

NOTA TÉCNICA

Nº 86 – Dezembro/2025

Contas Ambientais da Água: Estudo das Cadeias Produtivas com Enfoque na Produção de Uso Intenso de Água no Ceará - 2019



Governador do Estado do Ceará

Elmano de Freitas da Costa

Vice-Governadora do Estado do Ceará

Jade Afonso Romero

Secretaria do Planejamento e Gestão – SEPLAG

Alexandre Sobreira Cialdini – Secretário

Sidney dos Santos Saraiva Leão - Secretário Executivo de Gestão de Compras e Patrimônio

José Garrido Braga Neto - Secretário Executivo de Gestão de Pessoas

Naiana Corrêa Lima Peixoto - Secretária Executiva de Planejamento e Orçamento

Daniel de Carvalho Bentes - Secretário Executivo de Modernização e Governo Digital

Francisca Rejane Araujo Felipe Pessoa de Albuquerque - Secretária executiva de Planejamento e Gestão Interna

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE**Diretor Geral**

Alfredo José Pessoa de Oliveira

Diretoria de Estudos Econômicos – DIEC

Ricardo Antônio de Castro Pereira

Diretoria de Estudos Sociais – DISOC

José Meneleu Neto

Diretoria de Estudos de Gestão Pública – DIGEP

José Fábio Bezerra Montenegro

Gerência de Estatística, Geografia e Informações – GEGIN

Rafaela Martins Leite Monteiro

Nota Técnica – Nº 86 – Dezembro/2025**DIRETORIA RESPONSÁVEL:**

Diretoria de Estudos Econômicos – DIEC

Elaboração:**Equipe Técnica do IPECE:**

Nicolino Trompieri Neto (Analista de Políticas Públicas)

Ana Cristina Lima Maia (Assessora Técnica)

Consultor individual:

Rogério Barbosa Soares (Consultor)

O **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)** é uma autarquia vinculada à Secretaria do Planejamento e Gestão do Estado do Ceará. Fundado em 14 de abril de 2003, o IPECE é o órgão do Governo responsável pela geração de estudos, pesquisas e informações socioeconômicas e geográficas que permitem a avaliação de programas e a elaboração de estratégias e políticas públicas para o desenvolvimento do Estado do Ceará.

Missão: Gerar e disseminar conhecimento e informações, subsidiar a formulação e avaliação de políticas públicas e assessorar o Governo nas decisões estratégicas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do Ceará.

Valores: Ética, transparência e imparcialidade; Autonomia Técnica; Rigor científico; Competência e comprometimento profissional; Cooperação interinstitucional; Compromisso com a sociedade; e Senso de equipe e valorização do ser humano.

Visão: Até 2025, ser uma instituição moderna e inovadora que tenha fortalecido sua contribuição nas decisões estratégicas do Governo.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE)
Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima, s/n | Edifício SEPLAG | Térreo
Cambeba | Cep: 60.822-325 |
Fortaleza, Ceará, Brasil | Telefone: (85) 2018-2639
www.ipece.ce.gov.br

Sobre a Nota Técnica

A Série **Notas Técnicas** do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) tem como objetivo a divulgação de trabalhos técnicos elaborados pelos servidores do órgão, detalhando a metodologia empregada para análise de temas de interesse do Estado do Ceará.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE
2025

Nota técnica / Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) / Fortaleza – Ceará: IPECE, 2025

ISSN: 2594-8733

1. Economia Brasileira. 2. Economia Cearense. 3. Aspectos Econômicos. 4. Aspectos Sociais. 5. Mercado de Trabalho. 6. Finanças Públicas. 7. Gestão Pública.

Nesta Edição

A presente Nota Técnica apresenta, de forma objetiva, a metodologia de cálculo utilizada no estudo de sete cadeias produtivas do setor agropecuário do Estado do Ceará com uso intensivo de recursos hídricos, são elas: bovinocultura de leite, ovinocaprinocultura, avicultura (aves e ovos), aquicultura (camarão e tilápia), produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju) e fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía). A metodologia foi desenvolvida por um consultor individual no âmbito do Projeto de Apoio à Melhoria da Segurança Hídrica e Fortalecimento da Inteligência na Gestão Pública do Estado do Ceará, sendo uma operação de Financiamento de Projeto de Investimento (Investment Project Financing – IPF) contratado pelo Governo do Ceará junto ao Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, com acompanhamento e supervisão da equipe técnica do IPECE responsável pelo desenvolvimento desse projeto.

Do ponto de vista metodológico, o estudo utiliza a Tabela de Recursos e Usos e a Matriz Insumo-Produto regional do Ceará para o ano de 2019, integradas a informações setoriais e agropecuárias, para a estimativa de coeficientes técnicos de uso da água. A aplicação do Modelo de Entrada e Saída permite mensurar os efeitos diretos e indiretos das cadeias produtivas sobre a produção, o emprego e a renda, bem como calcular os índices de encadeamento de Rasmussen-Hirschman, possibilitando avaliar a relevância estrutural dessas atividades na economia regional.

Os resultados indicam diferenças significativas entre as cadeias analisadas quanto à intensidade de uso da água e à geração de benefícios econômicos, evidenciando a importância de integrar critérios de eficiência econômica, retorno social e sustentabilidade ambiental na gestão dos recursos hídricos. A articulação entre indicadores econômicos e hídricos fornece subsídios técnicos para o planejamento regional, a formulação de políticas públicas e a definição de estratégias voltadas ao uso racional da água e ao desenvolvimento sustentável do setor agropecuário cearense.

1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica tem por objetivo apresentar a metodologia aplicada ao estudo de sete cadeias produtivas do setor agropecuário caracterizadas pelo uso intensivo de recursos hídricos, compreendendo a bovinocultura de leite, a ovinocaprinocultura, a avicultura (aves e ovos), a aquicultura (camarão e tilápia), os produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju) e a fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía). O documento estrutura-se a partir de uma revisão sistematizada da literatura especializada, seguida da descrição detalhada dos procedimentos metodológicos adotados, da análise estrutural das cadeias produtivas selecionadas e da apresentação dos resultados e conclusões, fundamentando-se em referenciais teóricos e empíricos consolidados no campo da economia regional, da análise insumo-produto e da economia dos recursos hídricos.

A abordagem analítica adotada parte do pressuposto de que o mapeamento da demanda hídrica e dos benefícios econômicos decorrentes do uso da água nessas cadeias produtivas constitui um instrumento essencial para a avaliação da eficiência alocativa de um recurso naturalmente escasso. Ao integrar o consumo direto e indireto de água aos indicadores de produção, emprego e renda, o estudo permite identificar os efeitos econômicos associados ao uso dos recursos hídricos, fornecendo subsídios para a difusão de tecnologias mais eficientes e para o aperfeiçoamento das estratégias de gestão, em consonância com os princípios da sustentabilidade ambiental e da gestão integrada da água em escala regional.

Nesse sentido, a Nota Técnica apresenta inicialmente a contextualização da relevância da análise da demanda hídrica intersetorial e intrasetorial no Estado do Ceará, bem como os objetivos específicos que orientam o estudo. Na sequência, descreve-se a metodologia empregada, com ênfase nas fontes de dados utilizadas, destacando-se a Tabela de Recursos e Usos (TRU) e a Matriz Insumo-Produto (MIP) regional do Ceará para o ano de 2019. São explicitados os principais conceitos, indicadores e índices econômicos adotados, assim como o processo de estruturação e compatibilização da base de dados, apoiado em referências bibliográficas que fundamentam a construção e a aplicação do modelo analítico. Essa abordagem possibilita compreender o grau de encadeamento do consumo de água entre as atividades econômicas e estimar seus impactos sobre a estrutura produtiva regional, considerando os elos a montante e a jusante das cadeias produtivas analisadas.

No âmbito da modelagem econômica, o documento detalha as etapas de aplicação do Modelo de Entrada e Saída, com base na MIP e na TRU regional do Ceará, permitindo a mensuração dos efeitos diretos e indiretos associados ao uso da água. A partir desse arcabouço metodológico, são estimados os índices de encadeamento de Rasmussen-Hirschman, bem como os multiplicadores de

produção, emprego e renda, possibilitando quantificar os benefícios econômicos gerados e avaliar o retorno associado à utilização dos recursos hídricos. Tal abordagem amplia a compreensão sobre a tipologia do uso da água nas cadeias produtivas selecionadas e oferece subsídios relevantes ao processo de tomada de decisão e à formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável do setor agropecuário cearense (Rasmussen, 1956; Hirschman, 1958).

Após a descrição da metodologia, serão apresentados os resultados do estudo de sete cadeias produtivas do setor agropecuário caracterizadas pelo uso intensivo de recursos hídricos, compreendendo a bovinocultura de leite, a ovinocaprinocultura, a avicultura (aves e ovos), a aquicultura (camarão e tilápia), os produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju) e a fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía), que foram obtidos a partir da referida metodologia.

1.1. Objetivo Geral do Trabalho

Este trabalho visa aprofundar a discussão sobre a aplicação de princípios e modelos econômicos no estudo de cadeias produtivas com enfoque na produção de uso intensivo de água e no planejamento e gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas.

1.2. Objetivos Específicos

O objetivo geral é construir uma metodologia para o mapeamento de cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água utilizando a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) de 2019 do Estado do Ceará, integrando sistemas macroeconômicos na alocação ótima de recursos hídricos na economia regional.

Especificamente, pretende-se:

- a) Utilizar a Matriz de Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) e a Tabela de Recursos e Usos do Estado do Ceará de 2019 para o mapear 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água;
- b) Identificar o nível de encadeamento de cada cadeia produtiva estudada;
- c) Estimar a demanda hídrica dos setores econômicos que compõe cada cadeia produtiva com enfoque na produção e uso intenso de água do Estado do Ceará por meio da MIPRH;
- d) Analisar os efeitos diretos, indiretos e induzidos dos fluxos monetários e hídricos entre os setores econômicos que compõem cada cadeia produtiva com enfoque na produção e uso intenso de água por meio dos multiplicadores de produção e dos Índices de Rasmussen e Hirschman sobre "ligações para frente e para trás";
- e) Estimar os benefícios econômicos em termos de produção, emprego, renda e seus

impactos de cada cadeia produtiva com enfoque na produção e uso intenso de água na estrutura econômica do Ceará.

Com isso, a estrutura do estudo subsidia o entendimento da dinâmica do agronegócio regional do Ceará e a gestão dos recursos hídricos quanto ao estabelecimento de prioridades de uso e racionalização das quantidades empregadas da água entre os diferentes setores econômicos.

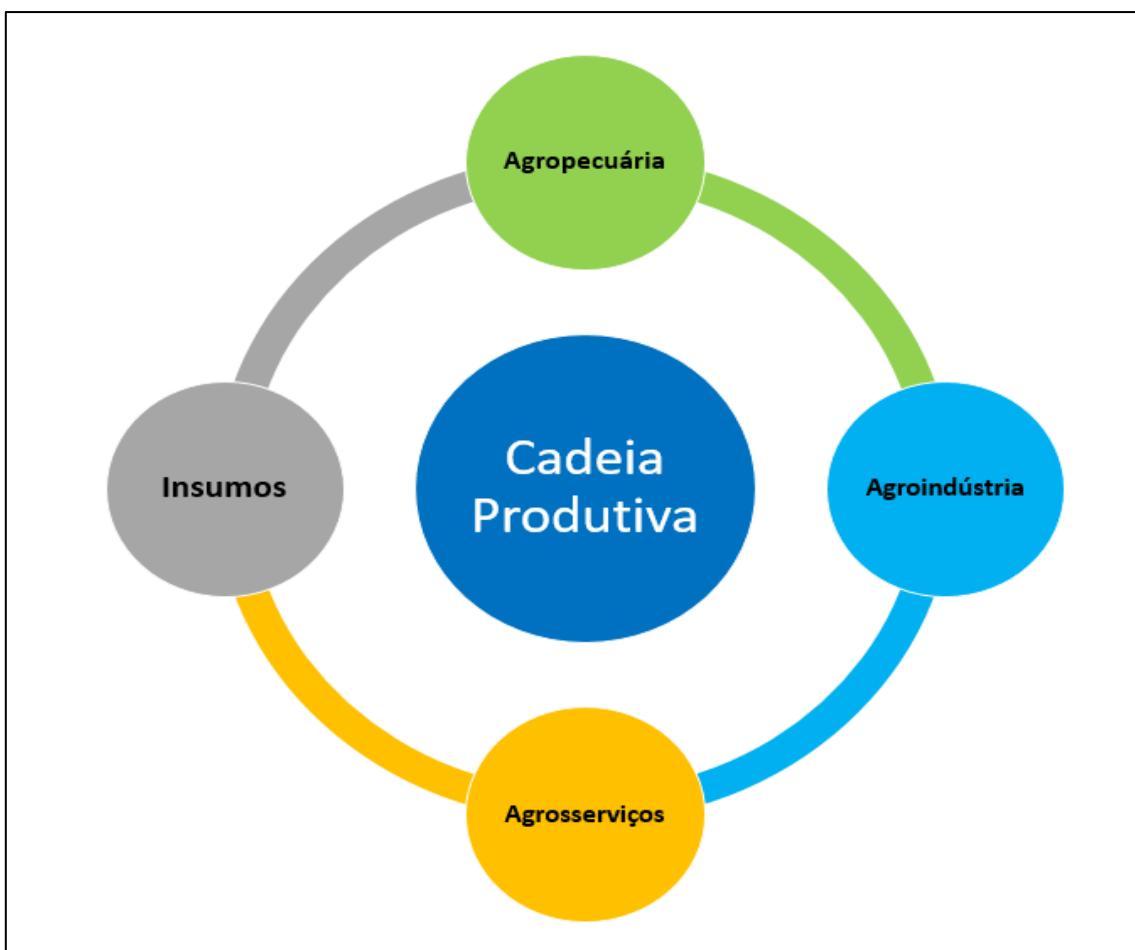
2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do estudo das 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água (Leite; Ovino-Caprino; Avicultura (aves e ovos); Aquicultura (camarão e tilápia); Produtos de sequeiro (milho, feijão), castanha de caju; e Fruticultura (banana, melão, maracujá, coco-da-baía) serão utilizadas a Matriz Insumo-Produto Regional do Estado do Ceará (MIPR/CE), construída pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE para o ano de 2019, considerando 32 setores econômicos, o setor de consumo das Famílias e 113 produtos (IPECE, 2025), as Tabelas de Recursos e Uso do Ceará, considerando 61 setores e 113 produtos e a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará (MIPR - RH), considerando os mesmos setores e produtos contemplados pela MIPR/CE de 2019, visando realizar as análises das relações intersetoriais e transversais, no âmbito de Contas Satélites ou baseadas em estudos que garantam a coerência e integração com a estrutura econômica do estado (Soares, 2024; IPECE, 2024).

Conforme as bases teóricas empregadas neste trabalho, uma cadeia produtiva envolve o complexo agroindustrial formado em torno do setor agropecuário, sendo formada por quatro segmentos: (a) o segmento de insumos ofertados às atividades produtivas do setor agropecuário (Insumos), (b) o próprio setor agropecuária (Setor Agropecuário), (c) o segmento de processamento formado pelas agroindústrias (Agroindústria) e (d) o segmento de agrosserviços, necessários para a movimentação de produtos agropecuários in natura ou processados (Agrosserviços), tendo como finalidade atender à Demanda Final por Bens e Serviços Domésticos (DFD), tanto pelo consumidor final residente no Brasil quanto para exportação, contemplando tanto as ligações a montante como a jusante das atividades do setor agropecuário (CEPEA, 2017).

Assim, a elaboração do estudo das 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água: Leite; Ovino-Caprino; Avicultura (aves e ovos); Aquicultura (camarão e tilápia); Produtos de sequeiro (milho, feijão), castanha de caju; e Fruticultura (banana, melão, maracujá, coco-da-baía), envolve a avaliação dos valores gerados ao longo de cada uma das cadeias estudadas, desde a compra de insumos para a produção agropecuária até o destino final (consumidor doméstico, exportação ou estoques). São discriminados quatro segmentos: (a) insumos, (b) agropecuária, (c) agroindústria e (d) agrosserviços (Figura 01).

Figura 01: Estrutura das cadeias produtivas do setor agropecuário, Ceará, 2019.



Fonte: Elaboração própria (2025).

O segmento de Insumos de cada cadeia produtiva, será computado por meio das Tabelas de Usos e Recursos e pela Matriz Insumo-Produto do Ceará, observando todas as atividades voltadas ao fornecimento de insumos para o segmento da Agropecuária, inclusive do próprio setor agropecuário. Qualquer atividade descrita na MIP pode, em princípio, ser fornecedora de insumos para a agropecuária, sendo que cada atividade será contabilizada conforme a intensidade da sua vinculação. Essa intensidade, por sua vez, é avaliada pela parcela que cada setor fornecedor de insumos possui em termos de vendas da atividade que se destina à agropecuária, com relação às suas vendas totais.

Já os segmentos da agropecuária, agroindústria e agrosserviços, estes serão mensurados com base no Valor Adicionado Bruto (VAB), tendo em vista que o valor referente ao Consumo Intermediário já está computado no segmento de Insumos. Evitando desta forma, uma dupla contagem do valor referente aos insumos destinados aos segmentos da agropecuária, agroindústria e agrosserviços.

$$I_{ij} = \sum CI_{ij}^{Agrop} + \sum CI_{ij}^{AgroInd} + \sum CI_{ij}^{AgroServ} \quad (01)$$

Onde, I_{ij} é o valor do segmento de Insumos, formado pela soma de três elos: $\sum CI_{ij}^{Agrop}$ – refere-se a soma das parcelas do consumo intermediário referente às atividades i de cada setor j que fazem parte do elo da Agropecuária, $\sum CI_{ij}^{AgroInd}$ refere-se a soma das parcelas do consumo intermediário das atividades i de cada setor j que compõem o elo da Agroindústria, e $\sum CI_{ij}^{AgroServ}$ refere a soma das parcelas do consumo intermediário das atividades i de cada setor j que compõem o elo do Agrosserviço.

$$Agrop_{ij} = \sum Agro_{ij}^{Agrop} - \sum CI_{ij}^{Agrop} \quad (02)$$

Onde, $Agrop_{ij}$ é o valor do segmento da Agropecuária, formado pelo elo da agropecuária, sendo: $\sum Agro_{ij}^{Agrop}$ – a soma das parcelas do valor da produção referente às atividades i de cada setor j que fazem parte do elo da Agropecuária, deduzida da soma das parcelas do consumo intermediário referente às atividades i de cada setor j que fazem parte do elo da Agropecuária ($\sum CI_{ij}^{Agrop}$).

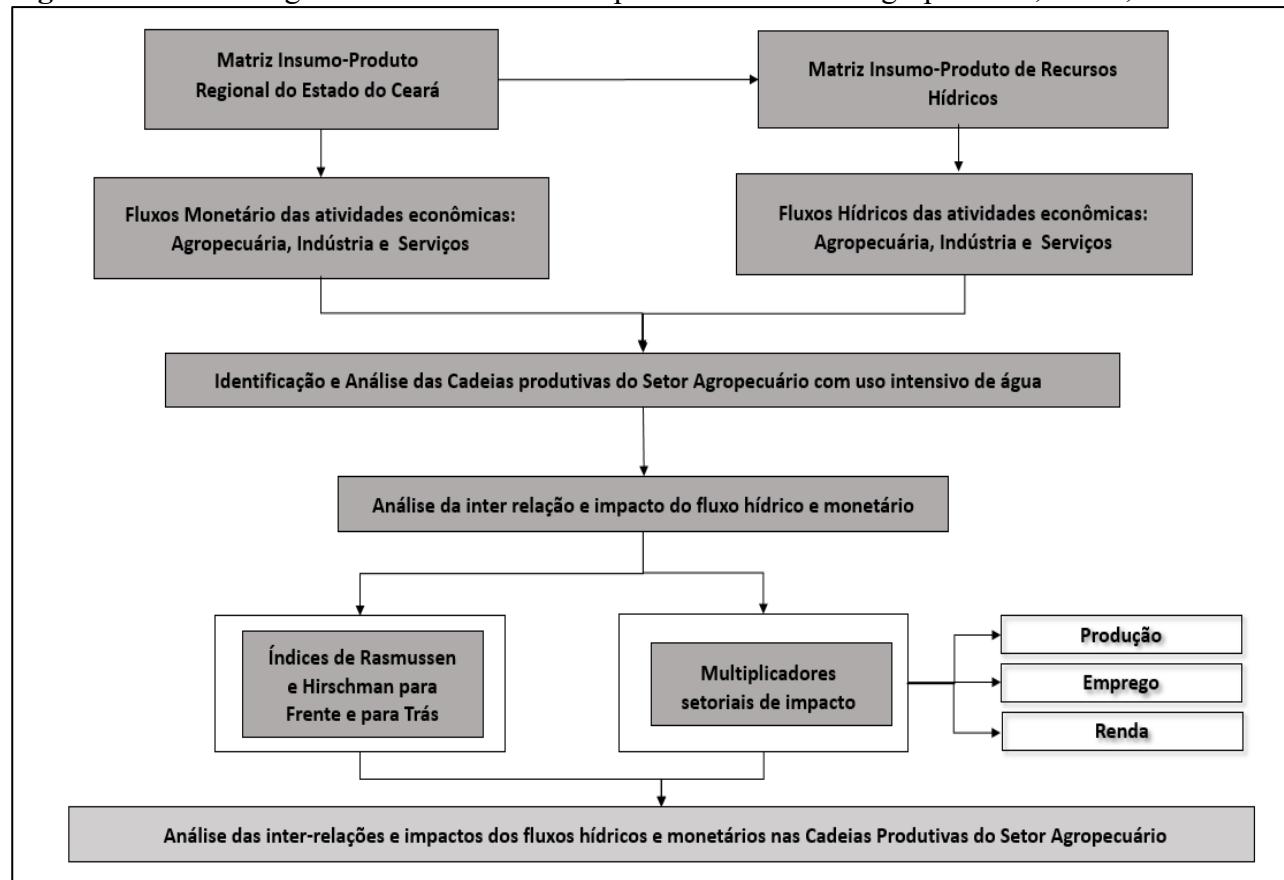
$$AgroInd_{ij} = \sum AgroInd_{ij}^{AgroInd} - \sum CI_{ij}^{AgroInd} \quad (03)$$

Onde, $AgroInd_{ij}$ é o valor da Agroindústria, formado pelo elo da agroindústria, sendo: $\sum AgroInd_{ij}^{AgroInd}$ - a soma das parcelas do valor da produção das atividades i de cada setor j que compõem o elo da Agroindústria, deduzida da soma das parcelas do consumo intermediário referente às atividades i de cada setor j que fazem parte do elo da agroindústria ($\sum CI_{ij}^{AgroInd}$).

$$AgroServ_{ij} = \sum AgroServ_{ij}^{AgroServ} - \sum CI_{ij}^{AgroServ} \quad (04)$$

Onde, $AgroServ_{ij}$ é o valor do segmento do Agrosserviço, formado pelo elo dos agrosserviços, sendo: $\sum AgroServ_{ij}^{AgroServ}$ - refere-se a soma das parcelas do valor da produção das atividades i de cada setor j que compõem o elo do Agrosserviço, deduzida da soma das parcelas do consumo intermediário referente às atividades i de cada setor j que fazem parte do elo do agrosserviço ($\sum CI_{ij}^{AgroServ}$).

O estudo será desenvolvido considerando as etapas apresentadas na Figura 02, visando mapear e dimensionar os fluxos monetários e hídricos dos setores econômicos do Estado do Ceará que formam as 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água (Leite; Ovino-Caprino; Avicultura (aves e ovos); Aquicultura (camarão e tilápia); Produtos de sequeiro (milho, feijão), castanha de caju; e Fruticultura (banana, melão, maracujá, coco-da-baía)).

