzindo o pH do meio. Conforme Gattuso et al. (2015), a acidificação dos oceanos pode impactar significativamente os ecossistemas costeiros, reduzindo a biodiversidade e afetando indiretamente a carcinicultura. Esse fenômeno compromete a oferta de larvas, prejudica o crescimento dos camarões e aumenta sua vulnerabilidade a doenças, representando um desafio para a sustentabilidade da atividade. Além disso, pode-se observar que a madeira para as comportas também possui um alto índice, ao considerar a depleção abiótica com 27,9% e por último o transporte de recursos (larvas) que examinando a depleção da camada de ozônio tem 3,95%. Abaixo, apresenta-se o Figura 13, referente ao resultado de simulação da fase de engorda.

Figura 13: Engorda: impactos x recursos



Fonte: Autora (2024)

Observa-se que na fase de engorda, há uma contribuição significativa na geração de impactos ambientais quando analisado em comparação com os demais fatores dessa fase, sendo assim, ele causador de 78,9% no impacto de eutrofização. Isso ocorre pela liberação de nitrato e fosfatos na água, que acontece pela decomposição da matéria orgânica nos viveiros, seja dos camarões remanescentes que não sobrevivem, seja pelo excedente da ração. Cao et al. (2011), relata que a fase de engorda foi a principal responsável pelo o impacto de eutrofização, contribuindo com 83% a 88% da carga total gerada de nutrientes liberados no ambiente, devido aos fatores de alta densidade de estocagem dos camarões, o uso intensivo de ração comercial e à ausência de sistemas eficazes de tratamento de efluentes. Dessa forma, podendo ocasionar a

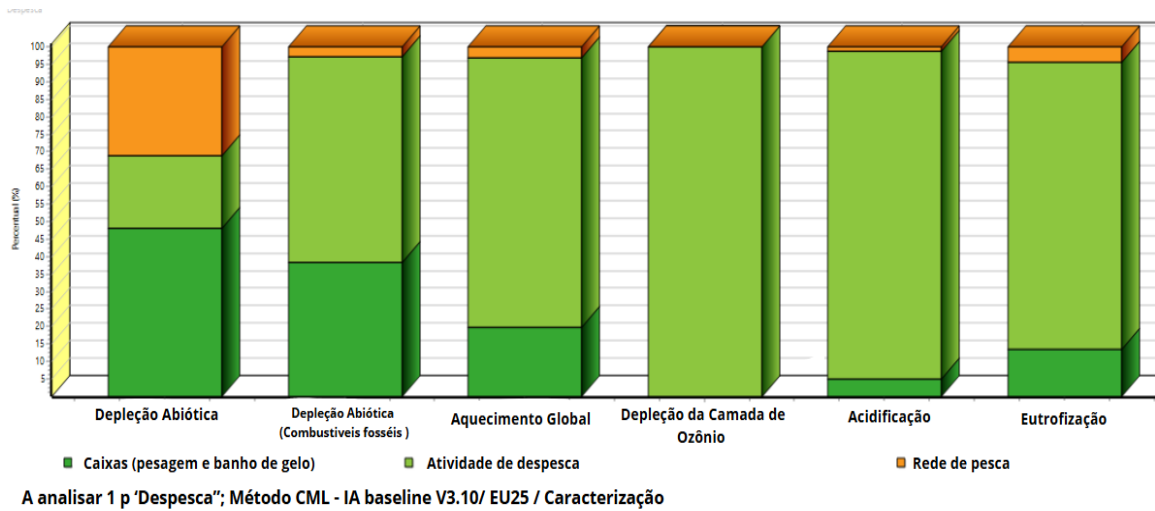
diminuição dos níveis de oxigênio dissolvido (hipóxia), resultando em mortandade de peixes e degradação da biodiversidade local.

Em segundo lugar de maior potencial de geração de impactos tem-se o bombeamento de água de reposição de nível com 38,7% na depleção abiótica. Conforme Tucker e Hargreaves (2008), quanto menor a taxa de troca de água, maior será possibilidade de reduzir as concentrações de fósforo solúvel, matéria orgânica dissolvida e nitrogênio amoniacal, através de processamentos naturais. Dessa forma, entende-se que nesse sistema a reposição de nível é considerada como troca de água, posto que a fazenda faz a reutilização da mesma. Henriksson et al. (2012) destacam, por meio da Análise do Ciclo de Vida (ACV) na carcinicultura, que essa atividade contribui significativamente para a depleção de recursos abióticos, principalmente devido ao alto consumo de energia e insumos. O estudo enfatiza que a produção de ração é a principal responsável por esse impacto, representando cerca de 93% do uso total de energia e 94% das emissões de gases de efeito estufa.

Além disso, ao abordar a produção de ração entende-se também que ela é um fator a se considerar nessa etapa acarretando 21,8% na depleção da camada de ozônio. Segundo Bohnes et al. (2019), grande parte dos impactos ambientais são centralizados no processo produtivo da ração e na utilização da eletricidade para a moagem dela. Segundo Belettini (2014), a ACV aplicada à carcinicultura revelou que a fertilização controlada apresentou um impacto na fase de engorda de $1,38E-06$ kg CFC-11 eq., enquanto a fertilização total registrou um valor consideravelmente maior na mesma fase de $3,20E-06$ kg CFC-11 eq. Essa diferença é atribuída à maior eficiência da fertilização controlada, que reduz o uso excessivo de fertilizantes, otimiza a absorção de nutrientes e promove um manejo mais sustentável, minimizando a liberação de gases nocivos e substâncias químicas que contribuem para a degradação da camada de ozônio.