Figura 02: Metodologia de estudo das cadeias produtivas do setor agropecuário, Ceará, 2019.

Fonte: Elaboração própria (2025).

Para analisar os encadeamentos, efeitos e impactos das 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água na economia regional, serão utilizadas as seguintes ferramentas: i) índices de ligações de Rasmussen e Hirschman “Para Trás e Para Frente”, ii) multiplicadores simples de produção, emprego e renda e indicadores de benefícios econômicos gerados em termos de produção, emprego (ocupação), renda e utilização de recursos hídricos.

De modo que por meio das Tabelas de Recursos e Usos e a Matriz de Insumo-Produto do Ceará será possível analisar, detalhadamente, a estrutura de produção do Ceará e como as atividades econômicas se relacionam dentro da economia regional, bem como os impactos gerados na demanda final.

A base de cálculo dos fluxos monetários será composta pelas Tabelas de Recursos e Usos (TRU) e pela Matriz Insumo Produto Regional (MIPR) do Ceará para o ano de 2019, publicada pelo IPECE. Tendo em vista que a TRU e a MIPR do Ceará de 2019 foram utilizadas para o cálculo do PIB do agronegócio e da agricultura familiar regional do Estado do Ceará, deste mesmo ano (QUADRANTE/IPECE, 2024).

Já a base de cálculo dos fluxos hídricos será composta pela Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará de 2019 (Soares, 2024), considerando as metodologias descritas por Lima

(2002) e Miller & Blair (2009), CEPEA (2017) e Soares (2023), de forma adaptada para o Estado, a partir da construção de um vetor de consumo de água para do setor econômico j e a suas atividades produtivas i, utilizando coeficientes técnicos híbridos expressos em R\$/m³.

2.1. Fontes de dados coletadas e critérios de seleção

Para o estudo das 7 cadeias produtivas com enfoque na produção e uso intenso de água (Leite; Ovino-Caprino; Avicultura (aves e ovos); Aquicultura (camarão e tilápia); Produtos de sequeiro (milho, feijão), castanha de caju; e Fruticultura (banana, melão, maracujá, coco-da-baía), serão trabalhas as Tabelas de Recursos e Usos (TRU) e a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará (MIPRH/CE) de 2019, será elaborada em três etapas: 1) estimativa e calibração dos coeficientes técnicos de demanda hídrica das atividades econômicas do Ceará, 2) construção do vetor de demanda hídrica, 3) estimativa da MIPRH/CE para obtenção da demanda final de recursos hídricos sendo considerado 32 setores, conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0.

Serão utilizadas também como base de dados, as pesquisas regionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE pertinentes aos setores agropecuário, indústria e serviços (Sistema de Contas Regionais, Produção Pecuária Municipal – PPM, Produção agrícola Municipal – PAM, Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, Censos Agropecuário de 2006 e 2017, Pesquisa Trimestral do Abate de Animais, Pesquisa Trimestral do Leite, Pesquisa Industrial Anual – Produto, Pesquisa Anual da Indústria da Construção – PAIC, Pesquisa Anual de Serviço – PAS), do Ministério da Economia (MTE) (dados RAIS e CAGED com base no CNAE 2.0), da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), dados das Contas Regionais do Ceará, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNADC, a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - INFRAERO, do Ministério da Indústria, do Comércio Exterior e Serviços.

Estas bases de dados serão utilizadas para a construção dos coeficientes técnicos de consumo de água para cada setor econômico e produto listado na MIPRH/CE de 2019, e para mapear a tipologia dos setores econômicos pertencentes ao segmento de Insumos, agropecuária, agroindústria e agrosserviços.

2.2. Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará (MIPRH/CE)

A MIPRH/CE representa a demanda pelo recurso água pelas atividades econômicas do Ceará, tanto de forma direta como indireta (Quadro 01).

Destacam-se duas etapas principais na elaboração dessa metodologia:

- i. Construção dos coeficientes técnicos de demanda hídrica dos setores econômicos da

indústria, serviço e agropecuária;

- ii. Estimativa da demanda final por recursos hídricos finais.

Quadro 01: Modelo insumo-produto com o insumo água.

	Consumo Intermediário			Produção Total	
	Setores consumidores			Demanda Final	Produção Total
	Setor 1	Setor 2	Setor 3		
Produto 1	Z11	Z12	Z13	Y1	Z1
Produto 2	Z21	Z22	Z23	Y2	Z2
Produto 3	Zn1	Z1n	Z33	Y3	Z3
Insumo Água	Dw1	Dw2	Dw3	Yw	D

Fonte: Elaboração própria a partir de Miller & Blair (2009).

Conforme a teoria básica dos modelos de insumo-produto, a descrição matemática do quadro 02, será feita por meio do seguinte conjunto de equações:

$$Z1 = Z11 + Z12 + Z13 + Y1 \quad (05)$$

$$Z2 = Z21 + Z22 + Z23 + Y2 \quad (06)$$

$$Z3 = Z31 + Z32 + Z33 + Y3 \quad (07)$$

$$D = Dw1 + Dw2 + Dw3 + Yw \quad (08)$$

Em que, Zi representa o total de produção do setor i; Zij corresponde ao fluxo monetário entre os setores i e j; Yi é a demanda final do setor i; D é o consumo total de água; Dwj representa o consumo de água do setor j no seu processo produtivo e Yw é a demanda de água por parte das famílias. Os coeficientes técnicos são calculados conforme as equações:

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{Z_j} \rightarrow Z_{ij} = a_{ij} \times Z_j \quad (09)$$

$$W_j = \frac{D_{wj}}{Z_j} \rightarrow D_{wj} = W_j \times Z_j \quad (10)$$

Em que, a_{ij} é o coeficiente técnico de insumo direto; W_j é o coeficiente técnico direto da água ou o quanto o setor j utiliza de água por unidade produzida. Substituindo-se Zij e Dwj nas equações de 05 a 08, tem-se:

$$Z1 = A_{11}Z_{11} + A_{12}Z_{12} + A_{13}Z_{13} + Y_1 \quad (11)$$

$$Z2 = A_{21}Z_{21} + A_{22}Z_{22} + A_{23}Z_{23} + Y_2 \quad (12)$$

$$Z3 = A_{31}Z_{31} + A_{32}Z_{32} + A_{33}Z_{33} + Y_3 \quad (13)$$

$$D = W_{41}Z_{41} + W_{42}Z_{42} + W_{43}Z_{43} + Y_4 \quad (14)$$

As equações supracitadas podem ser representadas de forma abreviada, como:

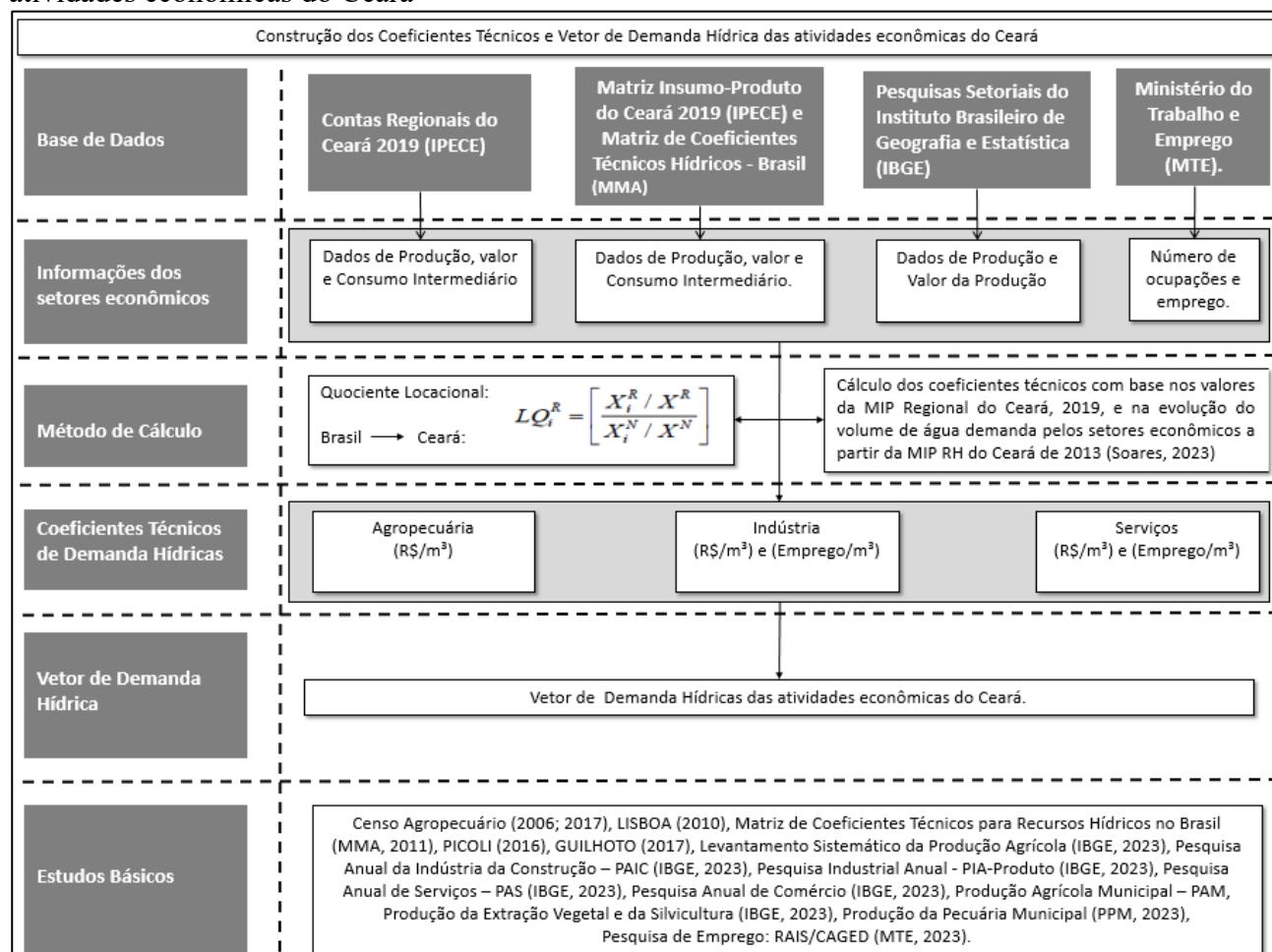
$$Z_i = \sum_{j=1}^3 A_{ij} Z_j + Y_i \quad (15)$$

$$D = \sum_{j=1}^3 W_j Z_j + Y_w \quad (16)$$

Em que, Z é a matriz do fluxo monetário entre os setores i e j tradicional; A é a matriz de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y é o vetor de demanda final; Yw é o vetor de demanda por água; D é a matriz de demanda por água, e cada elemento “Dj” especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j; e W é a matriz de coeficientes técnicos diretos da água, sendo que cada elemento “Wj” corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j.

2.3. Construção dos Coeficientes Técnicos de Uso da Água

Figura 03: Metodologia da construção dos coeficientes técnicos e vetor de demanda hídrica das atividades econômicas do Ceará



Fonte: Elaboração própria (2025).

Tendo em vista a precariedade de dados e informações sistemáticas referentes ao uso da água pelos diferentes setores da economia cearense, os coeficientes técnicos empregados para compor o vetor de consumo de água da MIPRH/CE foram estimados com base na Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (MMA, 2011) e nos coeficientes técnicos estimados por Picoli (2016) (Figura 03).

Também serão utilizados dados primários sobre o consumo de água pelas atividades ligadas à agricultura irrigada, levantados na região do Baixo e Médio Jaguaribe-CE pelo DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Além de dados secundários coletados junto às seguintes instituições: Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Secretaria de recursos Hídricos (SRH) e Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE).

Os coeficientes serão regionalizados por meio de indicadores econômicos levantados pelas pesquisas setoriais do IBGE (IBGE, 2018a, IBGE, 2018b, IBGE, 2018c), do MTE (MTE 2018a; MTE 2018b), do IPECE (QUADRANTE/IPECE, 2024). Os indicadores utilizados foram: produção, valor bruto da produção e número de empregos por atividade econômica e área plantada com lavouras irrigadas.

Para a regionalização de coeficientes técnicos do Brasil para o Ceará, será aplicada a metodologia baseada em Quocientes Locacionais, sendo consistente com o nível de especialização dos setores produtivos de cada região, uma vez que comparam a participação de cada setor em uma determinada região em relação à sua participação no estado na totalidade (LIMA, 2002; GUILHOTO et al., 2017). O quociente locacional é definido pela equação (17).

$$LQ_i^R = \left[\frac{X_i^R / X^R}{X_i^N / X^N} \right] \quad (17)$$

Em que, X_i^R é a produção total do setor i da região R; X^R é a produção total da região R; X_i^N é a produção nacional total do setor i; e X^N é a produção nacional total.

Esta relação mede a participação relativa do setor i na economia da região R em relação à participação do mesmo setor na economia nacional.

Outra alternativa, é o uso do Índice de Laspeyres para estimar os coeficientes técnicos dos setores econômicos para construir a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará – MIPRH/CE de 2019. Este será aplicado sobre coeficientes técnicos já calculados para o Estado do Ceará, tendo como base em trabalhos desenvolvidos com o uso de Matriz Insumo-Produto aplicado à Recursos Hídricos no Estado do Ceará, como os trabalhos realizados por Soares et al., (2021) e Soares (2023).

O Índice de Laspeyres, é utilizado para medir a mudança de preços ou de volume de um determinado conjunto de bens ou serviços por meio da média ponderada, considerando o preço e/ou a quantidade de um conjunto de bens ou serviços em um período-base (IPECE, 2003).

O índice de Laspeyres, é representado pela razão entre a quantidade física do produto no ano N₁, vezes o preço P₀ (ano base) e a quantidade no ano N₀ vezes o preço P₀, obtida pela fórmula de Laspeyres (equação 1), tendo como ano base, o ano de 2013, ano em que já foram estimados os coeficientes técnicos (R\$/m³) para os setores econômicos do Estado do Ceará (Soares et al., 2021).

$$IL = \frac{\sum p_0^i x q_1^i}{\sum p_0^i x q_0^i} \quad (18)$$

Onde:

p_0^i é o preço do produto i no ano N₀;

q_0^i = quantidade do produto i no ano N₀;

q_1^i = quantidade do produto i no ano N₁.

No que se refere ao setor agropecuário, os coeficientes técnicos (R\$/m³) e a demanda hídrica (m³) deste setor serão calibrados pela área irrigada e pelo rebanho levantado pelo Censo Agropecuário de 2006 e de 2017, Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária (LSPA) do Ceará, Produção da Pecuária Municipal (PPM), Produção da Agrícola Municipal (PAM) e dados de ocupação e de valor da produção, para melhor representar a estrutura econômica deste setor. Ressalta-se que as atividades econômicas ligadas ao setor agropecuário consomem essencialmente água bruta¹.

A metodologia para as estimativas das vazões para criação animal seguirá a orientações do “Manual de Outorga” desenvolvido pela ENGECORPS, e as estimativas de demanda de água (m³) para irrigação para os meses mais críticos serão calculados com base no documento do “Plano Nacional de Recursos Hídricos e Relatório Técnico n.º 6”: Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011).

A demanda de água na agricultura irrigada será obtida com base no balanço hídrico das áreas irrigadas, dos aspectos inerentes à espécie cultivada e ao tipo de irrigação e das condições de manejo aplicadas, expressos na unidade de m³/hectare ano. Para isso, será estabelecido o uso de valores médios para a irrigação tomando como base os meses menos e mais críticos, e as relações

¹ Conforme a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará (2018), água bruta é a água que ainda não passou por uma Estação de Tratamento de Água – ETA para ser tratada.

normalmente observadas no Ceará entre as dotações anuais e as referidas dotações mensais, considerando que para esta análise, serão consideradas somente as áreas cultivadas em produção.

Para o cálculo da vazão de consumo da irrigação, será utilizada a seguinte equação:

$$ET_{pc} = ET_O \times K_C \times EI \quad (19)$$

Em que, ET_{pc} representa a evapotranspiração potencial da cultura (mm.dia-1); ET_O corresponde à evapotranspiração de referência (mm.dia-1); K_C é o coeficiente da cultura (adimensional); e EI , a eficiência do uso da água na irrigação.

O parâmetro “ ET_O ” da equação 19 será determinado a partir de variáveis meteorológicas obtidas de forma pontual (em cada estação meteorológica), e será estimado com base no método de Penman–Monteith–FAO (MMA, 2011).

Para a realização do cálculo estimado da demanda hídrica na pecuária, será aplicada a metodologia BEDA (Bovinos Equivalentes para a Demanda de Água), considerando os diferentes tipos de animais e suas necessidades de água. Sendo que o BEDA é uma unidade que representa o consumo médio de água de um bovino adulto por dia. O consumo de dessedentação para os demais animais pondera o que cada espécie de animal consome em relação a um bovino adulto, usando fatores de conversão baseados em suas características fisiológicas e produtivas (Lima, 2002).

$$BEDA = \sum Bovino + \sum Equino + \sum Bubalino + \frac{\sum Ovino}{5} + \frac{\sum Ovino}{5} + \frac{\sum Suíno}{5} + \frac{\sum Aves}{3} \quad (20)$$

2.4. Construção do Vetor de Demanda Hídrica

A construção do vetor de demanda hídrica será realizada com base na aplicação de coeficientes técnicos de consumo de água para cada produto elencado na Matriz Insumo-Produto do Estado do Ceará – 2019, conforme a tipologia das atividades econômicas discriminadas para cada setor produtivo (Figura 04).

O vetor de demanda hídrica será introduzido na MIP/CE para a construção da MIPRH/CE utilizando as equações a seguir (Lima, 2002; Miller & Blair, 2009):

$$Z = AZ + Y = (I - A)^{-1}Y \quad (21)$$

$$D = WZ + Y_W \quad (22)$$

Substituindo-se o valor de Z na equação 22, tem-se:

$$D = W(1 - A)^{-1}Y + Y_W \quad (23)$$

Em que, Z é a matriz do fluxo monetário entre os setores i e j tradicional; A é a matriz de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y é o vetor de demanda final; Yw é o vetor de demanda por água; D é a matriz de demanda por água, e cada elemento “Dj” especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j; W é a matriz de coeficientes técnicos diretos da água, sendo que cada elemento “Wj” corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j; e W(I-A)-1 é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos de demanda por água ou matriz de requerimentos diretos e indiretos.

Cada elemento desta matriz reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, do insumo água, para satisfazer a uma demanda de uma unidade monetária. A soma das linhas dessa matriz fornece o total de consumo da água por setor para atender às mudanças na sua demanda final, ou seja, o quanto cada setor irá requerer de água, de si próprio e dos demais setores da economia.

2.5. Benefícios Econômicos gerados pelas cadeias produtivas

Os benefícios econômicos gerados pelas cadeias produtivas serão calculados indicadores de produção (valor bruto da produção), geração de empregos (ocupação), renda e uso da água por setor econômico.

Os indicadores serão calculados a partir dos vetores de produção (x_j) para expressar os benefícios econômicos, emprego (e_j), renda (l_j) e uso de água (w_j) de cada setor econômico.

O vetor de produção (x_j) corresponde ao montante de emprego gerado em todos os setores para atender à produção total (direta e indireta) do setor j. Onde, x_j corresponde ao número de empregos no setor j.

O vetor de emprego (l_j) corresponde ao montante de emprego gerado em todos os setores para atender à produção total (direta e indireta) do setor j. Onde, l_j corresponde ao número de empregos no setor j.

O vetor consumo de água (w_j) corresponde ao montante de emprego gerado em todos os setores para atender à produção total (direta e indireta) do setor j. Onde, w_j corresponde ao volume demandado de recursos hídricos de cada setor j.

Os benefícios econômicos diretos e indiretos de cada cadeia produtiva serão calculados a partir na relação entre vetores de produção (x_j), emprego (e_j), renda (l_j) e uso de água (w_j) de cada setor econômico, pelo vetor de produção (x_j) para expressar os benefícios econômicos em termos de fluxos monetários e pelo vetor de uso de água (w_j) de cada setor econômico identificado por cadeia produtiva, visando, portanto, expressar os benefícios econômicos em termos de demanda hídrica, tanto para a cadeia produtiva de modo geral, como por segmento que às compõem.

- a) Indicador de benefícios econômicos diretos e indiretos de cada emprego gerado (e_j) por unidade de produção em relação a produção (x_j):

$$Z_{e_jx_j} = \frac{e_j}{x_j} \quad (24)$$

Cada elemento da Matriz Insumo-Produto Regional do Ceará, do ano de 2019, reflete o quanto o setor j gera de emprego (Ocupação), direta e indiretamente, para cada unidade monetária (R\$) gerada pelos setores produtivos, onde $Z_{e_jx_j}$ representa o vetor linha dos benefícios econômicos diretos e indiretos da relação entre o vetor linha de emprego gerado (Ocupação) e o vetor linha de produção (R\$).

- b) Indicador de benefícios econômicos diretos e indiretos de renda gerado (l_j) por unidade de produção em relação a produção (x_j):

$$Z_{l_jx_j} = \frac{l_j}{x_j} \quad (25)$$

Cada elemento da Matriz Insumo-Produto Regional do Ceará, do ano de 2019, reflete o quanto o setor j gera de renda (R\$), direta e indiretamente, para cada unidade monetária (R\$) gerada pelos setores produtivos, onde $Z_{l_jx_j}$ representa o vetor linha dos benefícios econômicos diretos e indiretos da relação entre o vetor linha de renda gerada (R\$) e o vetor linha de produção (R\$).

- c) Indicador de benefícios econômicos diretos e indiretos de produção (x_j) em relação ao consumo de água (w_j):

$$Z_{X_jw_j} = \frac{x_j}{w_j} \quad (26)$$

Cada elemento da Matriz Insumo-Produto Regional e da Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará, do ano de 2019, reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, de cada fator de produção, para satisfazer a uma demanda de uma unidade (m^3) de água demandada pelos setores produtivos, onde $Z_{X_jw_j}$ representa o vetor linha dos benefícios econômicos diretos e indiretos da relação entre o vetor linha de produção (R\$) e o vetor linha de consumo de recursos hídricos (m^3 de água).

- d) Indicador de benefícios econômicos diretos e indiretos de emprego (e_j) em relação ao consumo de água (w_j):

$$Z_{e_jw_j} = \frac{e_j}{w_j} \quad (27)$$

Cada elemento da Matriz Insumo-Produto Regional e da Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará, do ano de 2019, reflete o quanto o setor j gera, direta e indiretamente, de emprego, para cada unidade (m^3) demandada de água pelos setores produtivos, onde Z_{ejw_j} representa o vetor linha dos benefícios econômicos diretos e indiretos da relação entre o vetor linha de emprego (ocupação) e o vetor linha de consumo de recursos hídricos (m^3 de água).

- e) Indicador de benefícios econômicos diretos e indiretos de renda (l_j) em relação ao consumo de água (w_j):

$$Z_{ljw_j} = \frac{l_j}{w_j} \quad (28)$$

Cada elemento da Matriz Insumo-Produto Regional e da Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos do Ceará, do ano de 2019, reflete o quanto o setor j gera, direta e indiretamente, de renda, para cada unidade (m^3) demandada de água pelos setores produtivos, onde Z_{ljw_j} representa o vetor linha dos benefícios econômicos diretos e indiretos da relação entre o vetor linha de emprego (ocupação) e o vetor linha de consumo de recursos hídricos (m^3 de água).

O retorno econômico total do coeficiente de uso de cada fator de produção é projetado para capturar os efeitos diretos e indiretos da mudança no uso de cada fator de produção do setor j sobre o valor agregado total criado na economia na totalidade.

Para avaliar os benefícios econômicos gerados pelo segmento do setor agropecuário das cadeias produtivas mapeadas, serão utilizados os seguintes indicadores de desempenho socioeconômico para as cadeias de produção agrícola, agrupados em quatro itens: (a) segurança produtiva: produtividade da terra (kg/ha) e produtividade da água (kg/m^3), (b) segurança econômica: lucratividade por unidade de área (R/ha$) e lucratividade por quantidade de água aplicada (R/m^3$), (c) seguridade social: número de empregos gerados por unidade de área (empregos/ha) e empregos por unidade de volume de água aplicada (empregos/ m^3) e (d) segurança hídrica: quantidade de água utilizada por unidade de área (m^3/ha) (Frizzzone et al., 2021; Soares, 2023).

E os seguintes indicadores de desempenho socioeconômico para as cadeias de produção pecuária, agrupados em quatro itens: (a) segurança produtiva: produtividade por animal (kg de carne/cabeça) e produtividade da água (kg de carne/ m^3), produtividade do leite (l de leite/animal) e (l de leite/ m^3), (b) segurança econômica: lucratividade por animal (R/cabeça$) e lucratividade por quantidade de água consumida (R/m^3$), (c) seguridade social: número de empregos gerados por animal (empregos/mil cabeças) e empregos por unidade de volume de água aplicada (empregos/mil m^3) e (d) segurança hídrica: quantidade de água utilizada por unidade de área (m^3/ha) ou ($m^3/cabeça$) (Frizzzone et al., 2021; Soares, 2023).

2.6. Consumo Intermediário Intersetorial

O consumo intermediário entre as atividades econômicas será estimado utilizando indicadores extraídos da Tabela de Recursos e Usos do Ceará – 2019 (QUADRANTE/IPECE, 2024) por meio da aplicação de coeficientes técnicos de consumo de água para cada produto elencado na Matriz Insumo-Produto Regional do Estado do Ceará – 2019, conforme descrição matemática expressa abaixo:

$$T^i = AT^i + Y = (I - A)^{-1}Y \quad (29)$$

$$T_d = WT^i + Y_w \quad (30)$$

Substituindo-se o valor de T^i na equação 29, tem-se:

$$T_d = W(I - A)^{-1}Y + Y_w \quad (31)$$

Em que, T^i , representa a Tabela de Recursos e Usos de consumo intermediário tradicional; A representa o vetor de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y representa o vetor de demanda intermediária final por água; Y_w representa o vetor de demanda intermediária por água; T_d representa a Tabela de Recursos e Usos de consumo intermediário da água, na qual cada elemento d_{wj} especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j ; W representa a matriz de coeficientes técnicos de consumo direto de água, na qual cada elemento w_{kj} corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j ; e $W(I-A)^{-1}$ representa a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos da água ou matriz de requerimentos intermediários de água.

Cada elemento desta matriz reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, do insumo água, para satisfazer a uma demanda de uma unidade monetária. E a soma das suas linhas fornece o consumo intermediário total da água por setor para atender às mudanças na sua demanda intermediária final, ou seja, o quanto cada setor irá requerer indiretamente do insumo água, de si próprio e dos demais setores da economia.

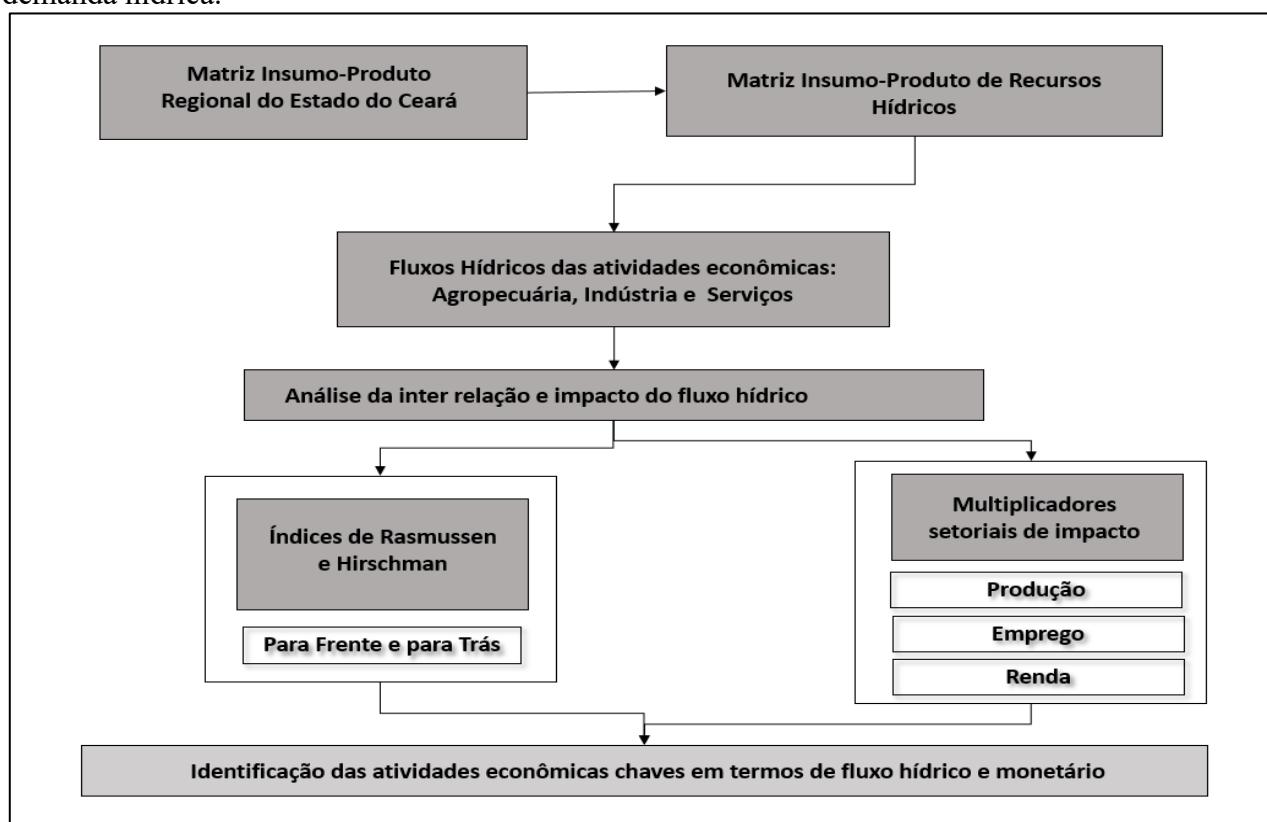
Esta metodologia permitirá a mensuração do consumo indireto (MCI) de água por unidade monetária gerada pela produção de bens e serviços em cada setor. Wang (2016), afirma que o modelo de Leontief considera o encadeamento entre os setores econômicos regionais, refletindo quanto determinado setor pode gerar em termos de consumo intermediário na produção total de outros setores na economia. Com isso, a aplicação do modelo insumo-produto desperta uma especial atenção aos setores que apresentam um maior efeito de encadeamento entre os setores da economia do Ceará.

2.7. Identificação dos setores econômicos chaves em termos de demanda hídrica

A identificação dos setores econômicos chaves em termos de fluxos de água do Estado do Ceará será realizada por meio da Matriz Insumo-Produto (MIP) de Recursos Hídricos do Estado do Ceará de 2019, calculada com base na Matriz Insumo-Produto (MIP) Regional do Ceará de 2019.

Serão analisadas as ligações dos fluxos hídricos dos setores econômicos do Ceará e seus efeitos sobre a estrutura produtiva regional, utilizando as seguintes ferramentas de análise: (1) Índices de conexão de Rasmussen e Hirschman "ligações para trás e para a frente", e o uso de (2) multiplicadores gerais de produção, emprego, e renda, para avaliar a produtividade da água de forma intra e intersetorial, demonstrada pela Figura 04.

Figura 04: Estratégia metodológica de identificação dos setores econômicos chaves em termos de demanda hídrica.



Fonte: Elaboração própria (2025).

A Matriz Insumo-Produto Regional de Recursos Hídricos do Ceará (MIPRH/CE) será construída com base na Matriz Insumo-Produto Regional do Ceará do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) para o ano de 2019, considerando 32 setores econômicos (QUADRANTE/IPECE, 2024).

O consumo das famílias refere-se à demanda das famílias por bens e serviços para atender às suas necessidades imediatas, incluindo bens duráveis, mas não envolve a formação de estoque. É

importante ressaltar que o consumo das famílias não abrange a compra de imóveis residenciais ou não residenciais, nem a compra de terrenos. O consumo das famílias impacta a economia regional por meio da renda adquirida como empreendedores com a alocação de sua mão-de-obra na produção de bens e serviços não financeiros e de mercado, e eventualmente em serviços financeiros (QUADRANTE/IPECE, 2024).

2.8. Multiplicadores gerais de impacto

A análise de multiplicadores gerais é uma abordagem tradicional derivada das matrizes de insumo-produto e um dos primeiros recursos analíticos proporcionados pelo modelo de insumo-produto.

Os multiplicadores gerais permitem avaliar os impactos sobre o sistema econômico, resultantes de choques exógenos. Foram utilizados três tipos de multiplicadores gerais: a) Multiplicador de produção - mede o efeito sobre o produto de todos os setores da economia; b) Multiplicador de emprego - mede o efeito sobre o número de trabalhadores empregados em todos os setores da economia; e c) Multiplicador de renda - mede o efeito sobre a renda auferida pelas famílias em todos os setores (Miller; Blair, 2009; Guilhoto, 2017).

2.8.1. Multiplicador de produção

O multiplicador de produção para cada setor é a soma da sua respectiva coluna na matriz inversa de Leontief (B). Em suma, o multiplicador corresponde à variação da produção total (direta e indireta) da decorrente da variação exógena de uma unidade (1 m^3) de água na demanda final de uma região por um determinado setor específico.

Em termos formais, o multiplicador de produto simples para o setor j , O_j , será obtido pela seguinte equação:

$$O_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} \quad (32)$$

De forma que j é um determinado setor da economia; e b_{ij} representa os elementos da matriz inversa de Leontief.

2.8.2. Multiplicador de emprego

O multiplicador do emprego irá estimar os efeitos de uma mudança exógena na demanda final sobre o montante gerado de emprego na economia. Ele corresponde ao montante de emprego gerado em todos os setores para atender à produção total (direta e indireta) do setor j em resposta a uma variação de R\$ 1,00 ou 1 m^3 de água na demanda final pelo setor j , em termos monetários e em termos de fluxos hídricos.

O coeficiente de emprego será obtido pela equação 33:

$$W_j = \frac{e_j}{X_j} \quad (33)$$

Sendo, e_j corresponde ao número de trabalhadores empregados no setor j ; e X_j é o valor bruto da produção do setor j .

Para uma economia com n setores, tem-se:

$$\mathbf{w}' = [w_1, w_2, \dots, w_n] \quad (34)$$

Onde, w é um vetor $nx1$, cujos elementos são os coeficientes de emprego dos n setores da economia.

Agora, seja W uma matriz de ordem nxn , cuja diagonal principal é dada pelos elementos do vetor w e fora da diagonal principal, têm-se zeros. A partir de W e de B (inversa de Leontief) será possível criar uma matriz de mesma ordem E da seguinte maneira:

$$\mathbf{E} = \mathbf{WB} \quad (35)$$

Cada elemento de E é dado por $e_{ij} = w_i \times b_{ij}$ e se interpreta como sendo o montante de emprego gerado no setor i para atender à produção total (direta e indireta) do setor j em resposta a uma variação de R\$ 1,00 na demanda final pelo setor j em termos de fluxo monetário e a uma variação de 1 m³ na demanda final pelo setor j em termos de fluxo hídrico.

Desta forma, a matriz E fornecerá a estrutura setorial de geração de emprego na economia, por unidade adicional de demanda final. Como a estrutura da matriz E é semelhante à estrutura das matrizes B e A (matriz dos coeficientes técnicos), o multiplicador simples de emprego é dado por:

$$E_j = \sum_{i=1}^n e_{ij} = \sum_{i=1}^n w_i b_{ij} \quad (36)$$

De forma similar à que será utilizada para se calcular o multiplicador de produção, tem-se que o multiplicador de emprego do setor j , calculado como a soma dos elementos da j -ésima coluna da matriz E . Repetindo esse procedimento para cada um dos setores, será obtido o conjunto de multiplicadores gerais de emprego da economia.

2.8.3. Multiplicador de renda

O multiplicador de renda mede os impactos de variações unitárias na demanda final sobre a renda recebida pelas famílias na economia. Para calculá-lo, será estimado o seu coeficiente de geração de renda, isto é, a relação entre a renda (salário) gerada no setor e o valor de sua produção. Em termos formais:

$$R_j = \frac{l_j}{X_j} \quad (37)$$

Onde, l_j é a renda gerada no setor “j”; e X_j é o volume de água consumido pelo setor “j”. De forma análoga ao multiplicador de emprego, tem-se para uma economia com n setores econômicos, o seguinte vetor “r”, de ordem $n \times 1$, de coeficientes de geração de renda:

$$\mathbf{r} = [r_1, r_2, \dots, r_n] \quad (39)$$

Agora, seja R uma matriz de ordem $n \times n$, cuja diagonal principal é dada pelos elementos do vetor r e fora da diagonal principal, têm-se zeros. A partir de R e de B é possível criar uma matriz de mesma ordem MR da seguinte maneira:

$$\mathbf{MR} = \mathbf{RB} \quad (40)$$

Cada elemento de MR é dado por $MR_{ij} = r_i \times b_{ij}$ e se interpreta como sendo o montante de renda gerada no setor i para atender à produção total (direta e indireta) do setor j em resposta a uma variação de R\$ 1,00 na demanda final pelo setor j em termos de fluxo monetário e a uma variação de 1 m³ na demanda final pelo setor j em termos de fluxo hídrico.

Desta forma, a matriz MR fornecerá a estrutura setorial de geração de renda na economia, por unidade adicional de demanda final. Como a estrutura da matriz MR é semelhante à estrutura das matrizes B (inversa de Leontief) e A (matriz dos coeficientes técnicos), o multiplicador simples de renda será dado por:

$$MR_j = \sum_{i=1}^n MR_{ij} = \sum_{i=1}^n r_i b_{ij} \quad (41)$$

De forma similar à que será usada para se calcular o multiplicador de produção e de emprego, tem-se que o multiplicador de renda do setor j é calculado como a soma dos elementos da j -ésima coluna da matriz MR . Repetindo esse procedimento para cada um dos setores, obtém-se o conjunto de multiplicadores gerais de renda da economia.

2.9. Índices de Rasmussen e Hirschman

Os índices de Rasmussen e Hirschmann (Rasmussen, 1956; Hirschman, 1958) serão aplicados à MIPRH/CE de 2019 para determinar quais seriam os setores com o maior poder de encadeamento para trás e para frente na economia. Os índices de ligações “Para Trás” revelam quanto um setor demandaria dos demais e os índices Para Frente expõem a quantidade demandada de outros setores da economia pelo setor em análise.

Para o cálculo dos encadeamentos, conforme apresentado por Miller & Blair (2009) e Guilhoto (2011), serão realizadas operações sobre os elementos da matriz inversa de Leontief visando computar os seguintes elementos:

$\sum_j b_{ij}$ – Soma dos elementos da j -ésima coluna da matriz inversa de Leontief B ;

$\sum_i b_{ij}$ – Soma dos elementos da i-ésima linha da matriz inversa de Leontief B;

$\sum_i \sum_j b_{ij}$ – Soma total dos elementos da matriz inversa de Leontief B;

B^* – Valor médio de todos os elementos da matriz inversa de Leontief B:

$$B^* = \frac{\sum_i \sum_j b_{ij}}{n^2} \quad (42)$$

Onde:

n - Número de setores.

Assim, os índices são definidos formalmente da seguinte forma:

2.9.1. Índice de ligação para trás

$$U_j = \frac{\sum_i b_{ij}/n}{B^*} \quad (43)$$

2.9.2. Índice de ligação para frente

$$U_i = \frac{\sum_j b_{ij}/n}{B^*} \quad (44)$$

Onde:

$\sum_j b_{ij}/n$ - Valor médio da j-ésima coluna da matriz inversa de Leontief B;

$\sum_i b_{ij}/n$ - Valor médio da i-ésima linha da matriz inversa de Leontief B.

n – Número de setores.

Se $U_j > 1$, representa uma forte ligação para trás do setor “j”, pois indica uma mudança unitária na demanda final pelo setor “j”, que cria um aumento acima da média de toda a economia. Se $U_i > 1$, no que lhe concerne, representa uma forte ligação para frente, pois indica que mudanças unitárias nas demandas finais de todos os setores criam um aumento acima da média no setor “i”.

Em casos de $U_j > 1$ e $U_i > 1$, há indicação de setor-chave da economia. Esses são setores que possuem fortes efeitos de encadeamento em termos de fluxo de bens e serviços, ou seja, setores-chave para o crescimento da economia.

Assim, as técnicas e procedimentos metodológicos desenvolvidas nesse estudo poderão ser replicadas para outras regiões, estados ou países que sofrem com os efeitos da escassez hídrica visando fortalecer seus sistemas de informação e integrar seus processos de decisão de gerenciamento dos recursos hídricos.

3. RESULTADOS

3.1. DESCRIÇÃO DAS 7 CADEIAS PRODUTIVAS DO SETOR AGROPECUÁRIO COM ENFOQUE NA PRODUÇÃO E USO INTENSO DE ÁGUA

Esta seção aprofunda a análise das sete cadeias produtivas do setor agropecuário do Estado do Ceará, com ênfase na produção e no uso intensivo de recursos hídricos, a partir da aplicação do modelo insumo-produto. A abordagem parte da evolução recente do agronegócio cearense, caracterizada pelo avanço do profissionalismo, pela modernização dos processos produtivos, pela diversificação da pauta de produtos e pela intensificação da verticalização da produção, especialmente por meio do fortalecimento das agroindústrias.

Esses movimentos estruturais têm ampliado a competitividade, promovido a agregação de valor e aumentado a resiliência do setor frente às recorrentes restrições climáticas do semiárido, consolidando um arranjo produtivo diversificado que envolve cadeias agrícolas, como grãos, castanha de caju e fruticultura, e cadeias pecuárias como a da bovinocultura de leite, ovinocaprinocultura, avicultura e aquicultura, as quais possuem relevantes encadeamentos produtivos a montante e a jusante na economia regional (Leontief, 1986; Guilhoto, 2011).

As cadeias produtivas intensivas em uso de água: leite; ovino-caprino; avicultura (aves e ovos); aquicultura (camarão e tilápia); produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju); e fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía), são examinadas de forma sistêmica, contemplando o consumo intermediário de insumos, a produção agropecuária, as agroindústrias de processamento e os agrosserviços. Essa perspectiva integrada permite captar os fluxos econômicos e hídricos associados à dinâmica produtiva, ao considerar os elos constitutivos das cadeias tanto a montante, envolvendo fornecedores de insumos e serviços, quanto a jusante, abrangendo beneficiamento, distribuição e comercialização. Ao articular essas dimensões, a análise evidencia as interdependências setoriais e a forma como o uso direto e indireto da água se propaga ao longo das cadeias produtivas, aspecto central para a avaliação da eficiência econômica e ambiental do uso desse recurso escasso (Miller; Blair, 2009; Hoekstra et al., 2011).

Do ponto de vista metodológico, a análise integra princípios microeconômicos, voltados à identificação e caracterização das cadeias produtivas, princípios macroeconômicos associados às inter-relações setoriais, e fundamentos de gestão e planejamento de recursos hídricos. A operacionalização desse arcabouço baseia-se na Tabela de Recursos e Usos e na Matriz Insumo-Produto regional do Ceará para o ano de 2019, permitindo a incorporação do modelo de entrada e saída aplicado aos recursos hídricos e do Sistema de Contas Ambientais da Água. Essa abordagem possibilita mensurar a demanda hídrica associada à estrutura econômica estadual, mapear o uso direto

e indireto da água entre setores e avaliar os impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes das atividades produtivas, fornecendo subsídios técnicos consistentes para o planejamento e a formulação de políticas públicas orientadas ao crescimento sustentável e à gestão integrada dos recursos hídricos (ONU, 2012; SEI, 2020).

Os resultados obtidos utilizaram o modelo Insumo-Produto regional aplicado a recursos hídricos descrevem de forma quantitativa o consumo da água de forma direta e indireta pelos setores da agropecuária, indústria e serviços. Para a análise foram considerados 32 atividades e 113 produtos e as famílias com base na Matriz Insumo-Produto Regional e na Tabela de Recursos e Usos do Ceará de 2019.

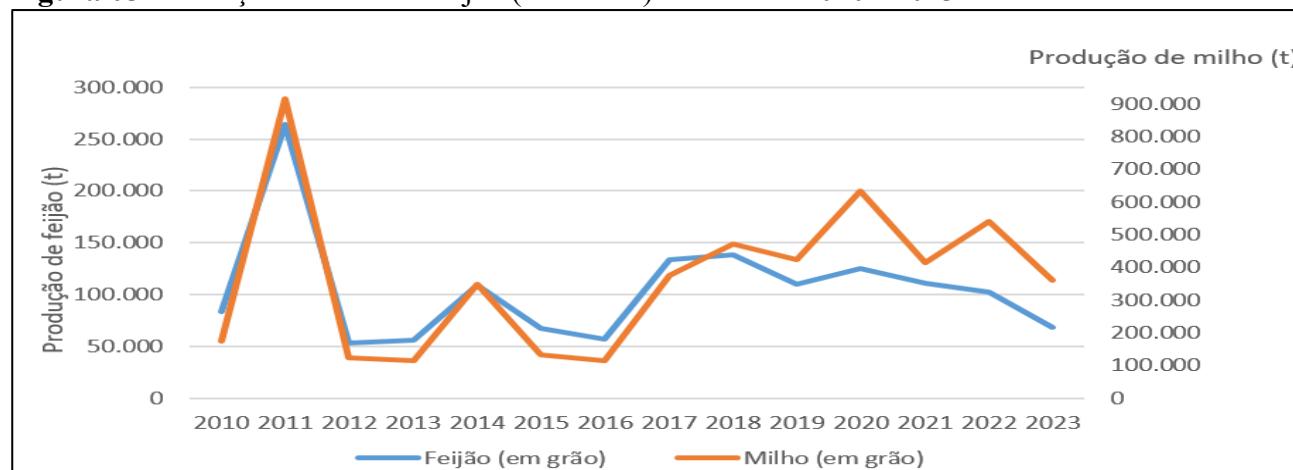
3.1.1. Caracterização da Cadeia Produtiva do Milho e Feijão

I. Elo da produção do Milho e Feijão

O elo da produção de milho e feijão no Ceará insere-se predominantemente no contexto da agricultura de sequeiro, caracterizada pela forte dependência das chuvas e pela limitada capacidade de armazenamento hídrico do solo, o que reflete as condições edafoclimáticas do semiárido nordestino. Estudos do IBGE e da Agência Nacional de Águas indicam que mais de 90% da área agrícola brasileira é conduzida em regime de sequeiro, apresentando, entre 2013 e 2017, um déficit hídrico médio de 37%, com impactos mais severos nas fases críticas do desenvolvimento das culturas, especialmente do milho, frequentemente cultivado em períodos de maior risco climático (IBGE; ANA, 2020).