As máquinas agrícolas não possuem um papel dominante na análise em questão com 1,08% na depleção da camada de ozônio e a energia dos aeradores tem uma capacidade desprezível nessa observação, cujo nem aparece no gráfico de simulação representado. Adiante, encontra-se o Figura 14 relacionado ao produto da simulação na fase de despesca.

Figura 14: Despesca: impactos x recursos



Fonte: Autora (2024)

Ao considerar a simulação da fase de despesca, verifica-se que a atividade de despesca tem o maior rendimento quando comparada com os demais fatores examinados com 99,9% na depleção da camada de ozônio, seguida pelo aspecto de caixas de pesagem e armazenagem com gelo gerando 48,2% na depleção abiótica. E por fim, tem-se a rede de pesca com menor desempenho de potencial na geração de impactos com 31,2% na depleção abiótica. Riofrío et al. (2021), ressaltam que os materiais utilizados na despesca, como redes de captura, escorredores, balaios e caixas para acondicionamento dos camarões, contribuem significativamente para os impactos ambientais associados a essa etapa, pois estão diretamente relacionados ao processo de fabricação, que envolve o consumo de recursos naturais e a emissão de gases de efeito estufa, fundamentados no banco de dados da dados Ecoinvent.

Além disso, evidencia-se que durante a atividade de despesca a eutrofização tem um percentual elevado de 82,3% e a acidificação também de 93,7%. Conforme Belettini (2014), há significativos impactos nessa etapa, incluindo a liberação de efluentes ricos em nutrientes, emissões atmosféricas e uso de materiais e equipamentos não sustentáveis. Dessa forma, entende-se que os esses resíduos agrícolas são agentes potenciais para degradação ambiental (PAZ *et al.*, 2005). Outro ponto que se deve considerar, é que durante essa etapa do ciclo de vida, torna-se perceptível a influência da despesca na geração do aquecimento global com 76,8%. Isso ocorre devido à grande liberação de gases no efeito estufa, relacionada principalmente ao nitrogênio. Paez-Osuna et al.,(2009), retrata que a cada tonelada de camarão produzido no sistema semi-intensivo 28,6 kg de nitrogênio são introduzidos no meio ambiente e 65,7% de nitrogênio é perdido através da volatilização.

4.2 Medidas mitigadoras

A busca por soluções para mitigar os impactos ambientais é essencial para garantir a sustentabilidade da produção aquícola. A degradação dos ecossistemas aquáticos, causada pela poluição, destruição de habitats e emissões de gases do efeito estufa, exige a adoção de práticas inovadoras e ambientalmente responsáveis. No caso da carcinicultura, os principais problemas ambientais ocorrem em diferentes fases do cultivo, como a preparação do solo e viveiros, a engorda e a despesca. O uso intensivo de energia para o bombeamento de água e a emissão de gases de efeito estufa, oriundos do uso de combustíveis fósseis, contribuem para o aquecimento global. Além disso, a fase de engorda apresenta alta eutrofização devido ao excesso de nutrientes liberados na água, impactando negativamente os ecossistemas aquáticos. Já na etapa de despesca, a utilização de materiais e equipamentos não sustentáveis, como redes e caixas de armazenamento, intensifica a depleção de recursos abióticos e a acidificação do ambiente.

Diante desse cenário, a implementação de medidas mitigadoras torna-se essencial. O uso de sistemas de recirculação de água pode reduzir o consumo e minimizar os impactos hídricos, enquanto fontes de energia renováveis, como painéis solares, ajudam a diminuir a dependência de combustíveis fósseis. Além disso, a adoção de rações orgânicas e tecnologias sustentáveis, como bioflocos, favorece a reciclagem de nutrientes e reduz a poluição. A capacitação contínua dos produtores e a adoção de práticas de manejo eficiente são fundamentais para garantir um cultivo mais equilibrado e ambientalmente responsável objetivando aliar crescimento econômico à preservação ambiental, assegurando a viabilidade da atividade a longo prazo. Nesse contexto, vários estudos foram realizados para implementar essas soluções.

Segundo Martins et al. (2010), os autores abordaram os Sistemas de Aquicultura de Recirculação (RAS) como uma solução ambientalmente sustentável para a produção de peixes, reduzindo impactos negativos como poluição da água, destruição de habitats e emissão de gases do efeito estufa. Entre as estratégias destacadas para minimizar os impactos ambientais estão o uso racional da água, por meio da recirculação de até 99% da água utilizada no sistema; o uso de rações orgânicas e tecnologias como bioflocos para reciclagem de nutrientes; a adoção de energias renováveis, como energia solar e hidrelétrica, para reduzir o alto consumo energético dos RAS; e a capacitação de produtores para otimizar o manejo sustentável e garantir maior eficiência na produção. Essas abordagens tornam os RAS uma alternativa viável para a adaptação às mudanças climáticas e para uma aquicultura mais sustentável.