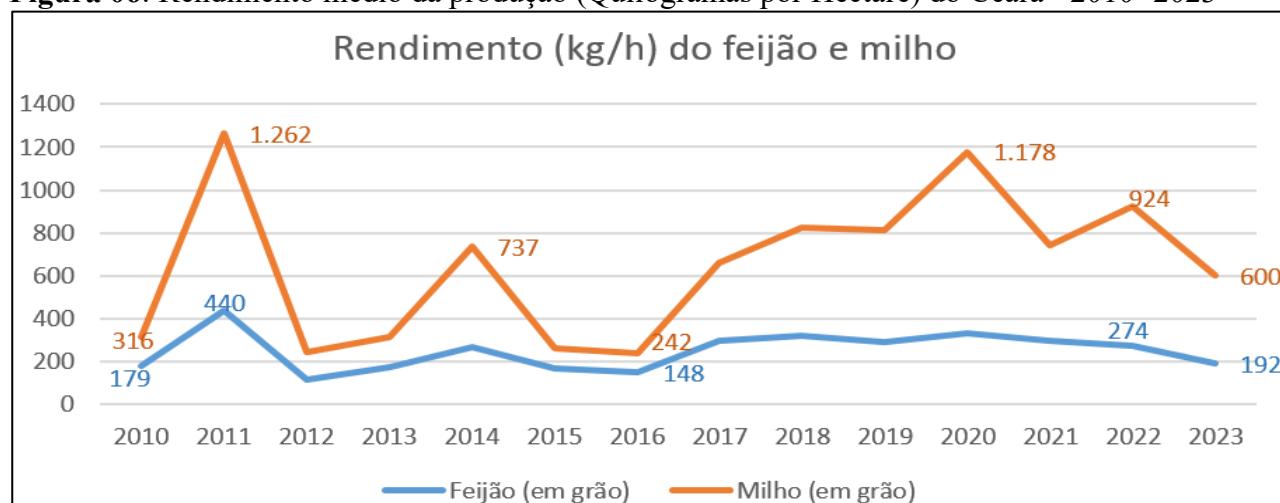
No caso do milho e do feijão, culturas estratégicas para a segurança alimentar e para a geração de renda, os déficits hídricos superaram 50%, comprometendo significativamente os níveis de produtividade. Essa condição explica a elevada disparidade regional da produção no Brasil, na qual o Nordeste, embora responda por quase metade da área plantada de feijão, apresenta menor participação na produção nacional, reflexo da baixa adoção de tecnologias, da irregularidade climática e do predomínio de sistemas produtivos familiares de subsistência, em contraste com os sistemas patronais mais intensivos em capital observados no Centro-Oeste, Sul e Sudeste (IBGE, 2023).

No Ceará, a produção de milho e feijão evidencia elevada variabilidade interanual, fortemente condicionada ao regime pluviométrico. Entre 2010 e 2023, observou-se um pico produtivo em 2010, associado a condições climáticas favoráveis, seguido por acentuada retração entre 2012 e 2016 em decorrência da seca prolongada, com recuperação gradual a partir de 2017, porém sem retorno aos níveis máximos anteriores (Figura 05).

Figura 05: Produção de milho e feijão (toneladas) do Ceará - 2010 - 2023.

Fonte: PAM/IBGE, 2023; FUNCeme, 2024.

O comportamento do rendimento médio (kg/ha) reforça essa vulnerabilidade: em 2010, os rendimentos alcançaram 1.262 kg/ha para o milho e 440 kg/ha para o feijão, enquanto em 2013, um dos anos mais críticos da estiagem, esses valores caíram para 600 kg/ha e 192 kg/ha, respectivamente (IBGE, 2023; FUNCeme, 2024) (Figura 06).

Figura 06: Rendimento médio da produção (Quilogramas por Hectare) do Ceará - 2010 -2023

Fonte: PAM/IBGE, 2023; FUNCeme, 2024.

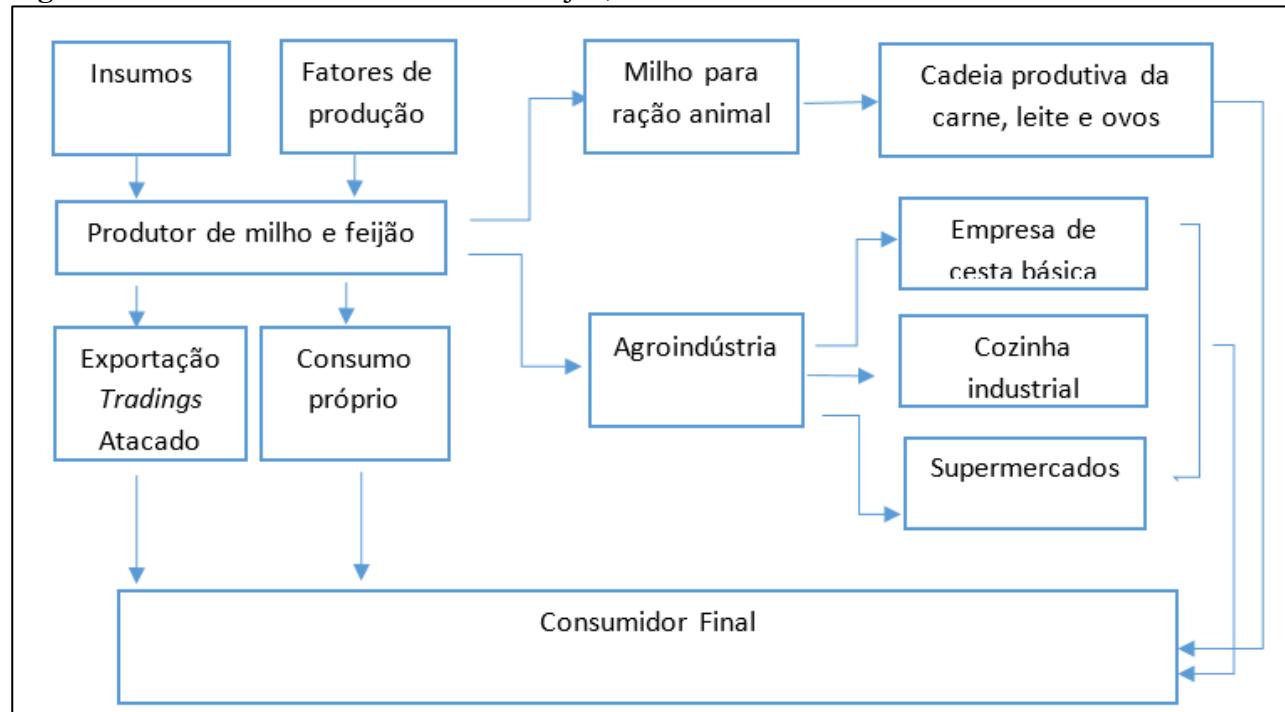
Apesar das limitações, a produção é amplamente distribuída pelo território cearense, com destaque para municípios como Santa Quitéria, Mauriti, Ocara e Tamboril, esses quatro municípios responderam por 15,5% da produção de feijão do Ceará em 2023. Os dez principais municípios somam 26,8%. Os municípios que se destacaram na produção de milho em 2023 foram Mauriti, Crateús, Santa Quitéria e Boa Viagem, esses quatro municípios responderam por 15% da produção de milho do Ceará. Os dez principais municípios somam 29,2%. Vale ressaltar que, à exceção de Fortaleza, todos obtiveram registro de produção de milho e feijão, o que deixa evidente a importância da produção de feijão e milho na questão da segurança alimentar e na geração de renda no interior do Estado (Tabela 01).

Tabela 01: Dez principais municípios de Produção de feijão e milho do Ceará, 2019 - 2023.

Município	Feijão (em grão)		Município	Milho (em grão)	
	2019	2023		2019	2023
Santa Quitéria	3.542	4.000	Mauriti	9.900	19.620
Mauriti	1.969	2.747	Crateús	26.146	12.722
Ocara	1.770	2.066	Santa Quitéria	10.000	11.010
Tamboril	4.648	1.785	Boa Viagem	4.400	10.800
Granja	685	1.452	Mombaça	6.663	10.291
Independência	996	1.415	Novo Oriente	18.506	9.662
Canindé	1.785	1.320	Acopiara	5.015	9.204
Boa Viagem	1.680	1.224	Brejo Santo	1.440	7.450
Ipu	779	1.157	Tamboril	19.250	7.307
Paraipaba	895	1.087	Iguatu	3.303	7.020

Fonte: PAM/IBGE, 2023.

Do ponto de vista da organização da cadeia produtiva, o milho e o feijão no Ceará estruturaram-se em três grandes elos: a montante, a produção e a jusante (Figura 07). O elo a montante envolve o fornecimento de insumos básicos, como sementes, fertilizantes, defensivos e, em menor escala, maquinário agrícola, sendo fortemente dependente de políticas públicas e da pesquisa agropecuária, com destaque para a atuação histórica da Embrapa no desenvolvimento de cultivares mais resistentes à seca e adaptadas às condições do semiárido (EMBRAPA, 2022).

Figura 07: Cadeia Produtiva do milho e feijão, Ceará.

Fonte: Elaboração própria a partir de ASSUNSÃO e WANDER (2015).

A Figura 07 ilustra a organização da cadeia produtiva do milho e feijão do Ceará, mostrando as interligações entre os componentes da produção a montante e a jusante. A cadeia destaca o elo a montante, que engloba os insumos e demais fatores de produção, podendo ser insumos agrícolas

(defensivos, herbicidas, dentre outros), industriais (tratores, máquinas e equipamentos) e serviços voltados a cultivo.

Entre os elos que compõem a cadeia produtiva do milho e feijão a jusante, destaca-se a indústria de processamento do milho voltado para a ração animal e agroindústria do milho e feijão voltados para empresas de cestas básicas, cozinha industrial e supermercados. Além disso, a produção pode ser destinada à exportação e comercialização de atacado e para o consumo próprio (Figura 07).

O elo central da produção é caracterizado pelo predomínio de pequenos e médios produtores, com baixa mecanização e dupla destinação da produção: consumo familiar e comercialização local do excedente. A jusante, as cadeias assumem dinâmicas distintas: o milho destina-se majoritariamente à alimentação animal, integrando cadeias de carnes, leite e ovos, além de usos industriais; o feijão, por sua vez, é direcionado principalmente ao consumo humano, passando por etapas de beneficiamento e comercialização que abastecem mercados locais, programas institucionais e redes varejistas.

Essa estrutura evidencia o caráter estratégico dessas cadeias para o desenvolvimento regional, ao mesmo tempo em que revela a necessidade de avanços tecnológicos, de gestão hídrica e de políticas de mitigação de riscos climáticos para elevar a eficiência produtiva e a resiliência da agricultura de sequeiro no Ceará (IBGE, 2023; ANA, 2020; EMBRAPA, 2022).

II. A relação da cadeia do milho e feijão cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

Para analisar a relação da cadeia produtiva do leite, utilizou-se a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019. Verificou-se que 51,29% da oferta de milho se deu pela própria produção interna e 48,71% veio da importação de estados brasileiros. Essa informação mostra que o Ceará possui dependência de quase metade da oferta de milho de outros estados.

Pelo lado da demanda, observou-se que, do total do valor ofertado de milho, 75,96% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses, 21,35% foi consumido pelas famílias e 3,14% foi exportado para os demais estados brasileiros.

Enquanto a oferta de feijão do Ceará, 97,81% do valor foi produzido internamente e apenas 2,19% do valor ofertado veio de outros estados da Federação brasileira, indicando que praticamente o valor do feijão ofertado pelo estado do Ceará é produzido internamente.

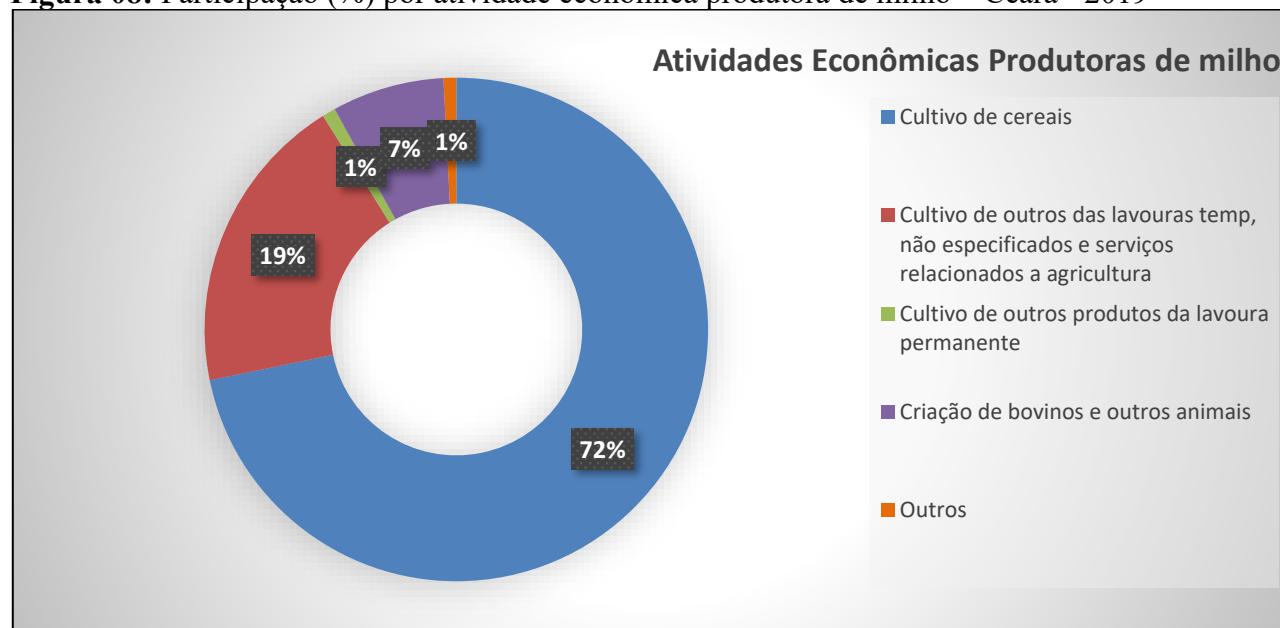
Pelo lado da demanda de feijão 17,57% foi consumida pelas atividades produtivas. As famílias demandam 80,88% do valor da produção, apenas 0,17% foram exportados pelo Ceará para outros estados, 0,99% como variação de estoque e 0,38% absorvida pela administração pública.

Tabela 02: Participação (%) da oferta e da demanda de milho e feijão Ceará - 2019.

Grãos - milho		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	51,29
	Importação de outras UFs	48,71
	Importação do resto do mundo	-
DEMANDA	Consumo das atividades	75,96
	Consumo das famílias	21,35
	Exportação para demais UFs	3,14
	Exportação para o resto do mundo	-
	Variação de estoque	-0,46

Feijão		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	97,81
	Importação de outras UFs	2,19
	Importação do resto do mundo	-
DEMANDA	Consumo das atividades	17,57
	Consumo das famílias	80,88
	Exportação para demais UFs	0,17
	Exportação para o resto do mundo	
	Variação de estoque	0,99
Consumo da Adm. Pública		0,38

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019.

Figura 08: Participação (%) por atividade econômica produtora de milho – Ceará - 2019

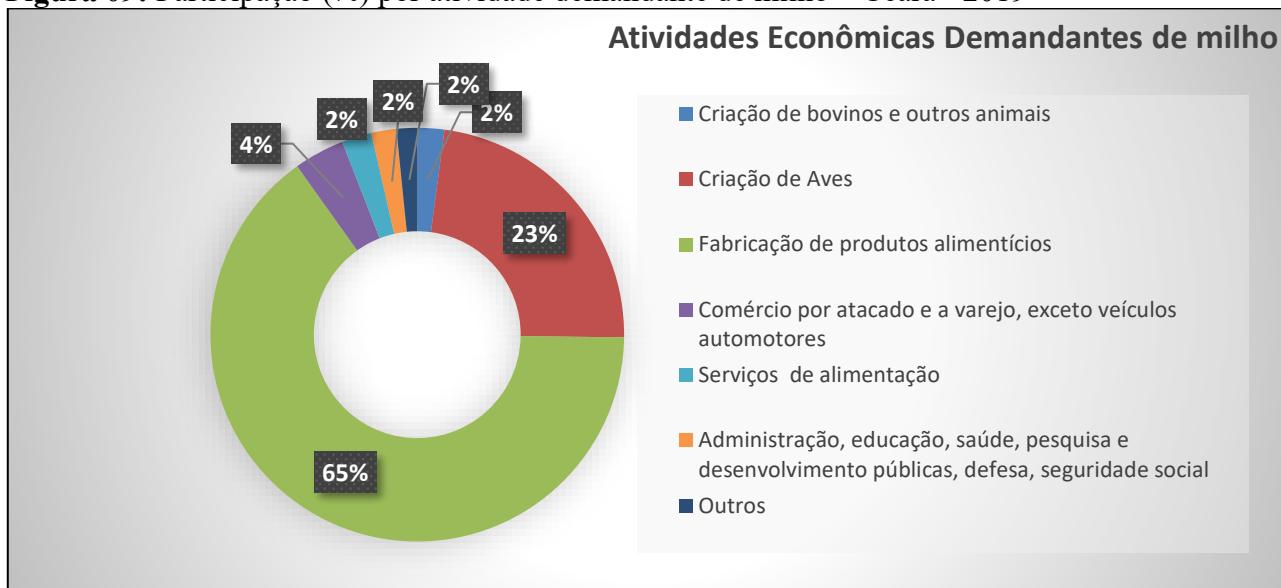
Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Ao detalhar a produção de milho por atividade econômica, verificou-se que 72% é produzida pela atividade de cereais, 19% de cultivo de outros das lavouras temporárias e 7% da atividade de

criação de bovino, para citar os mais importantes. Esses três tipos de estabelecimentos representam 98% da produção de milho do Ceará (Figura 08).

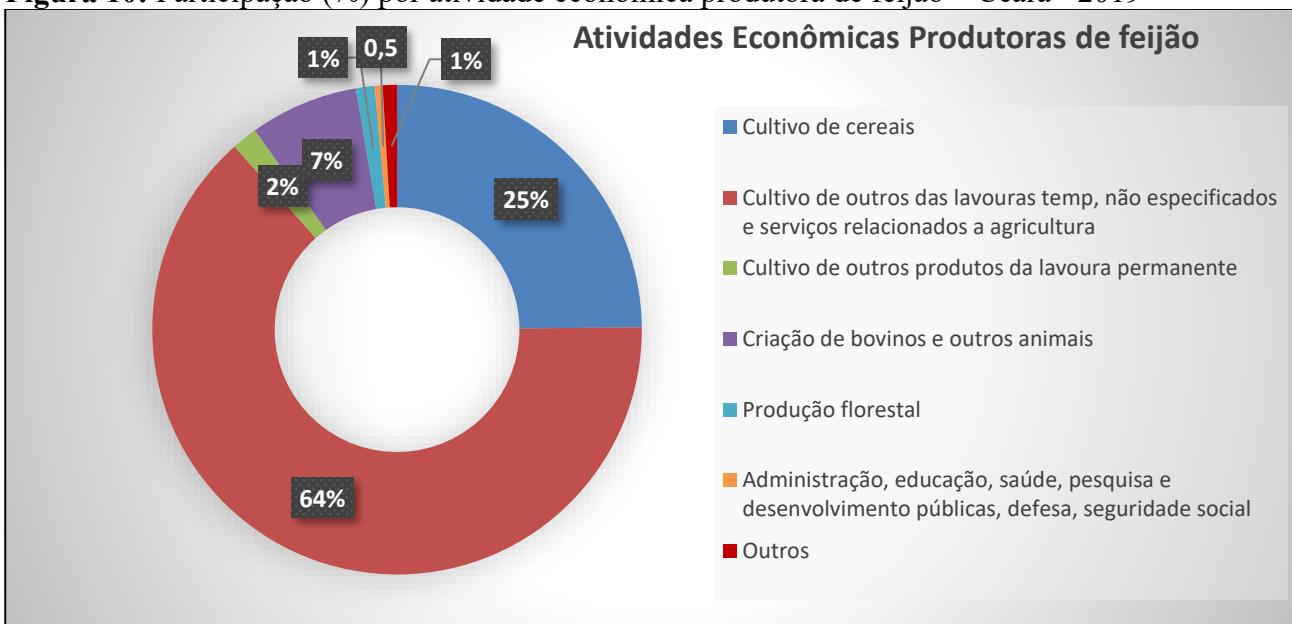
Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda milho é Fabricação de produtos alimentícios (65%), seguida se criação de aves (23%). As demais são: Comércio por atacado e varejo (4%), criação de bovino (2%), Serviço de alimentação (2%) e Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento (2%).

Figura 09: Participação (%) por atividade demandante de milho – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Figura 10: Participação (%) por atividade econômica produtora de feijão – Ceará - 2019

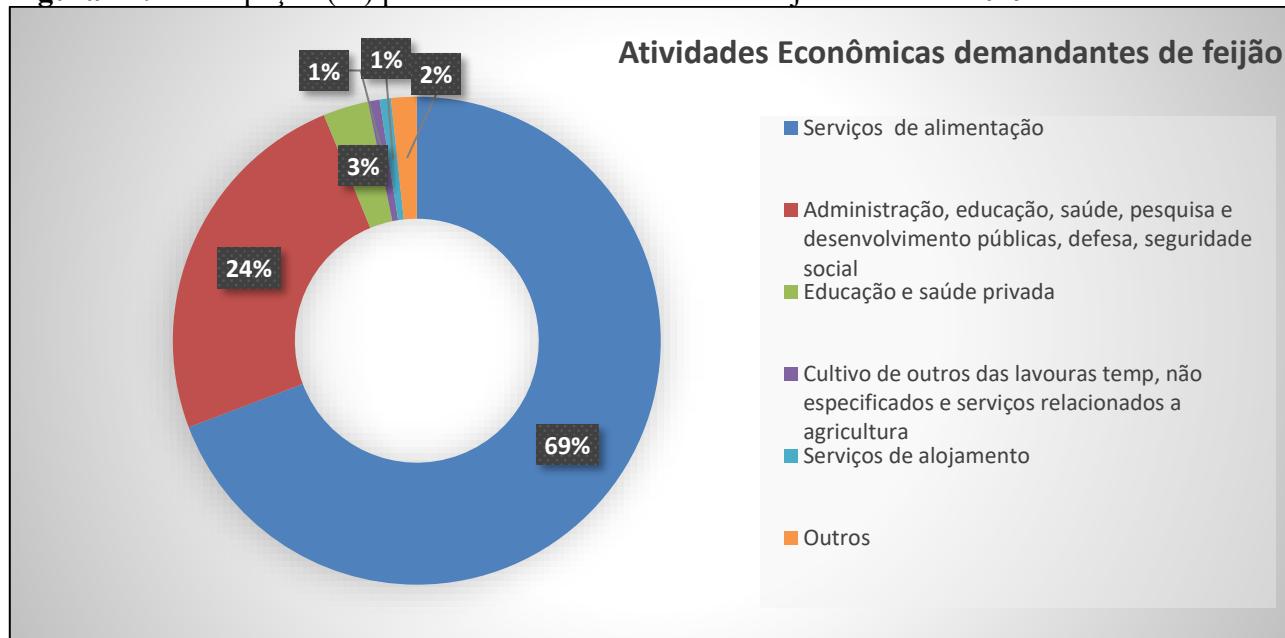


Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Quanto à produção de feijão por atividade econômica, observou-se pela TRU do Ceará que 64% é produzida pelo cultivo de outros das lavouras temporárias, 25% pela atividade cultivo de cerais e 7% por criação de bovino, citando apenas as mais importantes (Figura 10).