Rakocy et al. (2006) destacam a aquaponia como uma abordagem integrada para reduzir

os impactos ambientais da aquicultura, combinando a criação de peixes com o cultivo de plantas sem solo. Entre as soluções abordadas, enfatiza-se o uso racional da água por meio de sistemas de recirculação que minimizam o desperdício e reduzem a necessidade de trocas frequentes. Além disso, o uso de rações orgânicas e a reciclagem de nutrientes promovem uma produção mais sustentável, diminuindo a poluição por resíduos. A adoção de energias renováveis, como a solar, pode reduzir significativamente os custos energéticos e a pegada de carbono dos sistemas aquapônicos. Por fim, a capacitação dos produtores é essencial para otimizar o manejo, garantindo maior eficiência na produção e promovendo práticas mais ecológicas na aquicultura.

Badiola et al. (2012), retratam os principais desafios na gestão e operação dos Sistemas de Aquicultura de Recirculação (RAS), destacando questões técnicas, econômicas e ambientais. Os autores enfatizam a necessidade de melhorar a eficiência energética, o controle de qualidade da água e a viabilidade econômica desses sistemas para torná-los mais sustentáveis. Entre os principais impactos ambientais apontados estão o alto consumo de energia, a produção de resíduos e o uso intensivo de água. Como medidas mitigadoras, o estudo sugere a otimização do design dos sistemas para reduzir o consumo energético, o reaproveitamento de efluentes para minimizar a poluição e o desenvolvimento de novas tecnologias para melhorar a eficiência da filtração e do tratamento da água. Além disso, a integração de fontes renováveis de energia e o aprimoramento da automação são indicados como estratégias para reduzir a pegada ecológica dos RAS. Essas sugestões são fundamentais para tornar a aquicultura uma atividade mais sustentável e economicamente viável no longo prazo.

O estudo de Timmons e Ebeling (2013) analisa a aquicultura recirculante, um sistema que busca conciliar eficiência produtiva e sustentabilidade ambiental. Os autores destacam desafios como alto custo inicial, necessidade de monitoramento contínuo e gestão eficiente de resíduos. Além disso, discutem impactos ambientais como liberação de efluentes ricos em nutrientes, acúmulo de sólidos orgânicos e consumo energético elevado. Para mitigar esses impactos, propõem soluções tecnológicas e operacionais, como biofiltros, sistemas de separação de sólidos, reutilização de água e integração de fontes renováveis de energia. O estudo conclui que a implementação de medidas mitigadoras pode tornar a aquicultura recirculante uma abordagem sustentável para a produção aquícola moderna.

O estudo de Tacon e Metian (2008) analisa o uso global de farinha e óleo de peixe na aquicultura, destacando a dependência do setor aquícola da pesca extrativa para obtenção desses insumos essenciais na formulação de rações para peixes e crustáceos. O estudo revela que, em 2006, a aquicultura consumiu 68,2% da produção mundial de farinha de peixe e 88,5% do óleo

de peixe disponível, pressionando os estoques de peixes pelágicos utilizados na produção desses ingredientes. Apesar de uma redução gradual na relação peixe selvagem para peixe cultivado ao longo dos anos, a preocupação com a sustentabilidade dos recursos pesqueiros permanece. Como sugestões mitigadoras para reduzir o impacto ambiental, os autores recomendam a diminuição progressiva do uso de farinha e óleo de peixe nas rações, substituindo-os por fontes alternativas de proteínas e lipídios, como ingredientes vegetais, subprodutos de outras indústrias e fontes de proteína microbiana. Além disso, sugerem a otimização da conversão alimentar e o desenvolvimento de sistemas de cultivo mais eficientes para minimizar a necessidade de insumos marinhos e garantir um crescimento sustentável da aquicultura.

Boyd e Tucker (2014) aborda práticas de manejo na aquicultura com o objetivo de reduzir impactos ambientais. Os autores enfatizam a importância de estratégias como o controle da alimentação, manejo adequado dos resíduos e monitoramento da qualidade da água para minimizar a poluição e promover a sustentabilidade na produção aquícola. Eles destacam que a implementação dessas práticas requer uma abordagem integrada, considerando aspectos técnicos, econômicos e ambientais, como o uso de sistemas de recirculação e o controle da poluição com o uso de sistemas de drenagem e tratamento de águas residuais. Além disso, enfatiza a implementação de práticas como a fertilização e a gestão de sedimentos nos fundos dos tanques, que contribuem para a manutenção do equilíbrio ecológico e redução da carga poluente, dessa forma, almeja-se alcançar resultados eficazes na redução dos impactos ambientais da aquicultura.

Béné et al. (2016), desenvolveram um estudo que avaliou a contribuição da pesca e aquicultura para a nutrição, segurança alimentar e crescimento econômico em países em desenvolvimento. No entanto, foram identificadas seis lacunas principais que precisam ser abordadas, incluindo a falta de dados desagregados e metodologias apropriadas, a complexidade das ligações entre pesca/aquicultura e redução da pobreza, as influências dos principais impulsionadores mal compreendidas, a desconexão entre pesquisas baseadas em evidências e narrativas de políticas, a falta de estudos nacionais e domiciliares sobre as contribuições da pesca para a redução da pobreza, e os impactos ambíguos do comércio de peixes na segurança alimentar e na redução da pobreza. Essas lacunas destacam a necessidade de mais pesquisas rigorosas e baseadas em evidências para informar políticas e práticas eficazes.

Gomes e Bonilla (2022), identificaram que os impactos ambientais mais significativos relacionados à carcinicultura, são o consumo de energia e a redução da biodiversidade da fauna

e flora. Entre as principais medidas mitigadoras destacam-se: tratamento de efluentes, que reduz a contaminação da água e a eutrofização; gestão integrada da zona costeira, essencial para evitar a degradação de manguezais e a ocupação desordenada de ambientes naturais; uso de bioflocos, que melhora a qualidade da água e reduz a dependência de rações comerciais; boas práticas de manejo, abrangendo controle rigoroso da qualidade da água, alimentação adequada e monitoramento ambiental; e licenciamento ambiental e geoprocessamento, que ajudam a selecionar áreas menos sensíveis para instalação dos empreendimentos. Além disso, sistemas superintensivos são apontados como mais eficientes e sustentáveis, pois aumentam a produtividade em menor espaço e minimizam o impacto ambiental. A adoção dessas estratégias pode garantir maior sustentabilidade à carcinicultura, conciliando crescimento econômico com conservação ambiental.

Boyd et al.(2021) comparam o uso de recursos para a criação de camarão em cinco países principais exportadores (Equador, Índia, Indonésia, Tailândia e Vietnã), analisando o consumo de terra, água, energia e o uso de peixes selvagens para ração. Os resultados indicaram variações significativas entre os países, com o Equador e a Indonésia apresentando maior consumo de água total, enquanto a Tailândia teve o maior uso de energia. O uso de peixes selvagens foi mais alto no Equador, enquanto os países asiáticos apresentaram valores relativamente semelhantes. Para mitigar esses impactos ambientais, o estudo sugere ações como a adoção de práticas de manejo mais eficientes, incluindo o uso de bacias de sedimentação para reduzir a turbidez dos efluentes, a implementação de aeradores mais eficientes para otimizar o consumo de energia e a redução do uso de peixes selvagens na formulação das rações por meio da incorporação de fontes alternativas de proteína. Além disso, recomenda-se a intensificação dos rendimentos das lagoas para reduzir a necessidade de expansão territorial, promovendo uma produção mais sustentável.

Sun et al. (2023), realizaram estudo de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) comparando três sistemas de cultivo de camarão: Sistemas de Aquicultura de Recirculação (RAS), Tecnologia de Bioflocos (BFT) e Sistemas de Cultivo em Lagoas Elevadas (HPP). Os resultados mostraram que RAS e BFT têm impactos ambientais semelhantes e menores em comparação com HPP. A produção de ração e o consumo de energia foram identificados como os principais fatores que influenciam o desempenho ambiental. Para mitigar esses impactos, o estudo sugere: reduzir o uso de farinha de peixe e farinha de trigo na ração, substituindo-os por fontes alternativas de proteína; melhorar a taxa de conversão alimentar (FCR) através de protocolos de gestão de alimentação otimizados; utilizar fontes de energia de baixo carbono,

como energias renováveis; e reutilizar efluentes através da implementação de sistemas de aquicultura multitrófica integrada (IMTA). Essas medidas visam promover uma aquicultura de camarão mais sustentável e ecologicamente correta.

Conforme Ramesh et al.(2024), o sistema de produção de ração para camarão na Índia revela os impactos ambientais e as emissões de gases de efeito estufa (GEE) inerentes a essa indústria. Os resultados sublinham que a saúde humana e o potencial de aquecimento global são afetados de forma substancial, tornando mandatórias medidas de mitigação eficazes, como a implementação de eletricidade da rede e o desenvolvimento de unidades de produção de ração nas fazendas. A instalação de pequenas fábricas de ração nas fazendas pode minimizar os custos ecológicos relacionados ao transporte de matérias-primas e produtos, enquanto a adoção de tecnologias de caldeiras mais eficientes pode otimizar o uso de energia, atenuando os impactos ambientais. A localização estratégica de fábricas de ração nas proximidades de áreas de captação de água pode ajudar na absorção de emissões e reduzir a poluição do ar. A substituição de metais virgens por sucata/metal reconicionado na construção de equipamentos pode aliviar a pressão sobre os recursos naturais, limitando os impactos ambientais.

Hernández & García (2015) evidenciou que a carcinicultura na Colômbia gera impactos ambientais significativos, especialmente na fase de engorda, devido ao uso de combustíveis fósseis e rações. Para mitigar tais impactos, o estudo propõe um conjunto de ações, com destaque para a otimização da ração, buscando alternativas à farinha de peixe e aprimorando a taxa de conversão alimentar. Além disso, o estudo sugere a redução do consumo de diesel e gás natural, através da otimização do transporte, uso de energias renováveis e adaptação de sistemas elétricos. O uso de malatião, pesticida de alto impacto ambiental, também é questionado, com a sugestão de manejo de culturas sem compostos nocivos.