A demanda de feijão por atividade econômica apresenta uma distribuição bastante concentrada em duas atividades, sendo elas, serviços de alimentação (69%) e Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento público, defesa, segurança social (24%). Com menor participação vem Educação e saúde privada (3%), cultivo de outros das lavouras temporárias (0,8%) e Serviços de alojamento (0,7%).

Figura 11: Participação (%) por atividade demandante de feijão – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.2. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA FRUTICULTURA

I. Elo da produção do Milho e Feijão

O elo de produção da cadeia produtiva de frutas no Estado do Ceará insere-se em um contexto mais amplo da fruticultura brasileira, atividade de elevado valor socioeconômico e crescente relevância no mercado internacional. O Brasil ocupa a terceira posição no ranking mundial de produção de frutas, atrás apenas da China e da Índia, com predominância da destinação ao mercado interno, que absorve cerca de 98% da produção nacional, enquanto apenas 2% são direcionados à exportação, concentradas em poucas culturas como uva, manga, mamão, melão e banana (Sebrae, 2024).

As condições edafoclimáticas favoráveis e a diversidade de biomas permitem ao Brasil produzir uma ampla variedade de frutas ao longo de todo o ano, o que tem impulsionado ganhos de escala, especialização produtiva e ampliação do potencial competitivo do setor.

No entanto, a fruticultura brasileira apresenta especificidades que afetam sua dinâmica competitiva, como a forte presença da agricultura familiar, elevada intensidade de trabalho, sazonalidade da produção, flutuações de preços e dependência dos canais de distribuição, características que demandam políticas públicas de caráter sistêmico e integrado, voltadas à articulação entre os agentes da cadeia produtiva.

Neste estudo, o foco sobre o elo de produção de frutas da fruticultura do estado do Ceará, concentrou-se nas culturas da banana, coco-da-baía, maracujá e melão, selecionadas por sua importância econômica e social para o Estado.

A Região Nordeste lidera a produção nacional dessas culturas, respondendo por mais da metade da quantidade produzida e da área plantada, evidenciando a relevância regional do segmento, mesmo em um contexto de restrições climáticas. O desenvolvimento de sistemas de irrigação adaptados à realidade do semiárido permitiu a consolidação de polos produtivos no Nordeste, como o Vale do São Francisco, Mossoró (RN) e áreas estratégicas do Ceará, sobretudo para coco-da-baía, banana e maracujá, além do melão em áreas específicas.

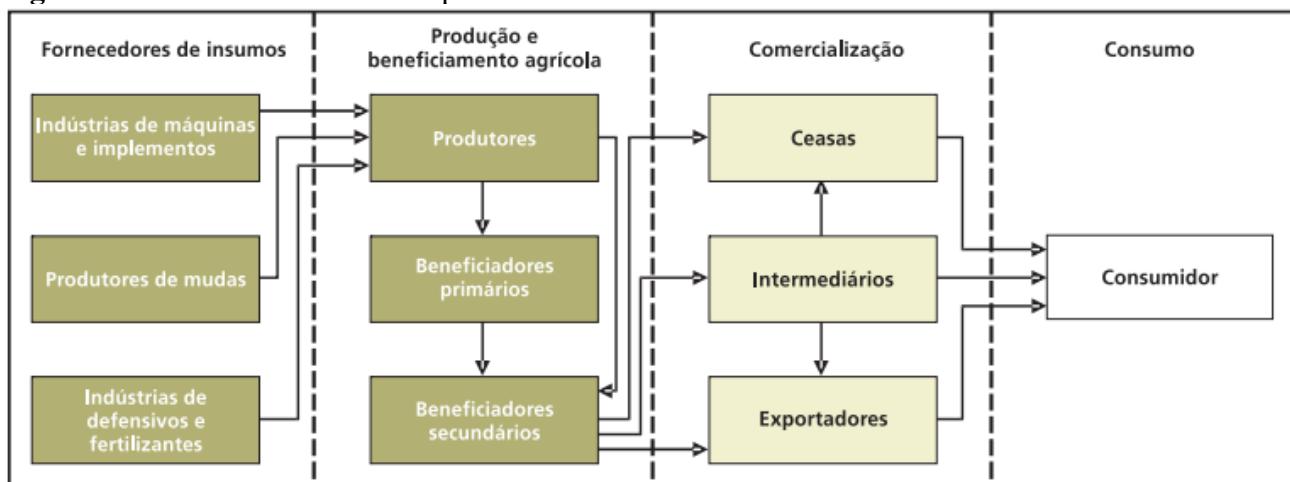
No âmbito estadual, o coco-da-baía destaca-se como a cultura de maior crescimento em volume produzido entre 2010 e 2023, consolidando o Ceará como o maior produtor nacional em área, quantidade e valor da produção. A banana e o maracujá mantiveram relativa estabilidade produtiva ao longo do período, enquanto o melão apresentou retração, associada, entre outros fatores, à redução de investimentos e à interrupção de plantios por grandes produtores durante o período de seca prolongada entre 2013 e 2017.

A análise do desempenho produtivo evidencia que o elo de produção é fortemente condicionado pela disponibilidade hídrica, especialmente para culturas predominantemente irrigadas, como o melão e o maracujá, que foram as mais impactadas durante os anos de estiagem severa. Em termos de valor da produção, banana e maracujá apresentaram crescimento expressivo ao longo da série histórica, superando R\$ 620 milhões em 2023, o que reforça sua relevância econômica no agronegócio cearense. O rendimento agrícola revela diferenças significativas entre as culturas, com o melão apresentando os maiores rendimentos por hectare, seguido pelo maracujá, enquanto coco-da-baía e banana registraram ganhos graduais de produtividade ao longo do tempo.

A produção frutícola no Ceará apresenta elevada concentração espacial, sobretudo para maracujá e melão, enquanto banana e coco-da-baía distribuem-se por um conjunto maior de municípios, contribuindo para uma melhor dispersão da renda no território estadual. Esse padrão reforça o papel estratégico do elo de produção da fruticultura na geração de emprego, renda e dinamização econômica regional, além de evidenciar a necessidade de políticas integradas de gestão produtiva e de recursos hídricos para garantir a sustentabilidade do setor no semiárido cearense.

No que se refere a estrutura da cadeia produtiva de frutas do Ceará, conforme representada na Figura 12, organiza-se de forma sequencial e interdependente, abrangendo desde o fornecimento de insumos até o consumo final, refletindo um arranjo produtivo típico de cadeias agroindustriais modernas.

Figura 12: Estrutura da cadeia de produtiva de frutas



Fonte: Elaboração própria a partir de Marino e Mendes (2001)

No primeiro elo situam-se os fornecedores de insumos, compostos principalmente pelas indústrias de máquinas e implementos agrícolas, produtores de mudas e indústrias de defensivos e fertilizantes. Esse segmento é responsável por prover os fatores produtivos essenciais à fruticultura, incorporando tecnologia, inovação genética, mecanização e insumos químicos que condicionam diretamente a produtividade, a eficiência do uso da água e a qualidade da produção agrícola. No contexto cearense, esse elo assume papel estratégico, sobretudo em regiões irrigadas, onde o uso intensivo de tecnologia é determinante para a viabilidade econômica da atividade em ambiente semiárido (Marino; Mendes, 2001; Guilhoto, 2011).

O segundo segmento da cadeia corresponde à produção e beneficiamento agrícola, tendo como núcleo os produtores rurais, que realizam o cultivo propriamente dito, seguidos pelos beneficiadores primários e secundários. Os produtores são responsáveis pelas etapas de plantio, manejo, irrigação e colheita, caracterizando-se, no Ceará, por uma combinação de médios e grandes empreendimentos empresariais, especialmente na fruticultura voltada à exportação, e por produtores de menor escala voltados ao mercado interno. O beneficiamento primário envolve operações como seleção, limpeza e classificação dos frutos, enquanto o beneficiamento secundário agrega valor por meio de processos como embalagem, processamento mínimo ou transformação industrial. Esses elos ampliam a vida útil dos produtos, reduzem perdas pós-colheita e elevam o valor agregado, fortalecendo os encadeamentos produtivos a jusante e a competitividade da fruticultura cearense nos mercados nacional e internacional (Batalha, 2012; Castro et al., 2018).

O terceiro segmento refere-se à comercialização, estruturado em torno das Ceasas, intermediários e exportadores, que fazem a ponte entre a produção e o consumo final. As Ceasas desempenham papel central no abastecimento do mercado interno, articulando produtores, atacadistas e varejistas, enquanto os intermediários organizam a logística, o armazenamento e a distribuição, tanto para o mercado doméstico quanto para o externo.

Os exportadores, por sua vez, conectam a fruticultura cearense aos mercados internacionais, exigindo padrões rigorosos de qualidade, rastreabilidade e sustentabilidade, o que retroalimenta a modernização dos elos anteriores da cadeia. Por fim, o consumidor representa o destino final do fluxo produtivo, sendo atendido por canais diversos, internos e externos.

De forma integrada, essa estrutura evidencia a relevância econômica da cadeia de frutas no Ceará, marcada por fortes encadeamentos intersetoriais, elevada intensidade no uso de água e capacidade de geração de renda, emprego e divisas, conforme destacado na literatura sobre cadeias agroindustriais e análise insumo-produto aplicada ao agronegócio (Marino; Mendes, 2001; Guilhoto, 2011; Batalha, 2012).

A análise da produção das frutas banana, coco-da-baía, maracujá e melão no Ceará, no período de 2010 a 2023, evidencia trajetórias distintas entre as culturas, refletindo diferenças tecnológicas, regionais e de dependência hídrica. O coco-da-baía destacou-se como a cultura com maior crescimento em volume físico, praticamente dobrando sua produção ao longo da série, impulsionado pela expansão da área cultivada e por ganhos de produtividade, sobretudo no litoral cearense. A banana e o maracujá apresentaram maior estabilidade produtiva, mantendo volumes relativamente constantes, enquanto o melão registrou trajetória de retração, com queda significativa da produção, associada à reestruturação empresarial e à elevada sensibilidade da cultura às restrições hídricas, especialmente em sistemas altamente dependentes de irrigação (IBGE, 2024).

O impacto da seca prolongada entre 2013 e 2017 foi determinante para a dinâmica produtiva das quatro culturas analisadas, com efeitos mais severos sobre melão e maracujá, cuja produção ocorre quase integralmente sob irrigação. A interrupção do plantio por grandes empresas produtoras de melão contribuiu para a forte redução do volume produzido, enquanto banana e coco-da-baía apresentaram maior resiliência relativa, com quedas mais moderadas. Do ponto de vista do valor da produção, observa-se que o melão apresentou estagnação em termos nominais ao longo da série, ao passo que banana e maracujá registraram crescimento expressivo, consolidando-se como culturas de maior relevância econômica no setor agropecuário cearense, ambas superando R\$ 620 milhões em valor de produção em 2023 (IBGE, 2024).

A análise dos rendimentos evidencia ganhos importantes de eficiência produtiva, sobretudo no coco-da-baía, cujo rendimento médio duplicou no período analisado, indicando avanços

tecnológicos e melhorias no manejo. O melão manteve os maiores rendimentos médios por hectare ao longo da série, apesar da retração produtiva, refletindo seu elevado nível tecnológico. O maracujá apresentou desempenho expressivo em anos específicos, enquanto a banana registrou crescimento mais moderado de produtividade.

No recorte espacial, observa-se forte concentração da produção de maracujá e melão em poucos municípios, contrastando com a maior dispersão territorial da banana e do coco-da-baía. Essa configuração espacial contribui para uma distribuição regional diferenciada da renda agrícola no Ceará, reforçando o papel estratégico da fruticultura tanto na dinamização econômica regional quanto na geração de encadeamentos produtivos associados ao uso intensivo de recursos hídricos (IBGE, 2024; Guilhoto, 2011).

II. A relação da Cadeia do Frutas Cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

Para analisar como se dá a oferta e demanda cadeia de frutas (banana, coco-da-baía, maracujá e melão) do Ceará, utilizou-se a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019. Verificou-se que 95,56% do valor da oferta de frutas se deu pela própria produção interna, 3,59% veio da importação de estados brasileiros e apenas 0,85% de importação do resto mundo. Essa informação mostra que o Ceará produz, em quase sua totalidade, as frutas consumidas no estado do Ceará.

Pelo lado da demanda, observou-se que, do total do valor ofertado de frutas, apenas 12,58% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses, ou seja, esse percentual corresponde ao uso de frutas como consumo intermediário. Enquanto que 75,73% das frutas são consumidas pelas famílias, 9,74% foram exportadas para os outros estados brasileiros, 1,12% exportados para o resto do mundo e 0,82% virou formação bruta de capital fixo.

Outa forma de olhar a cadeia de frutas, foi analisar a oferta e demanda d/e conservas e sucos. Sendo assim, 66,95% do valor da oferta de conservas e sucos de frutas do Ceará foi produzido internamente, 31,32% do valor ofertado veio de outros estados da Federação brasileira e 1,73% veio da importação do restante do mundo.

Pelo lado da demanda de conservas e sucos de frutas, 8,15% foi consumida pelas atividades produtivas. As famílias demandam 45,53% do valor da produção, 22,87% foram exportados pelo Ceará para outros estados, 23,27% foram exportados para o resto do mundo e como variação de estoque ficou 0,18% (Tabela 03).

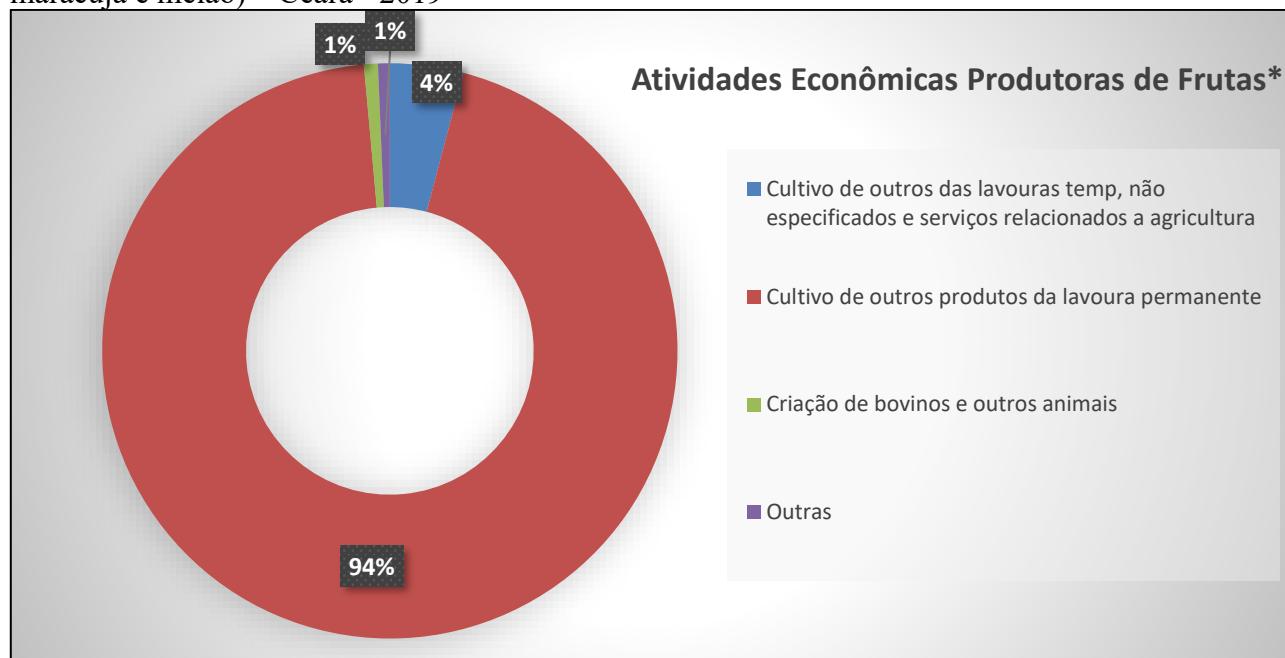
Tabela 03: Participação (%) da oferta e da demanda de Frutas (banana, coco-da-baía, maracujá e melão) - Ceará - 2019

Frutas (melão, banana, maracujá, coco-da-baía)		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	95,56
	Importação de outras UFs	3,59
	Importação do resto do mundo	0,85
DEMANDA	Consumo das atividades	12,58
	Consumo das famílias	75,73
	Exportação para demais UFs	9,74
	Exportação para o resto do mundo	1,12
	Variação de estoque	
	Formação Bruta de Capital Fixo	0,82
	Conservas e Sucos	
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	66,95
	Importação de outras UFs	31,32
	Importação do resto do mundo	1,73
DEMANDA	Consumo das atividades	8,15
	Consumo das famílias	45,53
	Exportação para demais UFs	22,87
	Exportação para o resto do mundo	23,27
	Variação de estoque	0,18
	Consumo da Adm Pública	

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Do valor da produção de frutas, 95% é gerada pelo cultivo de outros da lavoura permanente, 4% do valor é produzido pelo cultivo de outros das lavouras temporárias e 1% pela criação de bovino. Esses três tipos de estabelecimentos representam 99% do valor da produção de frutas do Ceará (Figura 13).

Figura 13: Participação (%) por atividade econômica produtora de Frutas (banana, coco-da-baía, maracujá e melão) – Ceará - 2019

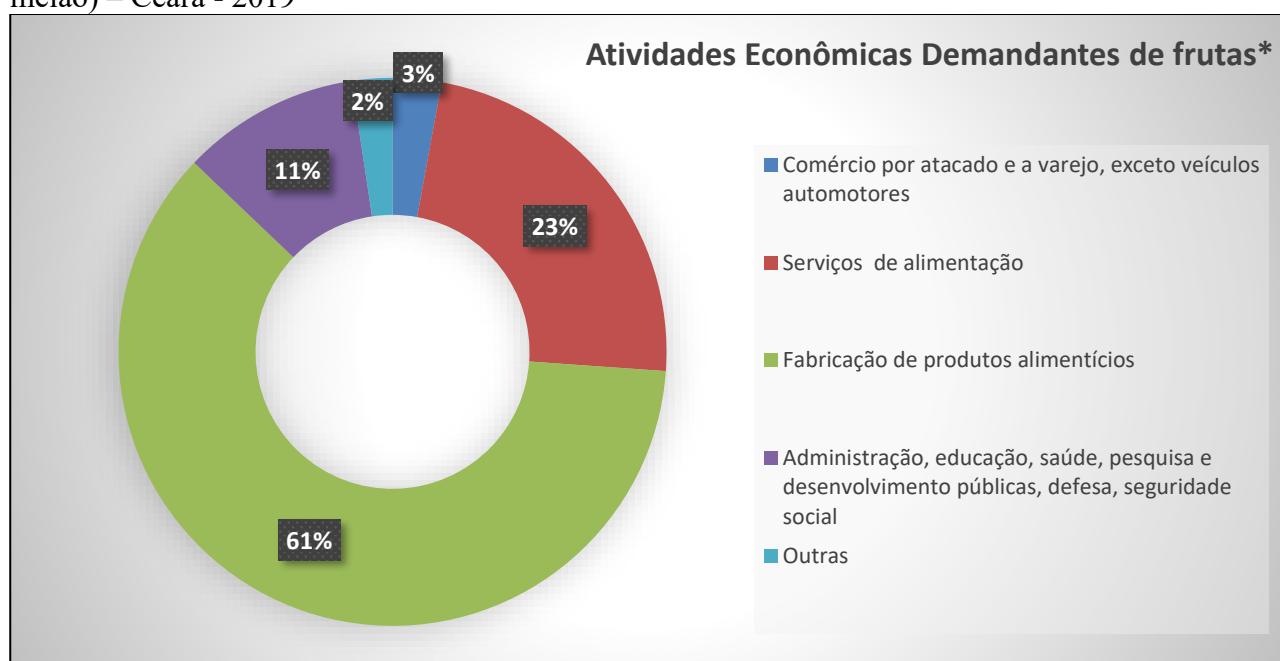


Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

*as frutas são banana, coco-da-baía, maracujá e melão.

Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda frutas é Fabricação de produtos alimentícios (61%), seguida de Serviços de alimentação (23%). Destaca a demanda da atividade Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento público com 11%. As demais são: Comércio por atacado e varejo (3%), e outras atividades (2%).

Figura 14: Participação (%) por atividade demandante de Frutas (banana, coco-da-baía, maracujá e melão) – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

*as frutas são banana, coco-da-baía, maracujá e melão.

Quanto ao valor da produção de conservas de frutas por atividade econômica, observou-se que 99,3% é produzida pela fabricação de produtos alimentícios. Apenas 0,3% do valor da produção vem de cultivo de outros da lavoura permanente e 0,3% de outras atividades.

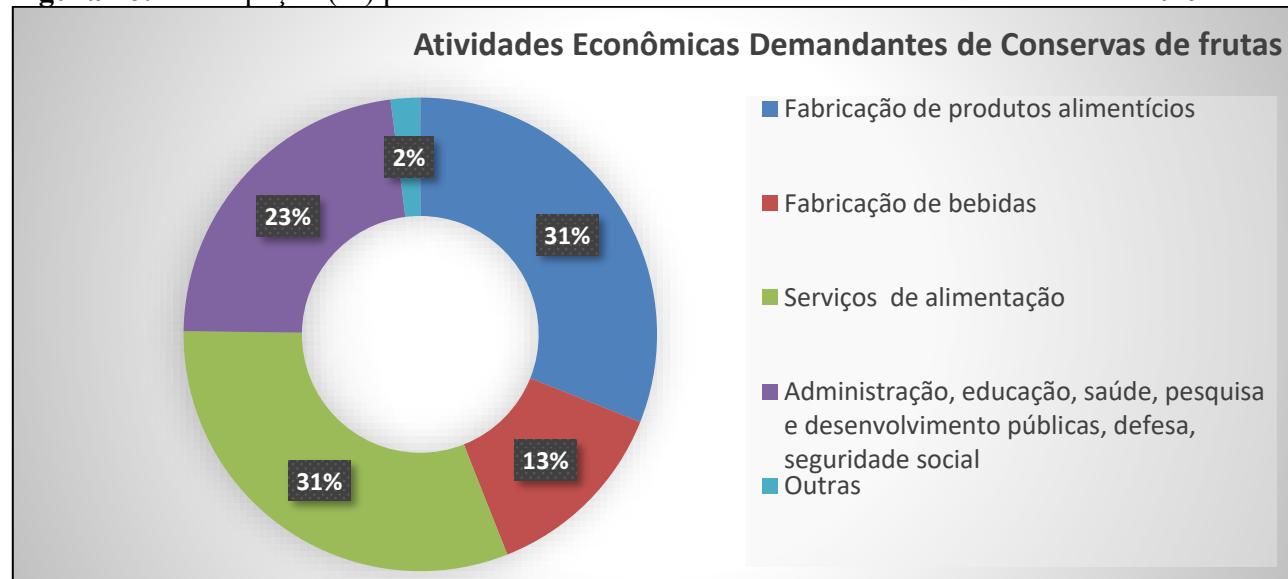
Figura 15: Participação (%) por atividade econômica produtora de Conserva de Frutas – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

A demanda de conserva e sucos de frutas por atividade econômica apresenta uma distribuição bastante desconcentrada, sendo 31% em fabricação de produtos alimentícios, 31% demanda por serviços de alimentação, 23% por Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento público. Com menor participação vem fabricação de bebidas com 13%.

Figura 16: Participação (%) por atividade demandante de Conserva de Frutas – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.3. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA CAJUCULTURA

I. Elo da produção da cajucultura

O elo de produção da cajucultura no estado do Ceará constitui a base estruturante de uma das mais relevantes cadeias produtivas do agronegócio nordestino, tanto pelo volume de produção quanto pelo seu papel socioeconômico no meio rural. A cultura do cajueiro gera dois produtos principais: a castanha, que corresponde ao verdadeiro fruto e concentra o maior valor econômico da cadeia, e o pedúnculo ou pseudofruto, caracterizado por elevada perecibilidade, mas com amplo potencial agroindustrial.