Diante dos desafios ambientais enfrentados pela aquicultura, especialmente na carcinicultura, torna-se evidente a necessidade de adoção de estratégias sustentáveis que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente. A implementação de sistemas de recirculação de água, o uso de bioflocos, a substituição de farinha e óleo de peixe por fontes alternativas de proteína, a adoção de energias renováveis e a otimização da conversão alimentar são medidas essenciais para garantir uma produção mais eficiente e ecologicamente responsável. Além disso, o fortalecimento da capacitação dos produtores e a aplicação de boas práticas de manejo contribuem para um setor aquícola mais resiliente e sustentável. Dessa forma, a busca contínua por inovação e responsabilidade ambiental na aquicultura não apenas assegura a viabilidade econômica da atividade, mas também promove a conservação dos

ecossistemas aquáticos e a segurança alimentar global.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 Conclusões

Conforme as informações utilizadas para realizar uma avaliação de ciclo de vida, observou-se que o bombeamento de água exerceu um impacto significativo nas fases de solo e viveiro, devido ao alto consumo energético necessário para a manutenção das condições adequadas ao cultivo. Na etapa de engorda, verificou-se que o próprio cultivo do camarão representou a principal fonte de impacto ambiental, devido ao uso de rações, produtos químicos e da alteração da qualidade da água. Já na fase de despesca, a atividade de pesca destacou-se como o maior fator gerador de impactos, em virtude da manipulação intensiva dos organismos. Esses resultados evidenciam a necessidade de otimizar processos e adotar práticas mais sustentáveis ao longo de toda a cadeia produtiva do cultivo de camarão.

A análise comparativa das fases do cultivo de camarão revelou que as etapas de solo e viveiro apresentaram os maiores níveis de impacto ambiental. Dentre as categorias analisadas, destacaram-se aquecimento global, depleção abiótica (combustíveis fósseis), depleção da camada de ozônio, eutrofização e acidificação, todas atingindo um percentual elevado de 100%. Esse resultado pode estar associado ao uso intensivo de energia para o bombeamento de água, além da emissão de gases de efeito estufa decorrente do consumo de combustíveis fósseis. Já na fase de engorda, os impactos mais expressivos foram observados na depleção abiótica e eutrofização, sugerindo que o alto consumo de insumos, como ração e fertilizantes, que contribui para a escassez de recursos naturais.

Mediante a análise desse estudo algumas melhorias estratégicas podem ser implementadas nesse processo produtivo como: a reutilização de recursos, o emprego de tecnologias sustentáveis, a diversificação de fontes de insumos, o investimento em energias limpas e a melhoria da eficiência produtiva são ações essenciais para promover uma produção mais responsável e equilibrada. Além disso, o fortalecimento da capacitação profissional e a implementação de boas práticas contribuem para um setor mais resiliente e sustentável.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A carcinicultura tem se destacado como uma atividade econômica relevante no setor aquícola, porém, seus impactos ambientais exigem a adoção de práticas mais sustentáveis. O uso intensivo de recursos naturais, como água e energia, além da emissão de resíduos e poluentes, que pode comprometer a viabilidade ecológica da atividade a longo prazo. Diante disso, o trabalho consistiu em realizar a ACV do cultivo de camarões e comparar suas fases com o

potencial de geração de impactos, entretanto essa temática requer mais estudos e prosseguimento em análises para minimizar os impactos ambientais dessa atividade. Assim, algumas sugestões de trabalho futuros são:

- Implementação de fontes alternativas, como energia solar ou biodiesel, para reduzir a dependência de combustíveis fósseis.
- Aplicação de tecnologias para minimizar a eutrofização e acidificação dos ecossistemas aquáticos.
- Desenvolvimento de rações balanceadas e técnicas que reduzam o desperdício, diminuindo a depleção de recursos naturais e a poluição.
- Implementação de sistemas de acompanhamento contínuo para avaliar e otimizar o desempenho sustentável da produção aquícola.

REFERÊNCIAS

- ABCCAM. **Balança Comercial de Pescado da ABCC**. Disponível em: <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2024/04/Balanca-Comercial-ABCC-2024-FEV-N.-2.pdf>. Acesso em: 25 dez. 2024.
- ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14.001: sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015, 41 p.
- ABNT. (2009a). **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro.
- ALMEIDA, Marcos Souza de. **Desempenho econômico e ambiental da produção do camarão *Litopenaeus vannamei* em sistema de bioflocos**. 2022. Tese (Doutorado em Agronegócios) – Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia, Dourados, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO (ABCC). **Censo da carcinicultura dos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte**. Natal: Deza's Editech, 2022. p. 15-16.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. (2001). **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida - Princípios e Estrutura**. Rio de Janeiro.
- BADIOLA, Raddi; MENDIOLA, Diego; BOSTOCK, John. **Sistemas de Aquicultura com Recirculação (RAS): Análise dos Principais Problemas de Gestão e Desafios Futuros**. Engenharia de Aquicultura, v. 51, p. 26-35, 2012. Doi: 10.1016/j.aquaeng.2012.07.004
- H. Baumann e A. M. Tillman, “**O Guia do Mochileiro para ACV: Uma Orientação em Metodologia e Aplicação de Avaliação do Ciclo de Vida**”, Literatura estudantil, Lund, 2004.
- BELETTINI, Frank. **Análise do ciclo de vida (ACV) como indicador de desempenho ambiental no cultivo de camarões marinhos**. 2014. Tese (Doutorado em Aquicultura) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. p. 42.
- BÉNÉ, Christophe; ARTHUR, Robert; NORBURY, Hannah; ALLISON, Edward H.; BEVERIDGE, Malcolm; BUSH, Simon; CAMPLING, Liam; LESCHEN, Será que; PEQUENO, David; SQUIRES, Dale; THILSTED, Shakuntala H.; TROELL, Max; WILLIAMS, Meryl. **Contribuição da pesca e da aquicultura para a segurança alimentar e a redução da pobreza: avaliação das evidências atuais**. Desenvolvimento Mundial, v. 79, p. 177-196, mar. 2016
- BOYD, Claude; TUCKER, Craig S. **Manual para a qualidade da água na aquicultura**. 2014. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqno115=303721>. Acesso em: 20 fev. 2025.
- BOYD, Claude E.; DAVIS, Robert P.; McNEVIN, Aaron A. **Comparação do uso de recursos para a criação de camarão no Equador, Índia, Indonésia, Tailândia e Vietnã**. Aquicultura, peixes e pesca, [s.l.], v. 1, n. 3–15, 2021.

BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **DNOCS cultiva camarão em perímetro irrigado**. Publicado em 05 jul. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/>. Acesso em: 03 de dezembro 2024.

Bohnes, FA, Hauschild, MZ, Schlundt, J., Laurent, A., 2019. **Avaliações do ciclo de vida de sistemas de aquicultura: uma revisão crítica de descobertas relatadas com recomendações para desenvolvimento de políticas e sistemas**. Rev. Aquac. 11 (4) DOI: <https://doi.org/10.1111/raq.12280>.

BURSZTYN, M. A.; BURSZTYN, M. **Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: caminhos para a sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

Chatvijitkul, S., Boyd, CE, Davis, DA, & McNevin, AA (2017a). **Recursos incorporados em rações para peixes e camarões**. *Jornal da Sociedade Mundial de aquicultura* 48, 7-19.

Chatvijitkul, S., Boyd, CE, Davis, DA, & McNevin, AA (2017b). **Indicadores de potencial de poluição para criação de peixes e camarões baseada em ração**. *Aquaculture* 447, 43-49.

CHEHEBE, J.R. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997. 104 p.

Conama. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre o Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 de janeiro de 1986.

CURRAN, M. A. (coord.). **Avaliação do Ciclo de Vida Ambiental**. Nova York: McGraw Hill, 1996.

DEMO, P. **Conhecer & Aprender: sabedoria dos limites e desafios**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2018a; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**/ Humberto Gonçalves dos Santos et al. 5ª ed., rev. e ampl. Brasília, DF. 365 p.: il. color.; 16 cm x 23 cm. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN9788570358004.pdf>. Acesso em 08 fev. de 2025.

Gattuso, J.-P. et al. **Futuros contrastantes para o oceano e a sociedade a partir de diferentes cenários de emissões antropogênicas de CO₂**. *Ciência*, v. 349, n. 6243, p. aac4722, 2015. DOI: 10.1126/science.aac4722.

GOEDKOOOP, M. **Breve Introdução ao SimaPro 7**. Amersfoort: Pré Consultores, 2006. 22 p.

GOMES, A. C. C. de O.; BONILLA, O. H. **Estado da arte dos impactos ambientais da carcinicultura**. *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, v. 55, n. 2, p. 134-135, 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v55i2.72247>. Acesso em: 03 dez. 2024.

HATJE, V. et al. **Deteção de impactos ambientais da carcinicultura através de múltiplas linhas de evidência**. *Poluição Ambiental*, v. 219, p. 672-684, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.056>.

Hernández, J. E. O., & García, C. B. G. R. (2015). **Desempenho ambiental da carcinicultura**

na região caribenha da Colômbia a partir de uma perspectiva de análise do ciclo de vida. *Gestão e Meio Ambiente*, 18(2), 29-49.

HENRIKSSON, Patrik JG et al. **Avaliação do ciclo de vida dos sistemas de aquicultura – uma revisão de metodologias.** *O Jornal Internacional de Avaliação do Ciclo de Vida*, v. 17, p. 304-313, 2012.

HENRY-SILVA, G.G.; CAMARGO, A.F.M. **Eficiência de macrófitas aquáticas no tratamento de efluentes de viveiros de tilapia do Nilo.** *Ciência Agrícola*, v. 63(5), p. 417-513, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidade e estados, Morada Nova. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/morada-nova.html> . Acesso em: 8 jan. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Gráfico: População residente estimada, Ceará. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/pesquisa/18/16459?indicador=16464&tipo=grafico>. Acesso em: 4 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Ranking: População residente estimada, Morada Nova - CE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/morada-nova/pesquisa/18/16459?tipo=ranking>. Acesso em: 4 dez. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil. Ceará. Morada Nova. Pesquisas. Quantidade produzida. Série histórica. Gráfico: Quantidade produzida de camarão em Morada Nova - CE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/morada-nova/pesquisa/18/16459?tipo=grafico&indicador=16464>. Acesso em: 4 dez. 2024.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **ISO/ TR 14.047: Gestão ambiental- Avaliação do ciclo de vida – exemplos e aplicações da ISO 14042.** Genebra, 2003. 94 p.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), 2006. Perfil Básico Municipal – Morada Nova. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Morada_Nova_2006.pdf Acesso em 08 jan. 2025.

ISO - ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO. **Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida: Princípios e enquadramento – ISO 14.040.** Genebra: ISO, 1997.

Islam, S.M.D.; Bhuiyan, M.A.H. **Cenários de impacto da criação de camarão na região costeira do Bangladesh: uma abordagem de modelo ecológico para a gestão sustentável.** *Aquicultura Internacional*, v. 24, p. 1163-1190, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10499-016-9978-z>.

JOLLIET, O.; MARGNI, M.; CHARLES, R.; HUMBERT, S.; PAYET, J.; REBITZER, G.; ROSENBAUM, R. **IMPACTO 2002+: a nova metodologia de avaliação de ciclo de vida.** *O Jornal Internacional de Avaliação de Ciclo de Vida*, Landsberg, v. 8, n. 6, p. 324-330, 2003.

MELO, José Marcelo da Costa. **Cultivo do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* em sistema intensivo e semi-intensivo na Fazenda Aquarium Aquicultura do Brasil Ltda.** 2018. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2018.

OLIVEIRA, M. F. de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração.** [S.l.]: Universidade Federal de Goiás, 2015.

PÁEZ-OSUNA, F; GUERRERO- GALVÁN, S. R. e RUIZ-FERNÁNDEZ, A.C. **Descarga de nutrientes do cultivo de camarão para águas costeiras do Golfo da Califórnia**, poluição marinha, v.38,n.7,p.585-592,1999.

PAZ, M.F.; De LUCA, S. J.; SHINMA, E. A. **Desenvolvimento sustentável e a qualidade das águas de efluentes de sistemas aquícolas.** In: 23o Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, MS, 2005.

PRÉ CONSULTANTS; GOEDKOOOP, Mark; SCHRYVER, An De; OELE, Michiel. **Introdução a ACV com o SimaPro 7.** 4. ed. Amersfoort: PRé Consultores, 2006. p. 21-23.

Queiroz, G. C.; Garcia, E. E. C. **Reciclagem de sacolas plásticas de polietileno em termos de inventário de ciclo de vida.** Revista Polimeros, v. 20, p. 401-406, 2010.

Ramesh, P., et al. **Impactos ambientais e efeitos nas emissões de gases de efeito estufa no sistema de produção de ração para camarão para aquicultura – Um estudo de caso na Índia.** Pesquisa Ambiental, v. 241, 2024, p. 117348.

Ribeiro, L.F. et al. **Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras.** Jornal de Gestão Integrada da Zona Costeira of Integrated Coastal Zone Management, v. 14, p. 365-383, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5894/rgci45>.

SAMUEL-FITWI B.; WUERTZ, S.; SCHROEDER, J.P.; SCHULTZ, C. **Ferramentas de avaliação de sustentabilidade para apoiar o desenvolvimento da aquicultura.** Jornal de Produção Clara, v. 32(1), p. 183-192, 2012.

Sánchez, L.E. **Avaliação de impacto ambiental.** 2 ed., São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 529 p. ISBN: 978-85-7975-090-8.

SENAR. **Larvicultura de camarão marinho: do náuplio a pós-larva.** SENAR, Brasília - 2016.

SEO, Emilia Satoshi Miyamaru; KULAY, Luiz Alexandre. **Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão.** Interfacehs – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 18-19, ago. 2006.

SEO, Emilia Satoshi Miyamaru; KULAY, Luiz Alexandre. **Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão.** Interfacehs – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 20, ago. 2006.

SUN, Y.; XIEFA, C.; HOU, H.; DONG, D.; ZHANG, J.; YANG, X.; LI, X.; SONG, X. **Avaliação comparativa do ciclo de vida do camarão de patas brancas (*Penaeus vannamei*) cultivado em sistemas de aquicultura de recirculação (RAS), tecnologia de bioflocos**

(BFT) e sistemas de cultivo em lagoas de altitude (HPP) na China. *Aquicultura*, v. 574, p. 739625, 2023.

Timmons, MB e Ebeling, JM (2013). **Aquicultura Recirculante**, 3ª Ed. Ithaca, Nova York: Editora Ithaca, LLC.

Tucker, CS & Hargreaves, JA (Editores). (2008). **Melhor gestão ambiental práticas de manejo em aquicultura.** Ames, IA: Wiley-Blackwell.

UDO DE HAES, H.A.; JOLLIET, O.; FINNVEDEN, G.; HAUSCHILD, M.; KREWITT, W.; MÜLLER-WENK, R. **Melhores práticas disponíveis relativas às categorias de impacto e aos indicadores de categoria na avaliação do impacto do ciclo de vida.** *O Jornal Internacional de Avaliação do Ciclo de Vida*, Landsberg, v. 4, n. 3, p. 167-174, 1999.99

APÊNDICE A – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA PREPARAÇÃO DE SOLO E VIVEIRO

C:\Users\Public\Documents\Simapro\Database\Demo; Introduction to Simapro - [Analisar Solo e viveiro (1)]

Eicheiro Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Avaliação de impacto Inventário Contribuição do processo Configuração Verificações (1937, 0) Descrição geral do produto

Indicador Corte: 0% Unidades predefinidas Excluir emissões de longo prazo Por categoria de impacto Padrão Grupo

N.º	Processo	Projecto	Unidade	Total	Electricity, high voltage (IN-BR)	Transport, freight, lorry	Wood preservative,	Excavation, hydraulic digger
1	Electricity, high voltage (IN-BR) electricity production, hydro, run-of-river	Ecoinvent 3 - allocation, cc	MJ	219	219	x	x	x
2	Excavation, hydraulic digger (GLO) market for excavation, hydraulic digger	Ecoinvent 3 - allocation, cc	m3	0,0948	x	x	x	0,0948
3	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, unregulated (BR) transport	Ecoinvent 3 - allocation, cc	tkm	0,0134	x	0,0134	x	x
4	Wood preservative, water-based, indoor use, occasionally wet (GLO)	Ecoinvent 3 - allocation, cc	kg	0,00662	x	x	0,00662	x