A castanha apresenta estrutura anatômica complexa, composta por epicarpo coriáceo, mesocarpo alveolar contendo o líquido da castanha de caju (LCC) e endocarpo rígido que protege a amêndoas, elemento central do processo de beneficiamento e principal item de exportação. O pedúnculo, por sua vez, apresenta grande variabilidade de peso, tamanho e coloração, sendo rico em açúcares, fibras e vitamina C, o que reforça sua importância nutricional e industrial, ainda que historicamente subaproveitada (LEITE, 1994; OLIVEIRA, 2009).

No Ceará, a produção de castanha de caju assume caráter estratégico por ocorrer predominantemente no período de setembro a janeiro, coincidindo com a entressafra de culturas tradicionais como milho e feijão, o que garante fluxo de renda, ocupação da mão de obra rural e redução do êxodo rural, sobretudo no semiárido. Dados da Produção Agrícola Municipal indicam que mais de 99% da área nacional de cajueiro está concentrada no Nordeste, com o Ceará liderando de forma expressiva, respondendo por 63,2% da área colhida e cerca de metade do valor e da quantidade produzida no país em 2023.

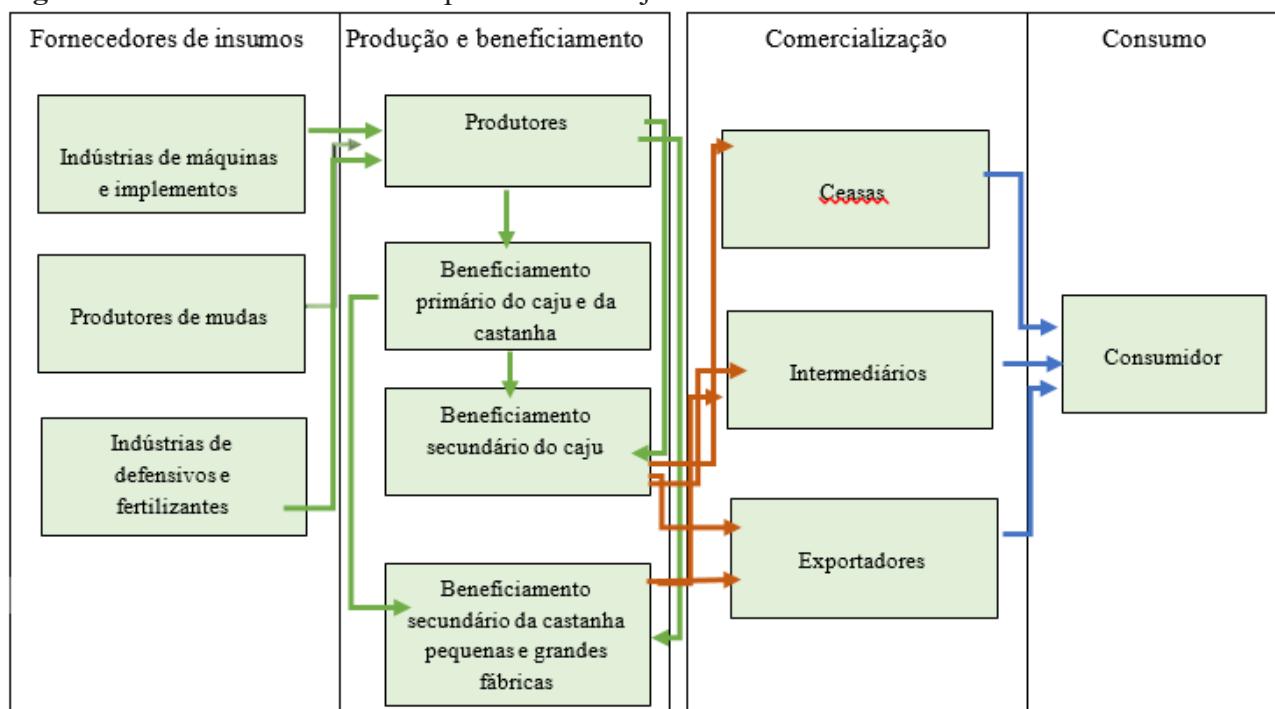
Apesar da relativa estabilidade da área colhida entre 2019 e 2023, a produção apresentou elevada variabilidade ao longo da série histórica, fortemente condicionada à irregularidade climática. O período de seca prolongada entre 2012 e 2016 resultou em forte retração produtiva, evidenciando a elevada dependência da cajucultura em relação às condições hídricas, ainda que se trate de uma cultura adaptada ao semiárido (IBGE, 2023).

A análise do desempenho produtivo do Ceará revela que a produção de castanha atingiu picos expressivos em anos de quadras chuvosas favoráveis, como em 2011 e 2022, contrastando com quedas acentuadas em anos de estiagem severa. Essa oscilação impacta diretamente o valor da produção, uma vez que períodos de menor oferta tendem a elevar os preços da castanha, fenômeno observado ao longo da série, culminando no maior valor nominal registrado em 2023.

O rendimento médio por hectare reforça essa dinâmica, com ganhos significativos em anos recentes, indicando avanços tecnológicos, melhoria no manejo e renovação parcial dos pomares.

Espacialmente, a produção encontra-se amplamente distribuída pelo território cearense, com destaque para municípios como Beberibe, Bela Cruz, Ocara e Alto Santo, que concentram parcela relevante da produção estadual, sem descharacterizar a capilaridade da cultura, presente em mais de 150 municípios. Esse padrão territorial, associado à forte inserção da castanha de caju no comércio exterior, historicamente entre os principais produtos exportados do estado consolida o elo produtivo da cajucultura como elemento-chave da economia rural cearense, com elevado potencial de geração de renda, agregação de valor e fortalecimento das agroindústrias associadas (PAULA PESSOA; LEITE, 1994; CENTEC, 2006; FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006; OLIVEIRA, 2009; COMEXSTAT, 2023).

Figura 17: Estrutura da cadeia de produtiva da cajucultura



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

A cadeia produtiva da cajucultura no estado do Ceará apresenta uma estrutura articulada e multifásica, iniciando-se no elo de fornecimento de insumos e se estendendo até o consumo final, conforme evidenciado na estrutura apresentada. O primeiro elo é constituído pelos fornecedores de insumos, que englobam as indústrias de máquinas e implementos agrícolas, os produtores de mudas e as indústrias de defensivos e fertilizantes. Esse segmento é responsável por prover os meios técnicos necessários à implantação, condução e manutenção dos pomares de cajueiro, incluindo mecanização, material genético, insumos químicos e biológicos. No contexto cearense, esse elo assume importância estratégica diante das condições edafoclimáticas do semiárido, exigindo tecnologias adaptadas à irregularidade hídrica, à baixa fertilidade natural dos solos e à necessidade de maior eficiência produtiva, sobretudo em áreas de sequeiro (LEITE, 1994; CENTEC, 2006).

O elo central da cadeia corresponde à produção e ao beneficiamento, no qual se concentram os produtores rurais e as unidades agroindustriais. A produção primária é realizada majoritariamente por agricultores familiares e médios produtores, distribuídos em grande parte do território cearense, o que confere à cajucultura elevada capilaridade espacial e relevância socioeconômica. A partir da colheita, o caju pode seguir distintos fluxos produtivos. O beneficiamento primário envolve operações iniciais sobre o pedúnculo e a castanha, como a separação, a secagem e o preparo para processamento. Em seguida, o beneficiamento secundário do caju concentra-se na transformação do pedúnculo, originando produtos como sucos, polpas, doces e cajuína, enquanto o beneficiamento secundário da castanha ocorre em pequenas e grandes fábricas, com foco na obtenção da amêndoia de castanha de caju (ACC) e de subprodutos como o líquido da castanha de caju (LCC), a casca e a película rica em tanino. Nesse elo, destaca-se a coexistência de unidades industriais de diferentes escalas, refletindo a heterogeneidade produtiva e tecnológica da cadeia no Ceará (PAULA PESSOA; LEITE, 1998; FIGUEIRÊDO JÚNIOR, 2006).

O elo de comercialização conecta a produção e o beneficiamento aos mercados consumidores, sendo estruturado a partir de três canais principais: as Centrais de Abastecimento (Ceasas), os intermediários e os exportadores. As Ceasas desempenham papel relevante na distribuição do caju de mesa e de derivados do pedúnculo para o mercado interno, enquanto os intermediários atuam como agentes de ligação entre produtores, agroindústrias e varejo, sobretudo em regiões com menor organização logística. Já os exportadores constituem um segmento estratégico da cadeia, especialmente no caso da castanha de caju beneficiada, cuja amêndoia é destinada majoritariamente a mercados externos de maior poder aquisitivo, como Estados Unidos e países europeus. Esse elo evidencia a forte inserção da cajucultura cearense no comércio exterior e sua importância na pauta exportadora estadual, ainda que sujeita a oscilações decorrentes de variações produtivas e climáticas (OLIVEIRA, 2009; COMEXSTAT, 2023).

Por fim, o elo do consumo representa o destino final dos produtos da cadeia, abrangendo tanto o consumo doméstico quanto o internacional. O consumidor absorve uma ampla diversidade de produtos, que vão desde o caju in natura até derivados industriais do pedúnculo e da castanha, com destaque para a amêndoia, de elevado valor agregado. A estrutura da cadeia produtiva da cajucultura no Ceará revela, portanto, um sistema integrado, com intensos encadeamentos a montante e a jusante, elevada capacidade de geração de emprego e renda no meio rural e forte dependência das condições climáticas. Essa configuração reforça a necessidade de políticas públicas e estratégias de planejamento que promovam ganhos de produtividade, redução de perdas, especialmente do pedúnculo e maior agregação de valor ao longo da cadeia, fortalecendo sua sustentabilidade econômica, social e ambiental (LEITE, 1994; CENTEC, 2006; IBGE, 2023).

II. A relação da cadeia do milho e feijão cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

Para analisar a relação da cadeia produtiva da castanha de caju, utilizou-se a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019. Verificou-se que 88,01% da oferta da castanha de caju se deu pela própria produção interna, 8,55% veio da importação de estados brasileiros e 3,44% da importação do resto do mundo. Nos anos anteriores, a produção interna de castanha de caju era maior, sendo menos dependente de outros estados brasileiros. Nos últimos anos, o Ceará vem comprando mais castanha do Rio Grande do Norte e Piauí.

Pelo lado da demanda, observou-se que, do total do valor ofertado da castanha de caju, 82,626% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses, 7,64% foi consumo das famílias e 3,14% foi exportado para os demais estados brasileiros, 0,01% exportado para o resto do mundo e 0,43% ficou como formação bruta de capital fixo.

Tabela 04: Participação (%) da oferta e da demanda de Frutas (banana, coco-da-baía, maracujá e melão) - Ceará - 2019.

Cajucultura		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	88,01
	Importação de outras UFs	8,55
	Importação do resto do mundo	3,44
DEMANDA	Consumo das atividades	82,62
	Consumo das famílias	7,64
	Exportação para demais UFs	9,29
	Exportação para o resto do mundo	0,01
	Variação de estoque	
	Formação Bruta de Capital Fixo	0,43

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Importante ressaltar que pela TRU não foi possível captar a parcela da castanha que é vendida para as fábricas indústrias que processam a castanha de caju. Após o processo de beneficiamento ocorrida nessas fábricas a castanha passa a ser classificada como “outros produtos alimentares”. Dessa forma, não foi possível identificar a demanda da castanha de caju por exportação para o resto do mundo, visto que são a grande parcela das exportações são realizadas por essas empresas.

Ao detalhar a produção de castanha de caju pelas atividades econômicas, verificou-se que 91% é produzida pela atividade cultivo de outros produtos da lavoura permanente, 3% de cultivo de outros das lavouras temporárias e 5% da atividade de criação de bovino, para citar os mais importantes.

Esses três tipos de estabelecimentos representam 99% da produção de castanha de caju do Ceará (Figura 18).

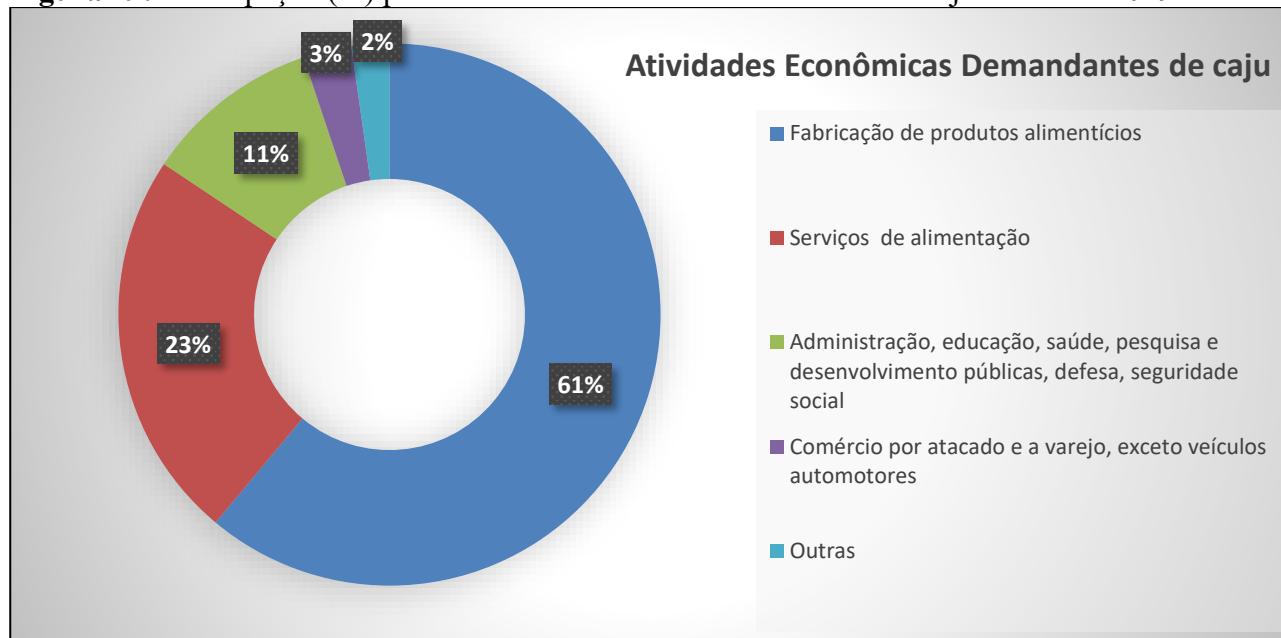
Figura 18: Participação (%) por atividade econômica produtora de Castanha de caju – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda castanha de caju é Fabricação de produtos alimentícios (61%), seguida de Serviços de alimentação (23%). As demais são: Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento (11%) e Comércio por atacado e a varejo (3%).

Figura 19: Participação (%) por atividade demandante de Castanha de caju – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.4. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE

I. Elo da produção da cajucultura

O elo de produção da cadeia produtiva do leite no Estado do Ceará insere-se em um processo histórico de transformação da pecuária leiteira brasileira, marcado por profundas mudanças organizacionais, tecnológicas e mercadológicas ao longo do século XX e início do século XXI. A partir da década de 1990, a ampliação da infraestrutura de transporte, a difusão da mecanização agrícola, a modernização do parque industrial e a maior integração entre os mercados regionais e nacionais favoreceram a estruturação sistêmica do setor, articulando de forma mais eficiente produtores rurais, fornecedores de insumos, indústrias de laticínios e canais de distribuição. Esse movimento consolidou o leite como um dos principais produtos da alimentação brasileira e ampliou sua relevância econômica no Nordeste, inclusive em contextos de semiárido, como o cearense, onde a atividade passou a desempenhar papel estratégico na dinamização do meio rural (Viana; Ferraz, 2007; Veiga et al., 2005).

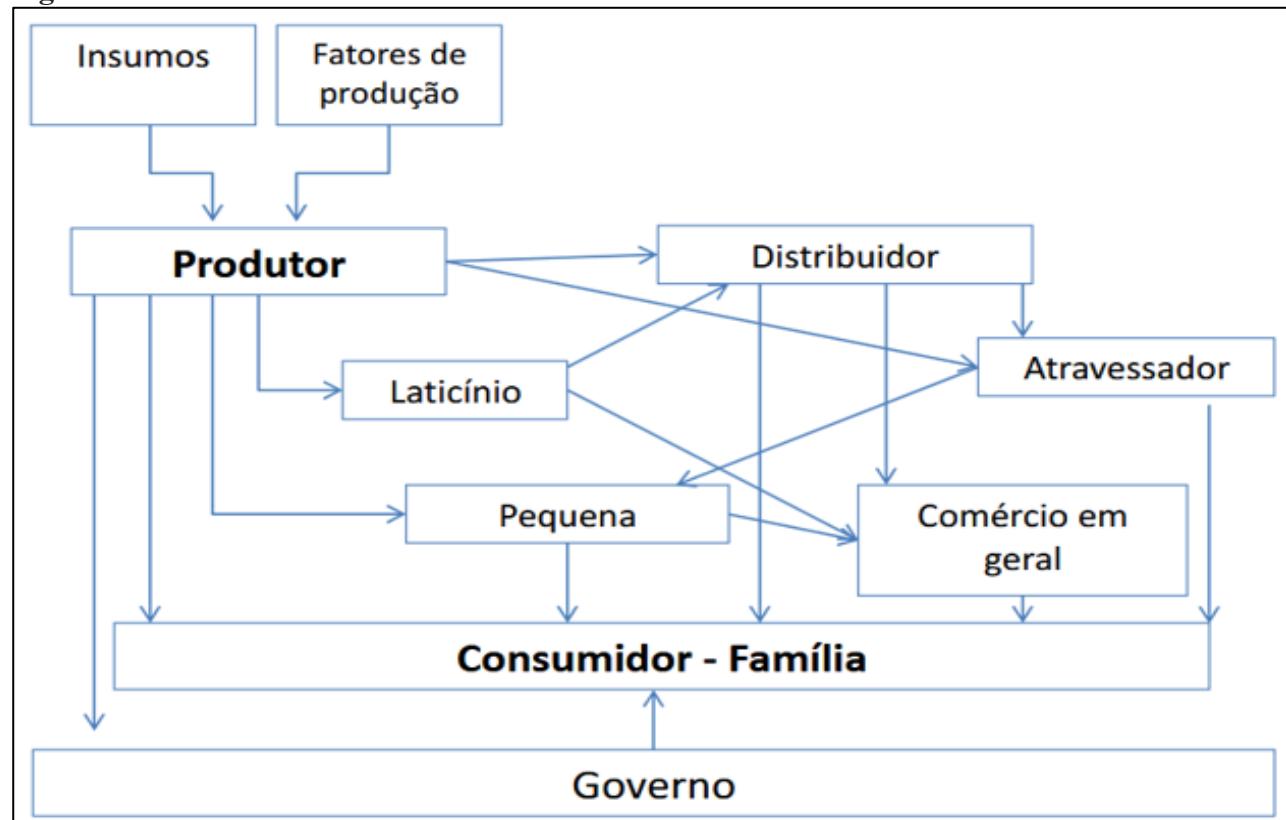
No contexto específico do Ceará, o elo de produção compreende diretamente os produtores rurais e os fatores a montante que condicionam a atividade leiteira, tais como a disponibilidade de insumos agrícolas e zootécnicos, equipamentos de ordenha e resfriamento, manejo nutricional do rebanho, assistência técnica e serviços especializados. Essa etapa caracteriza-se por elevada heterogeneidade estrutural, coexistindo pequenos e médios produtores familiares, predominantes no território estadual, e unidades produtivas mais tecnificadas, especialmente concentradas em polos como o Sertão Central, o Vale do Jaguaribe e o Centro-Sul. A incorporação de inovações produtivas, como o uso de forragens conservadas (silagem e feno), a irrigação de pastagens, o melhoramento genético do rebanho e a adoção de práticas sanitárias mais eficientes, tem contribuído de forma decisiva para o aumento da produtividade e para a redução da vulnerabilidade da produção às oscilações climáticas típicas do semiárido nordestino (IBGE, 2023).

Os indicadores produtivos evidenciam a consolidação e o fortalecimento desse elo nas últimas décadas. A produção de leite no Ceará apresentou crescimento expressivo, passando de aproximadamente 444 milhões de litros em 2010 para mais de 1,13 bilhão de litros em 2023, resultado não apenas do aumento do número de vacas ordenhadas, mas, sobretudo, da significativa elevação da produtividade por animal. Nesse período, a produção média por vaca ordenhada mais que quadruplicou, refletindo ganhos substanciais de eficiência técnica associados à melhoria do manejo, da alimentação e da genética do rebanho. Tal desempenho indica um processo consistente de intensificação produtiva, que permitiu ao estado ampliar sua participação no cenário regional e nacional, mesmo diante das restrições hídricas e climáticas recorrentes (IBGE, PPM, 2023).

Sob a perspectiva socioeconômica e territorial, o elo de produção do leite no Ceará apresenta elevada capilaridade, estando presente nos 184 municípios do estado, com destaque para polos produtivos como Morada Nova, Quixeramobim e Iguatu, que concentram parcela significativa da produção estadual. Essa ampla distribuição espacial reforça a importância da atividade como geradora de emprego, renda e segurança alimentar no meio rural, além de sustentar os elos a jusante da cadeia, especialmente a indústria de laticínios e os serviços de transporte, armazenamento e comercialização. Nesse contexto, políticas públicas de apoio têm desempenhado papel relevante, como a desoneração da cadeia do leite por meio da isenção total ou parcial do ICMS para laticínios e derivados produzidos no estado, condicionada à aquisição de leite de produtores locais. Essa medida contribui para fortalecer a renda dos produtores, especialmente os familiares, ampliar a competitividade do setor e promover maior integração produtiva, consolidando o elo de produção como elemento central para a sustentabilidade e o desenvolvimento do agronegócio leiteiro cearense (Veiga et al., 2005; Viana; Ferraz, 2007).

Entre os elos que compõem a cadeia produtiva do leite a jusante, destaca-se a indústria de processamento de laticínios (pequenas e grandes indústrias) e a prestação de serviços de captação e distribuição dos produtos à rede de comercialização, tendo como alvo o mercado consumidor final (Figura 20).

Figura 20: Cadeia Produtiva do Leite



Fonte: Elaboração própria a partir de VEIGA et al. (2005).

A cadeia produtiva do leite, conforme representada na Figura 20, estrutura-se de forma sistêmica e interdependente, integrando elos a montante, o núcleo produtivo e os elos a jusante, sob influência direta do ambiente institucional. A montante da cadeia situam-se os fornecedores de insumos e fatores de produção, que incluem rações, suplementos minerais, medicamentos veterinários, material genético, máquinas e equipamentos de ordenha, sistemas de resfriamento e demais tecnologias produtivas.

Esses elementos condicionam diretamente o desempenho técnico e econômico da atividade leiteira, influenciando os níveis de produtividade, qualidade do leite e custos de produção. A eficiência desse elo é fundamental para a sustentabilidade do produtor, sobretudo em regiões de maior vulnerabilidade climática, como o semiárido nordestino, onde a gestão alimentar e hídrica do rebanho assume papel estratégico (Veiga et al., 2005).

O elo central da cadeia é representado pelo produtor de leite, responsável pela transformação dos insumos em matéria-prima agropecuária. Esse produtor pode destinar sua produção a diferentes canais, refletindo a diversidade de arranjos produtivos e comerciais existentes. Parte do leite é direcionada diretamente à indústria de laticínios, tanto de pequeno quanto de grande porte, onde ocorre o processamento industrial e a agregação de valor por meio da fabricação de derivados como, leite pasteurizado, queijos, iogurtes, manteiga e leite em pó.