A analisar 1 p 'Solo e viveiro'; Método: CML-IA baseline V3.10 / EU25

Faculty (Demo) 9.6.0.1 Faculty

APÊNDICE B – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA ENGORDA

C:\Users\Public\Documents\SimaPro\Database\Demo; Introduction to SimaPro - [Analisar Engorda]

Eicheiro Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Rede Avaliação de impacto Inventário Contribuição do processo Configuração Verificações (1937, 0) Descrição geral

Indicador Corte 0% Unidades predefinidas Excluir emissões de longo prazo Por categoria de impacto Padrão Grupo

N.º	Processo	Projecto	Unidade	Total	Tilapia (RoW) tilapia	Trout feed, 42% protein (GLO)	aerators for shrimp ponds	Electricity, high voltage (IN-BR)	Excavation, hydraulic digger
1	aerators for shrimp ponds	Introduction to SimaPro	MJ	1,4E3	x	x	1,4E3	x	x
2	Electricity, high voltage (IN-BR) electricity production, hydro, run-of-river	Ecoinvent 3 - allocation, c	MJ	1,48E3	x	x	x	1,48E3	x
3	Excavation, hydraulic digger (GLO) market for excavation, hydraulic digger	Ecoinvent 3 - allocation, c	m³	0,0948	x	x	x	x	0,0948
4	Tilapia (RoW) tilapia production, extensive aquaculture, in pond Cut	Ecoinvent 3 - allocation, c	kg	1	1	x	x	x	x
5	Trout feed, 42% protein (GLO) market for trout feed, 42% protein Cut	Ecoinvent 3 - allocation, c	kg	1,14	x	1,14	x	x	x

A analisar 1 p Engorda; Método: CML-IA baseline v3.10 / EU25

Faculty (Demo) 9.6.0.1 Faculty

APÊNDICE C – DADOS DE ENTRADA PARA A SIMULAÇÃO DA DESPESCA

C:\Users\Public\Documents\Simapro\Database\Demo; Introduction to Simapro - [Analisar Despesca]

Eicheiro Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Rede Avaliação de impacto Inventario Contribuição do processo Configuração Verificações (1937, 1) Descrição geral

Indicador Corte 0% Unidades predefinidas Excluir emissões de longo prazo Por categoria de impacto Padrão Grupo

N.º	Processo	Projecto	Unidade	Totalt	Polypropylene, granulate (GLO)	Fish block, hake (RoW)	Purse seiner, steel (GLO)
1	Fish block, hake (RoW) patagonian grenadier, capture by trawler and	Ecoinvent 3 - allocation, ci	kg	2,5E3	x	2,5E3	x
2	Polypropylene, granulate (GLO) market for polypropylene, granulate	Ecoinvent 3 - allocation, ci	kg	833	833	x	x
3	Purse seiner, steel (GLO) market for purse seiner, steel Cut-off, S	Ecoinvent 3 - allocation, ci	kg	150	x	x	150

A analisar 1 p 'Despesca'; Método: CML-1A baseline V3.10 / EU25

Faculty (Demo) 9.6.0.1 Faculty

APÊNDICE D – DADOS DE ENTRADA PARA SIMULAR A COMPARAÇÃO ENTRE AS FASES

C:\Users\Public\Documents\Simapro\Database\Demo; Introduction to Simapro - [Comparar Solo e viveiro, Engorda e Despesca]

Arquivo Editar Calcular Ferramentas Janela Ajuda

Avaliação de impacto | Inventário | **Contribuição do processo** | Configuração | Verificações (1937, 1) | Descrição geral do produto

Indicador: Corte: 0% Unidades predefinidas Excluir emissões de longo prazo Por categoria de impacto

N.º	Processo	Projecto	Unidade	Solo e viveiro	Engorda	Despesca
1	aerators for shrimp ponds	Introduction to Simapro	MJ	x	1,4E3	x
2	Electricity, high voltage (IN-BR) electricity production, hydro, run-of-river	Ecoinvent 3 - allocation, cu	MJ	60,8	1,48E3	x
3	Excavation, hydraulic digger (GLO) market for excavation, hydraulic	Ecoinvent 3 - allocation, cu	m3	69,1	0,0948	x
4	Fish block, hake (RoW) patagonian grenadier, capture by trawler and	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	x	x	1E-6
5	Polypropylene, granulate (GLO) market for polypropylene, granulate	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	x	x	3E-6
6	Purse seiner, steel (GLO) market for purse seiner, steel Cut-off, S	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	x	x	1E-6
7	Tilapia (RoW) tilapia production, extensive aquaculture, in pond Cut-off, S	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	x	1	x
8	Transport, freight, lorry 3.5-7.5 metric ton, unregulated (BR) transport	Ecoinvent 3 - allocation, cu	tkm	0,0134	x	x
9	Trout feed, 42% protein (GLO) market for trout feed, 42% protein Cu	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	x	1,14	x
10	Wood preservative, water-based, indoor use, occasionally wet (GLO) market for wood preservative, water-based, indoor use, occasionally wet	Ecoinvent 3 - allocation, cu	kg	0,00662	x	x

A comparar 1 p 'Solo e viveiro', 1 p 'Engorda' e 1 p 'Despesca'; Método: CML-IA baseline V3.10 / EU25

Faculty (Demo) 9.6.0.1 Faculty

25°C Chuva forte 22:29 14/01/2025