Outra parcela pode ser comercializada por meio de distribuidores e atravessadores, agentes que exercem função relevante na coleta, consolidação de volumes e logística de transporte, especialmente em regiões com elevada dispersão espacial da produção e menor infraestrutura local. Em contextos de menor escala produtiva, observa-se ainda a comercialização direta ou semidireta por pequenas unidades de beneficiamento artesanal ou pelo comércio local, reforçando a importância da produção leiteira para a segurança alimentar das famílias e das economias locais.

A jusante da cadeia produtiva do leite destacam-se a indústria de processamento de laticínios e os serviços de captação, distribuição e comercialização, que conectam a produção primária ao mercado consumidor. Esses elos são responsáveis pela padronização, conservação, transporte e disponibilização dos produtos ao comércio em geral, atendendo tanto ao consumo doméstico quanto a mercados institucionais. O consumidor final, representado majoritariamente pelas famílias, constitui o destino final dos fluxos produtivos e comerciais, sendo o elo que retroalimenta toda a cadeia por meio de suas preferências, renda e padrões de consumo. Transversalmente, o governo atua como agente regulador e indutor, por meio de políticas públicas, instrumentos fiscais, normas sanitárias, crédito rural e programas de apoio à produção e ao consumo, influenciando o funcionamento e a articulação entre os diferentes elos da cadeia, que se configura como um sistema complexo e integrado (Veiga et al., 2005; Viana; Ferraz, 2007).

II. A relação da cadeia do leite cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

Para analisar a relação da cadeia produtiva do leite, utilizou-se a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019. Diante disso, a oferta da produção de leite foi totalmente de produção interna do estado, indicando a autonomia do Ceará na geração de leite. Pelo lado da demanda, verificou-se que, do total do valor da produção de leite produzido pelo Ceará, 55,2% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses e o restante (44,8%) foi consumido pelas próprias famílias.

Enquanto aos laticínios, o leite processado, o estado do Ceará produz internamente 49,47% da oferta e 50,53% do valor ofertado veio de outros estados da Federação brasileira, indicando que praticamente metade do valor do laticínio ofertado pelo estado do Ceará veio de outros estados, indicando que ainda há margem para ampliar a produção de leite do estado do Ceará para abastecer a própria cadeia de laticínios.

Tabela 05: Participação (%) da oferta e da demanda de leite e laticínios, Ceará - 2019.

Leite		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	100,0
	Importação de outras UFs	0,00
	Importação do resto do mundo	0
DEMANDA	Consumo das atividades	55,2
	Consumo das famílias	44,8
	Exportação para demais UFs	0,0
	Exportação para o resto do mundo	0,0
	Variação de estoque	0,0
Laticínios		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	49,47
	Importação de outras UFs	50,53
	Importação do resto do mundo	0
DEMANDA	Consumo das atividades	10,93
	Consumo das famílias	75,32
	Exportação para demais UFs	13,61
	Exportação para o resto do mundo	0,00
	Variação de estoque	0,13

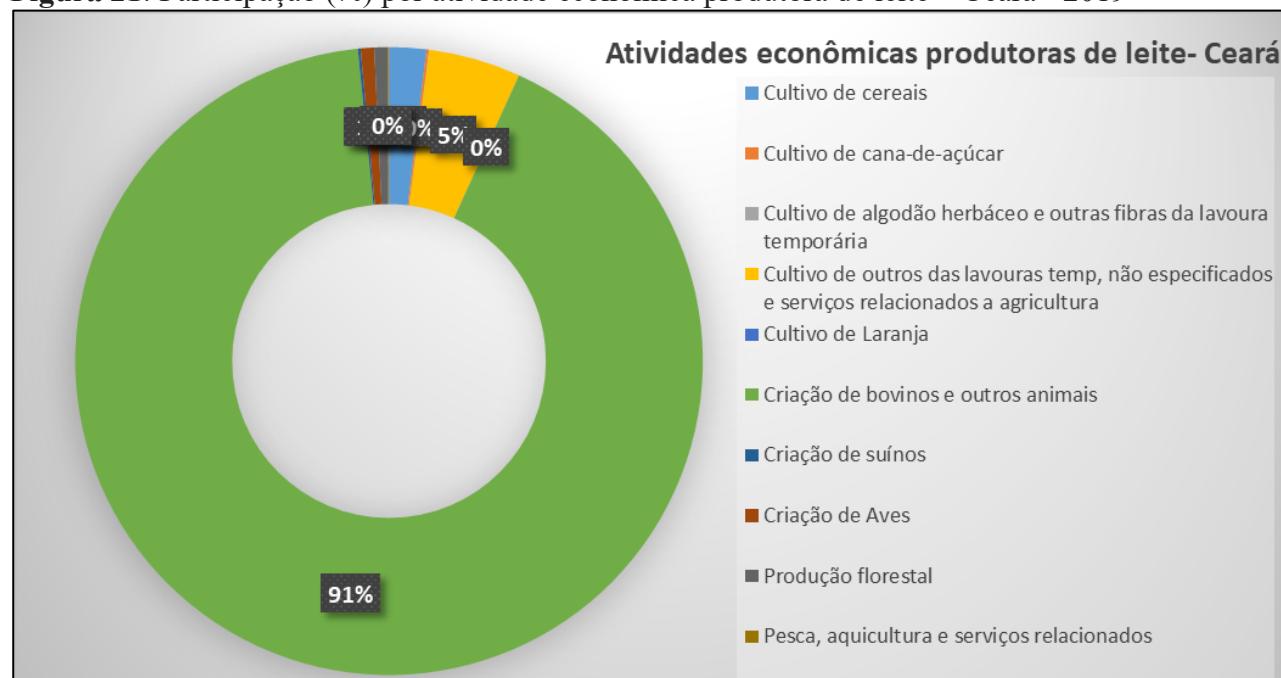
Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda de laticínios, apenas 10,93% é consumida pelas atividades produtivas, ou seja, é utilizada como insumo. As famílias demandam 75,3% do valor da produção, e 13,61% são exportados pelo Ceará para outros estados, e apenas 0,13% são destinados para a variação de estoque.

Ao detalhar a produção de leite por atividade, verificou-se que 91% é produzido pela própria atividade de criação de bovino, 4,75% é gerado pelos estabelecimentos de Cultivo de outras lavouras temporárias e 1,91% é produzido pelos estabelecimentos de Cultivo de cereais.

Esses três tipos de estabelecimentos representam 98,3% da produção de leite do Ceará. O restante (1,7%) fica dividido entre produção florestal (0,7%), criação de aves (0,7%), criação de suínos (0,14%), cultivo de cana-de-açúcar (0,13%), pesca e aquicultura (0,06%), cultivo de algodão (0,01%) e cultivo de laranja (0,01%) (Figura 21).

Figura 21: Participação (%) por atividade econômica produtora de leite – Ceará - 2019



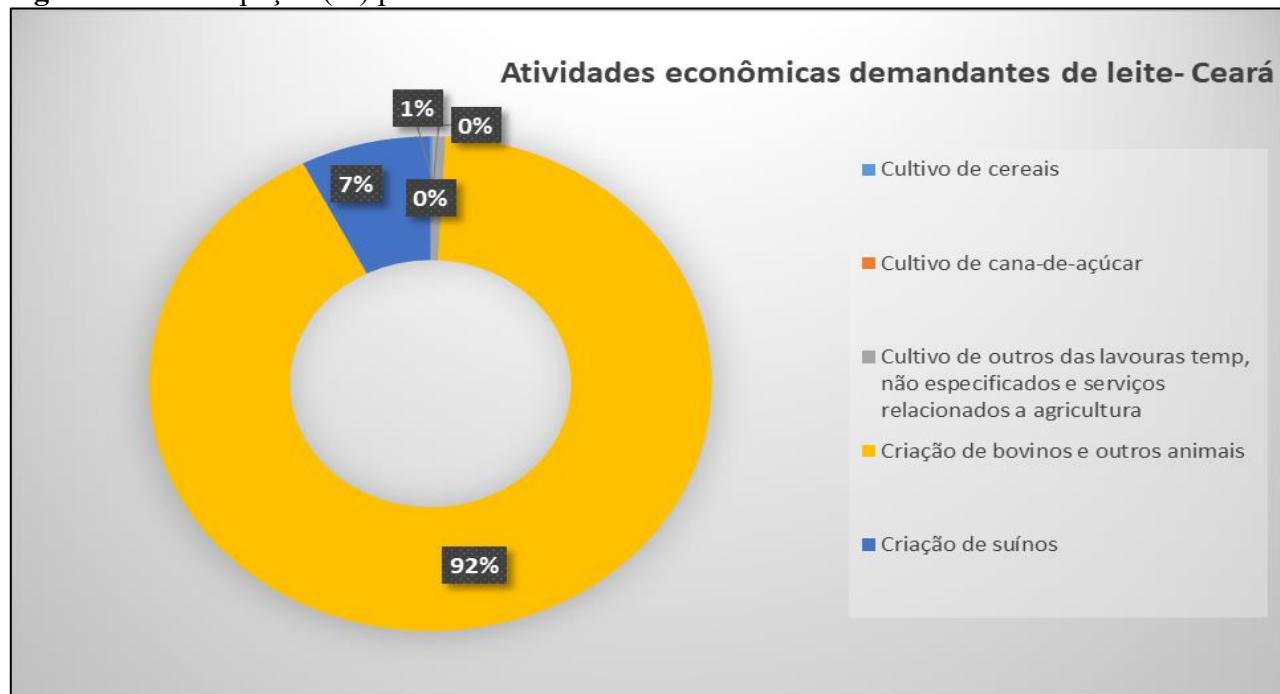
Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Quanto à produção de laticínios por atividade econômica, observou-se pela TRU do Ceará que 90% é produzida pela atividade de fabricação de produtos alimentícios e 9% pela criação de bovinos. O restante produzido pelas atividades criação de suínos (0,6%), Cultivo de outras lavouras temporárias (0,4%), ficando 0,2% para as demais atividades, conforme visto na Figura 22.

Figura 22: Participação (%) por atividade econômica produtora de laticínios – Ceará - 2019

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda, as atividades econômicas demandantes de leites são: Criação de bovinos e outros animais (92%), criação de suínos (7,5%), Cultivo de outras das lavouras temporárias (0,17%), Cultivo de cereais (0,12%) Cultivo de cana-de-açúcar (0,03%).

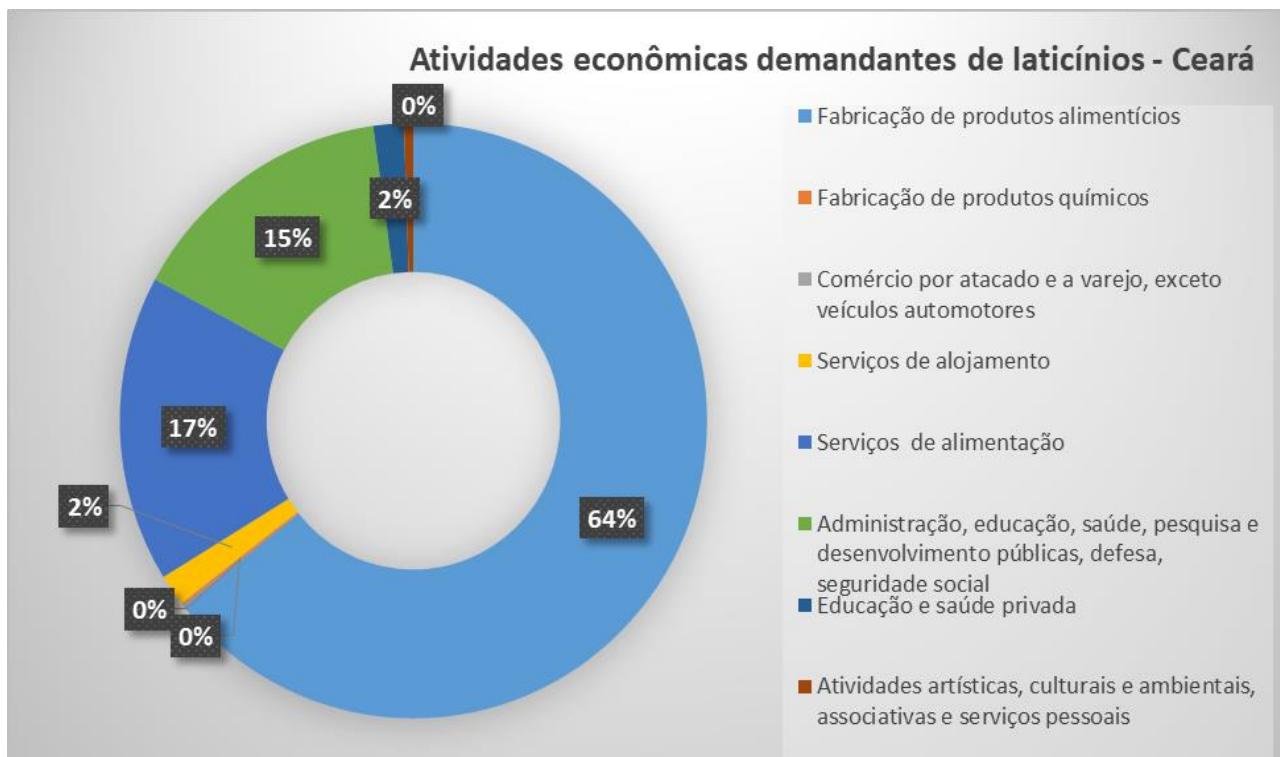
Figura 23: Participação (%) por atividade demandante de leite – Ceará - 2019

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

A demanda de laticínios por atividade econômica apresenta uma distribuição mais espalhada, onde 64% é demandada por Fabricação de produtos alimentícios, 17% por Serviços de alimentação, 15% pela Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento públicas, defesa, segurança social, 1,7% por Serviços de alojamento, 1,7% pela atividade Educação e saúde privada, 0,51% pelas

Atividades artísticas, culturais e ambientais, associativas e serviços pessoais, 0,17% por Fabricação de produtos químicos, e 0,04% pelo Comércio por atacado e a varejo.

Figura 24: Participação (%) por atividade demandante de laticínio – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.5. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DE AVES E OVOS

I. Elo da produção das aves e ovos

A cadeia produtiva de aves e ovos no estado do Ceará apresenta elevada relevância econômica e social no âmbito da pecuária estadual, com destaque particular para o elo de produção de ovos. Em 2019, a avicultura respondeu por 29,3% do Valor Bruto da Produção (VBP) da pecuária cearense, sendo a produção de ovos responsável por 22,8% desse total, o que evidencia o peso específico dessa atividade dentro do setor agropecuário estadual (IBGE, 2023).

No período de 2013 a 2019, a produção de ovos no Ceará registrou crescimento expressivo de 73,4%, passando de 135,1 milhões para 234,4 milhões de dúzias, desempenho significativamente superior ao observado tanto no Nordeste (47,6%) quanto no Brasil (27,4%). Esse dinamismo consolidou o Ceará como o segundo maior produtor de ovos da região Nordeste, atrás apenas de Pernambuco, ampliando sua participação relativa na produção regional de 24,7% para 29,0% no período analisado (PPM/IBGE, 2023).

Do ponto de vista estrutural, o elo de produção de aves e ovos no Ceará é caracterizado pela ampla presença da agricultura familiar, coexistindo, entretanto, com fortes assimetrias produtivas e comerciais. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, o estado possuía 238.270 estabelecimentos agropecuários com criação de aves, dos quais 208.554 (87,5%) dedicavam-se à produção de ovos de galinha. Desses estabelecimentos, 78,4% enquadravam-se como agricultura familiar, conforme a Lei nº 11.326/2006, confirmando o protagonismo desse segmento no meio rural cearense (IBGE, 2017).

Todavia, apesar da expressiva participação numérica, os produtores familiares de menor porte, especialmente aqueles com até 10 hectares, que representam 73,9% dos estabelecimentos produtores de ovos, respondem por apenas 9% da produção total e por 5% do volume comercializado no estado. Essa disparidade revela um padrão produtivo dual, no qual a maior parte da produção e da comercialização encontra-se concentrada em sistemas empresariais de maior escala e maior nível de tecnificação, conforme já discutido na literatura sobre a agropecuária brasileira (Graziano da Silva, 1999).

A análise do efetivo de galináceos reforça esse diagnóstico estrutural. Entre 2013 e 2019, o rebanho de galináceos no Ceará cresceu 9,8%, passando de 28,39 milhões para 31,17 milhões de cabeças, desempenho inferior ao observado no Nordeste (33,2%) e no Brasil (17,5%) no mesmo período. Como consequência, o estado perdeu participação relativa no efetivo nordestino, reduzindo sua contribuição de 20,9% para 17,2%.

Esse menor ritmo de expansão está associado a limitações estruturais, como restrições de acesso a insumos, crédito rural, assistência técnica e infraestrutura logística, além de fatores climáticos adversos, especialmente a escassez hídrica e os elevados custos de produção em determinadas microrregiões do semiárido cearense (FAO, 2021; PPM/IBGE, 2022). Estudos da EMBRAPA (2020) ressaltam que a avicultura de postura é altamente dependente de infraestrutura específica, alimentação balanceada e rigoroso controle sanitário, requisitos que tendem a favorecer sistemas de maior escala e capitalização.

Dessa forma, embora o elo de produção de aves e ovos no Ceará apresente crescimento expressivo e elevada capilaridade territorial, ele permanece marcado por forte concentração produtiva e limitada inserção da agricultura familiar no mercado de ovos. Tal configuração evidencia a necessidade de políticas públicas voltadas à modernização produtiva dos pequenos estabelecimentos, incluindo linhas de crédito específicas, capacitação técnica, assistência continuada e estímulo à organização coletiva por meio de cooperativas e associações.

Essas iniciativas são fundamentais para ampliar a produtividade, reduzir as desigualdades estruturais e fortalecer a competitividade da avicultura de postura cearense, promovendo maior

integração da agricultura familiar às cadeias produtivas e aos mercados regionais e nacionais (MAPA, 2020; IBGE, 2023).

II. A relação da cadeia de aves e ovos cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

A relação da cadeia produtiva de aves e ovos, segundo a oferta e demanda foi avaliada através da Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019. Observou-se que 91,17% da oferta de aves foi produzida internamente, 8,83% veio da importação de estados brasileiros. Pelo lado da demanda, observou-se que, do total do valor ofertado de aves, 44,23% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses, 12,41% foi consumo das famílias, 42,79% foi exportado para os demais estados brasileiros, 0,66% ficou como formação bruta de capital fixo.

Tabela 06: Participação (%) da oferta e da demanda de Aves e Ovos - Ceará - 2019.

Aves		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	91,17
	Importação de outras UFs	8,83
	Importação do resto do mundo	
DEMANDA	Consumo das atividades	44,23
	Consumo das famílias	12,41
	Exportação para demais UFs	42,79
	Exportação para o resto do mundo	
	Variação de estoque	-0,09
	Formação Bruta de Capital Fixo	0,66
Ovos		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	87,33
	Importação de outras UFs	12,66
	Importação do resto do mundo	0,01
DEMANDA	Consumo das atividades	17,06
	Consumo das famílias	50,56
	Exportação para demais UFs	32,37
	Exportação para o resto do mundo	0,01
	Variação de estoque	
	Consumo da Adm Pública	

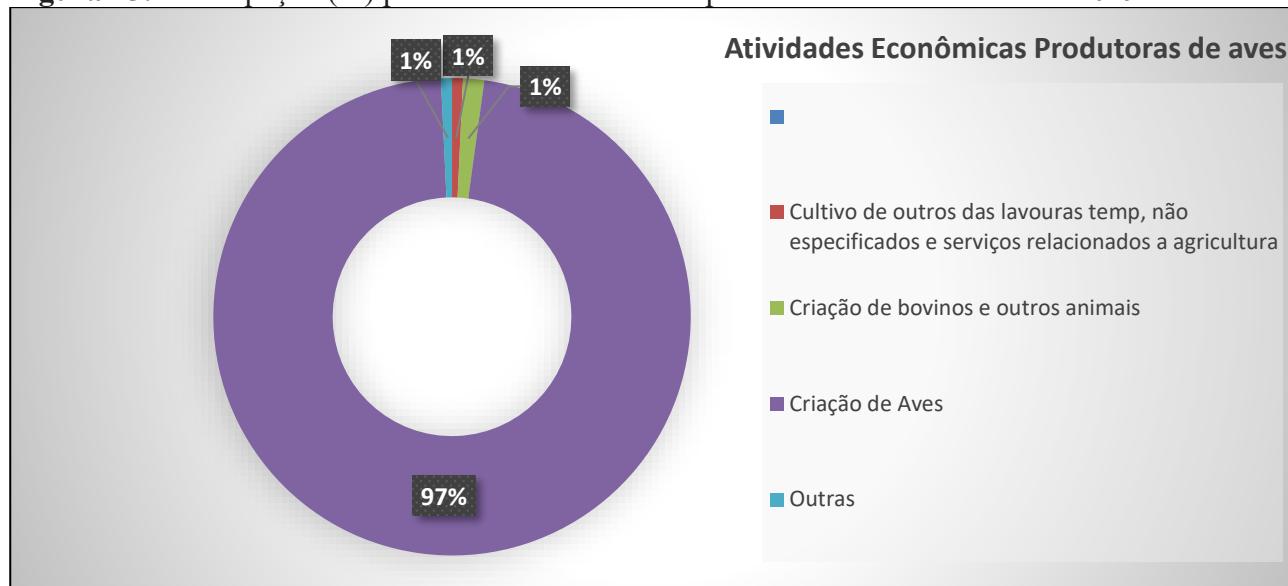
Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Ao verificar a constituição da oferta e demanda de ovos, observou-se que 87,33% da oferta é e produção interna, 12,66 vem da importação de outras unidades da federação e 0,01% da importação do resto do mundo. A demanda de ovo na economia do Ceará é liderada pelo consumo das famílias,

respondendo por 50,56%, seguido por exportação para demais estados (32,37%) e 17,06% é consumido pelas atividades da economia.

Ao identificar as atividades econômicas do Ceará que produzem aves, fica evidente que a atividade criação de aves é principal produtora, com 97%. O restante é produzido por cultivo de outras lavouras temporárias, criação de bovinos e outras (Figura 25).

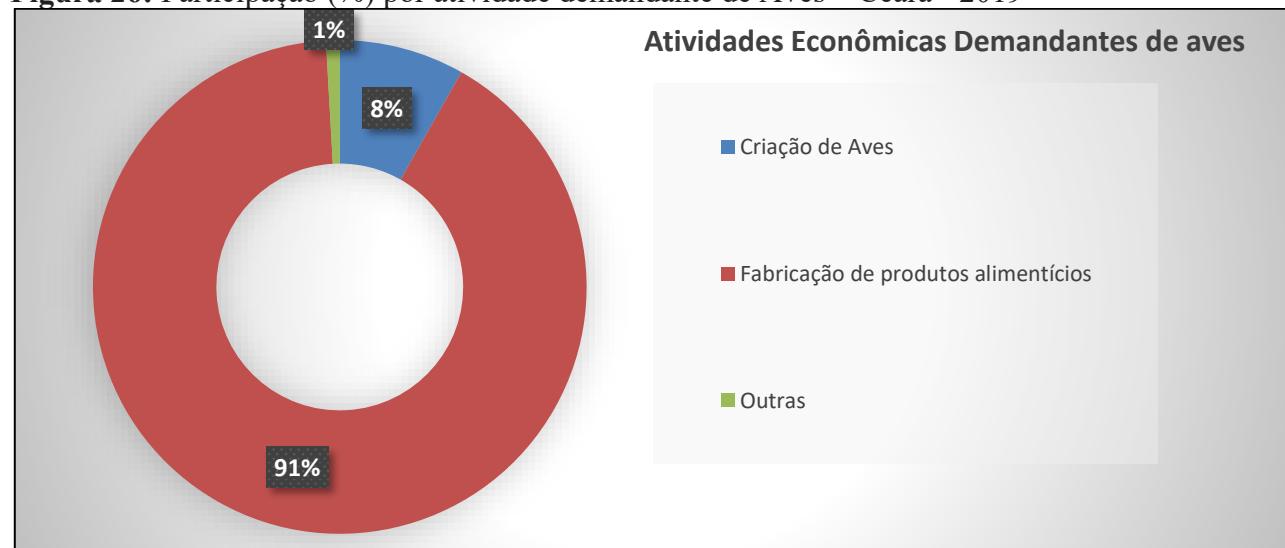
Figura 25: Participação (%) por atividade econômica produtora de Aves – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda aves é Fabricação de produtos alimentícios (91%), seguida por criação de aves (8%) (Gráfico X). Com isso, percebe-se que a maior parte do abate de aves vai para as indústrias de alimentos para depois ir para as atividades de vendas e só depois ser destinado ao consumo final.

Figura 26: Participação (%) por atividade demandante de Aves – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Ao verificar a produção de ovos por atividade econômica, observou-se que 81% da oferta é produzida por criação de aves, 11% é produzida por criação de bovino, 4% vem do cultivo de outras lavouras temporárias e 2% de cultivo de cereais. A produção de ovos é bem mais espalhada do que a produção de aves.

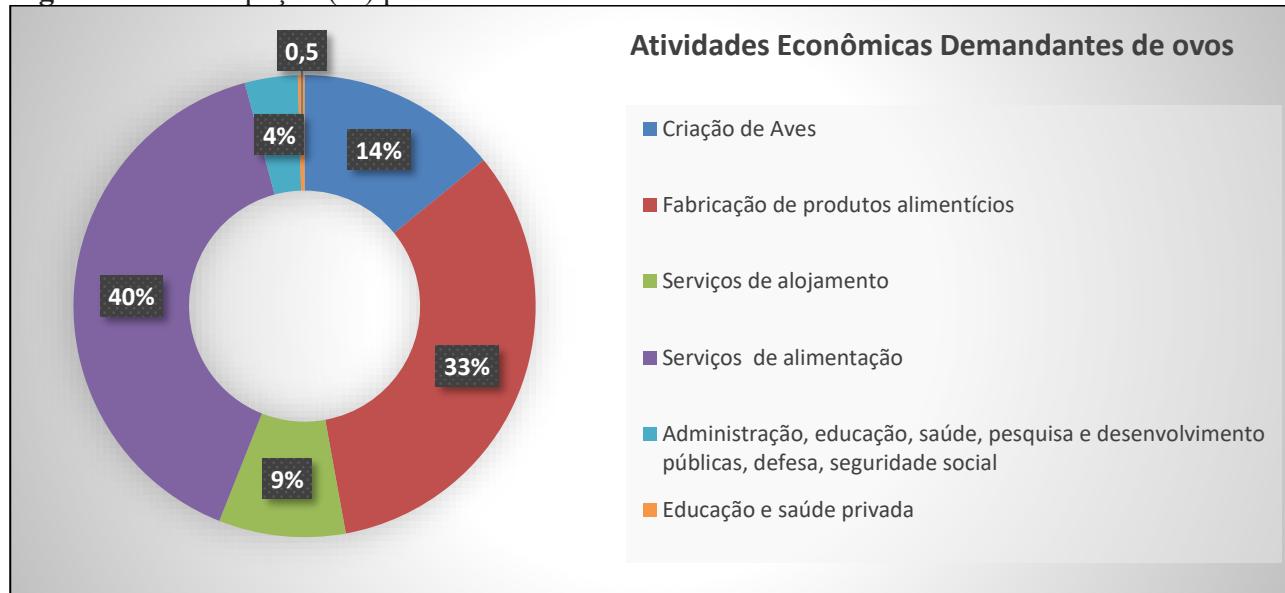
Figura 27: Participação (%) por atividade econômica produtora de Ovos – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Da demanda de ovos por atividade econômica, observou-se que 40% é demandada por Serviços de alimentação, 33% é demandada por fabricação de produtos alimentícios, a própria criação de aves demanda 14% de ovos, 9% é demandada por serviços de alojamento e 2% é demandada e 4% é demandada pelo Adm., educação, saúde e pesquisa.

Figura 28: Participação (%) por atividade demandante de Ovos – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.6. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA OVINOCAPRINOCULTURA

I. Elo da produção da Ovinocaprinocultura

A caracterização do elo de produção da cadeia produtiva da ovinocaprinocultura no Ceará evidencia sua relevância estratégica no contexto socioeconômico do semiárido nordestino, onde limitações edafoclimáticas, escassez hídrica crônica e elevada variabilidade pluviométrica condicionam a viabilidade das atividades agropecuárias. A criação de ovinos e caprinos consolidou-se historicamente como alternativa produtiva adaptada a essas condições, em função da rusticidade dos animais, da eficiência na conversão alimentar em pastagens nativas e da menor exigência de investimentos iniciais, configurando-se como importante fonte de renda, segurança alimentar e redução da vulnerabilidade social de pequenos produtores rurais (EMBRAPA, 2020; SEBRAE, 2020).

Dados da Pesquisa Pecuária Municipal indicam que, em 2023, o Ceará possuía um rebanho superior a 3,5 milhões de cabeças, distribuído em mais de 110 mil estabelecimentos, dos quais mais de 75% enquadram-se como agricultura familiar, reforçando o caráter socialmente capilar dessa atividade (IBGE, 2023).

Apesar de sua adaptação ao semiárido, a ovinocaprinocultura apresenta demandas hídricas relevantes, especialmente em sistemas produtivos mais intensivos e tecnificados, como a caprinocultura leiteira. Estudos do MAPA (2021) apontam que sistemas de produção de leite caprino podem demandar até 15 litros de água por animal/dia, sobretudo em períodos de lactação, considerando o manejo sanitário, a higienização de instalações e utensílios e o processamento de derivados. Ainda que a produção de carne apresente menor consumo direto de água, há um uso indireto significativo associado à produção de forragens, suplementação alimentar e dessedentação animal, o que exige uma análise integrada do uso dos recursos hídricos.

Nesse sentido, estudos aplicados à matriz insumo-produto regional com enfoque hídrico demonstram que, embora a ovinocaprinocultura não figure entre as maiores consumidoras diretas de água, sua importância relativa se amplia quando considerada a elevada capilaridade territorial e social da atividade, sobretudo em regiões de baixa densidade econômica, sendo fundamental avaliar a produtividade hídrica como indicador de eficiência econômica e ambiental (Soares et al., 2024).

A análise evolutiva dos rebanhos entre 2013 e 2019 revela crescimento tanto em nível nacional quanto regional, com destaque para a concentração nordestina, que em 2019 respondeu por 94,73% do rebanho caprino e 68,94% do rebanho ovino do Brasil. No Ceará, embora os ritmos de crescimento tenham sido inferiores aos da região Nordeste, o rebanho caprino apresentou expansão de 9,91% e o

ovino de 15,41% no período, evidenciando a resiliência da atividade mesmo diante de adversidades climáticas severas, como a prolongada estiagem entre 2012 e 2018 (IBGE, 2023; FUNCEME, 2021).

A estrutura produtiva é marcada pela predominância de estabelecimentos de pequeno porte, nos quais a agricultura familiar responde por cerca de 78% dos produtores, tanto na criação de ovinos quanto de caprinos, embora a baixa intensidade tecnológica, a informalidade e a limitada organização produtiva restrinjam o acesso a mercados mais exigentes e a agregação de valor, mantendo a produção concentrada em produtos in natura de baixo valor comercial (IBGE, 2017; SEBRAE, 2019).

Dessa forma, o fortalecimento do elo produtivo da ovinocaprinocultura no Ceará requer avanços simultâneos na governança produtiva e hídrica, por meio de investimentos em tecnologias de captação e reuso da água, manejo sustentável de pastagens, melhoramento genético e organização dos produtores em arranjos coletivos, como associações e cooperativas. A articulação entre políticas públicas, assistência técnica, acesso ao crédito e inovação tecnológica é condição essencial para ampliar a eficiência no uso da água, elevar a produtividade e promover a inserção competitiva da cadeia em mercados mais estruturados, assegurando a resiliência econômica, social e ambiental dessa atividade (MAPA, 2021; SEBRAE, 2022; Silva et al., 2021).

II. A relação da cadeia da ovino caprino cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

A análise da oferta e da demanda da produção de ovinos e caprinos no Ceará foi realizada a partir da Tabela de Recursos e Usos (TRU) do estado, referente ao ano de 2019, permitindo compreender a estrutura produtiva e os fluxos de utilização desses bens na economia estadual. Os resultados indicam que a oferta de ovinos e caprinos é integralmente suprida pela produção interna, evidenciando a inexistência de importações interestaduais ou externas para atender a esse mercado, o que reforça o caráter endógeno e territorialmente concentrado da atividade no Ceará.

Sob a ótica da demanda, verifica-se que a maior parcela do valor ofertado, equivalente a 59,42%, é absorvida pelas próprias atividades econômicas cearenses, demonstrando forte integração intersetorial, especialmente com segmentos ligados à agropecuária e à agroindústria. O consumo final das famílias responde por 28,7% da demanda total, refletindo a importância desses produtos na alimentação e no padrão de consumo doméstico.

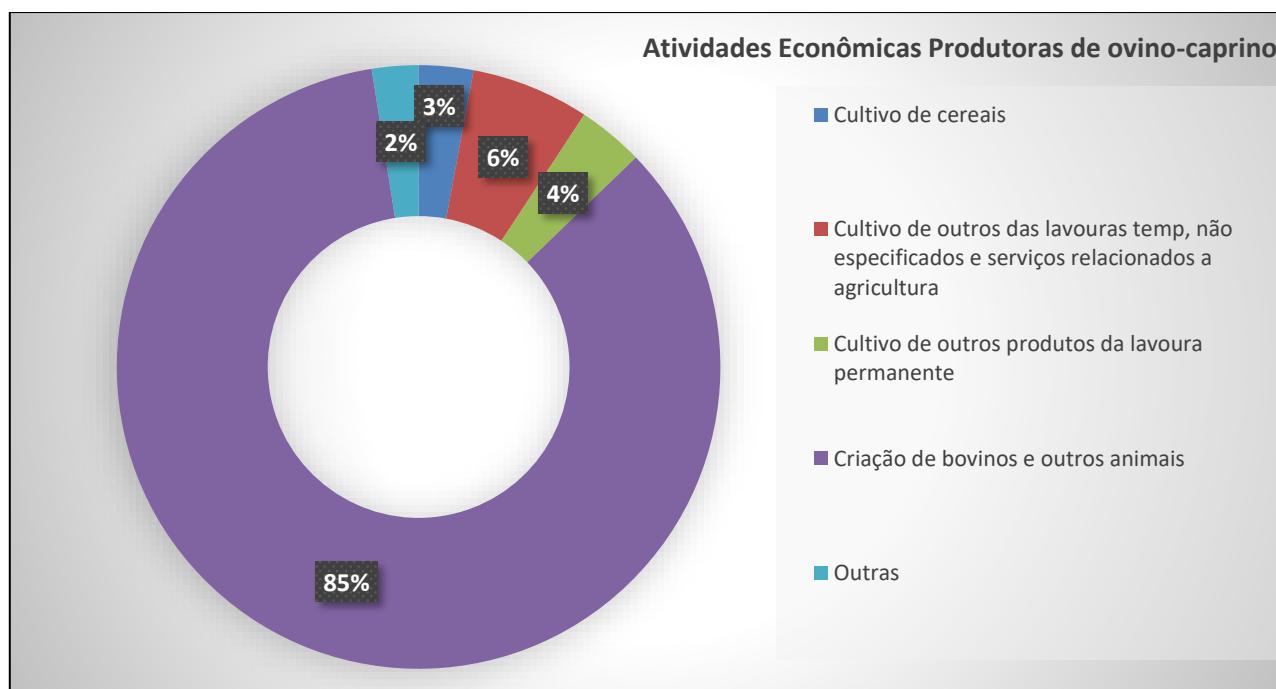
As exportações interestaduais apresentam participação marginal, correspondendo a apenas 0,55% do valor ofertado, enquanto a formação bruta de capital fixo representa 11,33%, indicando a utilização desses ativos na ampliação ou reposição da capacidade produtiva do setor (Tabela 07).

Tabela 07: Participação (%) da oferta e da demanda de Ovino Caprino - Ceará - 2019.

Ovino caprino		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	100
	Importação de outras UFs	-
	Importação do resto do mundo	-
DEMANDA	Consumo das atividades	59,42
	Consumo das famílias	28,70
	Exportação para demais UFs	0,55
	Exportação para o resto do mundo	
	Variação de estoque	
	Formação Bruta de Capital Fixo	11,33

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

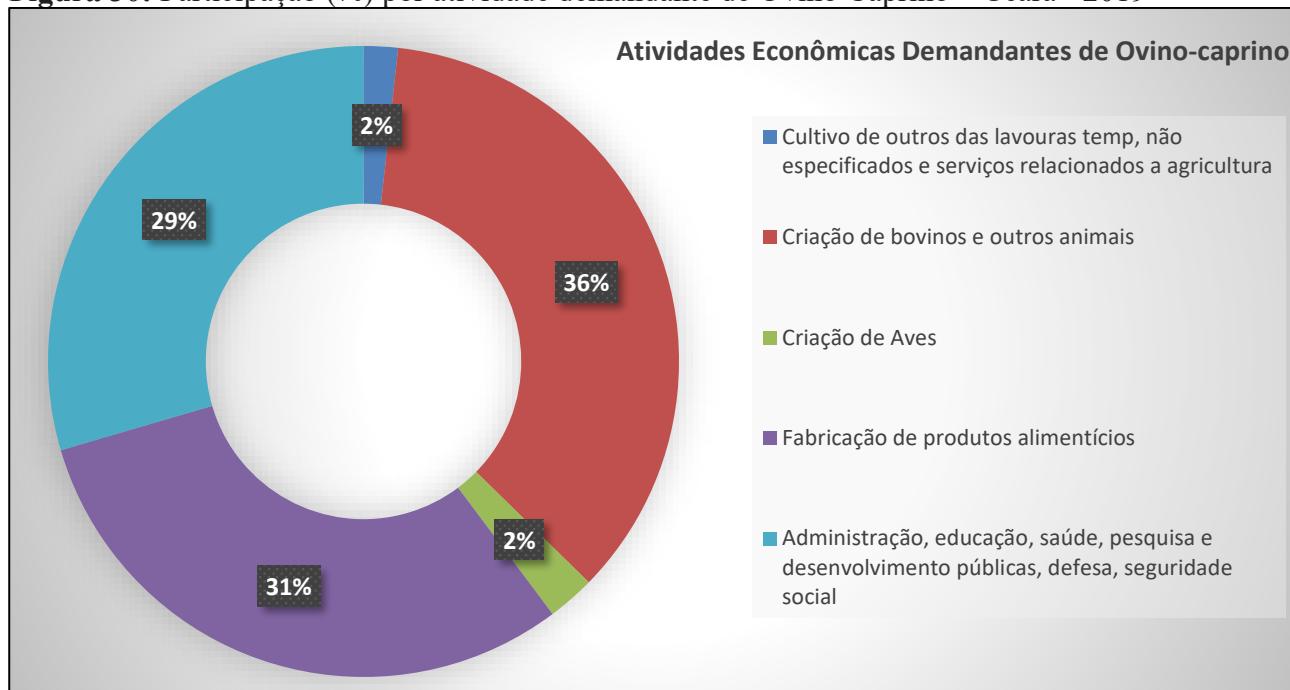
Ao desagregar a produção de ovinos e caprinos por atividades econômicas, observa-se elevada concentração na atividade de criação de bovinos e outros animais, responsável por aproximadamente 85% do valor produzido, o que evidencia a inserção da ovinocaprinocultura em sistemas produtivos mais amplos e diversificados. As demais atividades apresentam participações significativamente menores, com destaque para o cultivo de outras lavouras temporárias (6%), o cultivo de produtos da lavoura permanente (4%) e o cultivo de cereais (3%), revelando a natureza complementar dessas atividades na estrutura produtiva associada à cadeia ovinocaprina no estado (Figura 29).

Figura 29: Participação (%) por atividade econômica produtora de Ovino e Caprino – Ceará - 2019

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda ovino e caprino é a própria criação de bovino e outros animais (36%), seguida por Fabricação de produtos alimentícios (31%), Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento (29%). As menos relevantes foram Criação de aves (2%) e cultivo de outros das lavouras temporárias (2%).

Figura 30: Participação (%) por atividade demandante de Ovino Caprino – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.1.7. CARACTERIZAÇÃO DA CADEIA PRODUTIVA DA PESCA E AQUICULTURA

I. Elo da produção da Pesca e Aquicultura

A cadeia produtiva da pesca e da aquicultura no Ceará apresenta elevada relevância econômica, social e ambiental, configurando-se como um dos segmentos agropecuários mais intensivos em uso de recursos hídricos e fortemente associado ao desenvolvimento regional. As condições naturais do estado, caracterizadas por um litoral de aproximadamente 573 km e por uma extensa rede de açudes públicos e reservatórios interiores, criam um ambiente propício tanto à pesca extrativa marinha quanto à aquicultura continental e costeira. Esse conjunto de atributos territoriais possibilita a diversificação produtiva, abrangendo desde a piscicultura em tanques-rede até a carcinicultura em viveiros escavados, consolidando o Ceará como um dos principais polos aquícolas do país (MAPA, 2022; IBGE, 2023).

No elo da produção, a aquicultura cearense destaca-se principalmente pela criação de tilápia e camarão marinho. Em 2019, o setor respondeu por 11,1% do Valor Bruto da Produção (VBP) animal

do estado, evidenciando sua importância na estrutura produtiva agropecuária. A tilapicultura desenvolveu-se de forma concentrada em grandes reservatórios públicos, como os açudes Castanhão, Orós e Banabuiú, por meio do uso de tanques-rede vinculados a arrendamentos aquícolas. Já a carcinicultura apresenta maior inserção no litoral, especialmente nas regiões do Baixo Jaguaribe e Litoral Oeste, com destaque para municípios como Aracati, Acaraú, Icapuí e Fortim, onde a disponibilidade de água salobra e a maior proximidade de mercados favorecem sistemas produtivos mais tecnificados (EMBRAPA, 2020; MAPA, 2022).

Apesar de sua relevância estrutural, a produção aquícola no Ceará apresentou retração significativa entre 2013 e 2019. Nesse período, o VBP da aquicultura estadual caiu 20,4%, em contraste com o crescimento observado no Brasil (72,0%) e no Nordeste (65,5%). A produção de tilápia foi a mais afetada, registrando redução de 80,9% no volume produzido, reflexo direto da escassez hídrica prolongada que marcou o estado entre 2013 e 2017. A diminuição do nível dos reservatórios comprometeu a operação dos tanques-rede, evidenciando a elevada vulnerabilidade da piscicultura continental às flutuações climáticas e à disponibilidade hídrica (ANA, 2021; PPM/IBGE, 2023). A produção de camarão, embora também tenha sofrido retração, demonstrou maior resiliência, com recuperação parcial em 2019, associada ao maior grau de tecnificação, à organização produtiva e à menor dependência de reservatórios interiores.

O uso da água no elo produtivo da pesca e aquicultura assume papel central na análise da sustentabilidade da cadeia. A piscicultura em tanques-rede demanda elevados volumes de água para garantir oxigenação, renovação do meio e manutenção da qualidade ambiental, podendo alcançar coeficientes de uso hídrico entre 10 e 20 mil litros por quilograma de peixe produzido (EMBRAPA, 2019).

Na carcinicultura, embora haja recirculação parcial da água, a reposição hídrica constante é necessária em função das elevadas taxas de evaporação e da manutenção da salinidade adequada, especialmente em áreas semiáridas litorâneas (MMA, 2020).

Estudos baseados na Matriz Insumo-Produto Regional aplicada ao Ceará indicam que a aquicultura apresenta coeficientes hídricos elevados quando comparada a outras atividades agropecuárias, o que reforça sua centralidade no debate sobre gestão integrada dos recursos hídricos (SOARES et al., 2024).

Além das restrições hídricas, o elo produtivo enfrenta desafios ambientais e institucionais relevantes, como a salinização de solos, a geração de efluentes não tratados e a ocupação desordenada de zonas costeiras sensíveis. A carcinicultura, em particular, tem sido objeto de maior rigor regulatório em função de seus impactos ambientais, demandando licenciamento adequado e adoção de boas práticas de manejo (GREENPEACE BRASIL, 2021).

Em contraposição, experiências de aquicultura familiar, baseadas em policultivos, sistemas de recirculação (RAS) e tecnologias de bioflocos, têm demonstrado ganhos expressivos em eficiência hídrica e inclusão produtiva, sobretudo em iniciativas apoiadas por instituições como Embrapa, IFCE e Ematerce (SEBRAE, 2021).

Dessa forma, o elo da produção da cadeia produtiva da pesca e aquicultura no Ceará encontra-se marcado por uma contradição estrutural: ao mesmo tempo em que possui elevada importância econômica e potencial de expansão frente à crescente demanda por proteína de origem aquática, apresenta forte dependência de recursos hídricos e elevada sensibilidade às condições climáticas.

O fortalecimento desse elo produtivo requer a adoção de estratégias voltadas à eficiência no uso da água, inovação tecnológica, ordenamento territorial e integração com políticas de gestão de bacias hidrográficas, de modo a garantir maior resiliência produtiva, sustentabilidade ambiental e manutenção do papel estratégico da aquicultura no desenvolvimento regional cearense (FAO, 2021; MAPA, 2022).

II. A relação da cadeia da Pesca e Aquicultura cearense com as atividades econômicas – Análise pela TRU

Para entender a oferta e demanda da produção de pesca e aquicultura, buscou-se analisar a relação das atividades econômicas de pesca e aquicultura e pescado industrializado utilizando a Tabela de Recursos e Usos (TRU) do Ceará do ano de 2019.

Constatou-se que a oferta de pesca e aquicultura do Ceará 81,92% se dá por produção interna e 18,08% por importação de outros estados. Pelo lado da demanda, observou-se que 10,55% foi absorvido pelas atividades econômicas cearenses, 65,29% foi consumo das famílias, 0,86% foi exportada para o resto do mundo e 0,02% foi destinado ao consumo da administração pública.

Quanto a oferta de pescado, pela TRU foi identificado que 40,5% da oferta foi gerado internamente, 56,98% veio da importação de outros estados brasileiros e 2,52% veio da importação do resto do mundo. Pelo lado da demanda observou-se que apenas 3,16% é demanda pelo consumo das atividades, 23,67% é demandada pelas famílias, 46,62% é demanda por outros estados brasileiros, 26,36% é exportado para o resto do mundo e 0,19% ficou como variação de estoque.

Sabe-se que o Ceará é um grande exportador de lagosta, pelos dados da TRU foi identificado a exportação de lagosta pelo pescado industrializado. Ao especificar a produção de pesca e aquicultura do Ceará pelas atividades econômicas, verificou-se que 96% da produção vem da própria atividade pesca e aquicultura, 3% da atividade de criação de bovino e 1% de outras atividades. (Figura 31).

Figura 31: Participação (%) por atividade econômica produtora de Pesca e Aquicultura – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Tabela 08: Participação (%) da oferta e da demanda de Pesca e Aquicultura - Ceará - 2019.

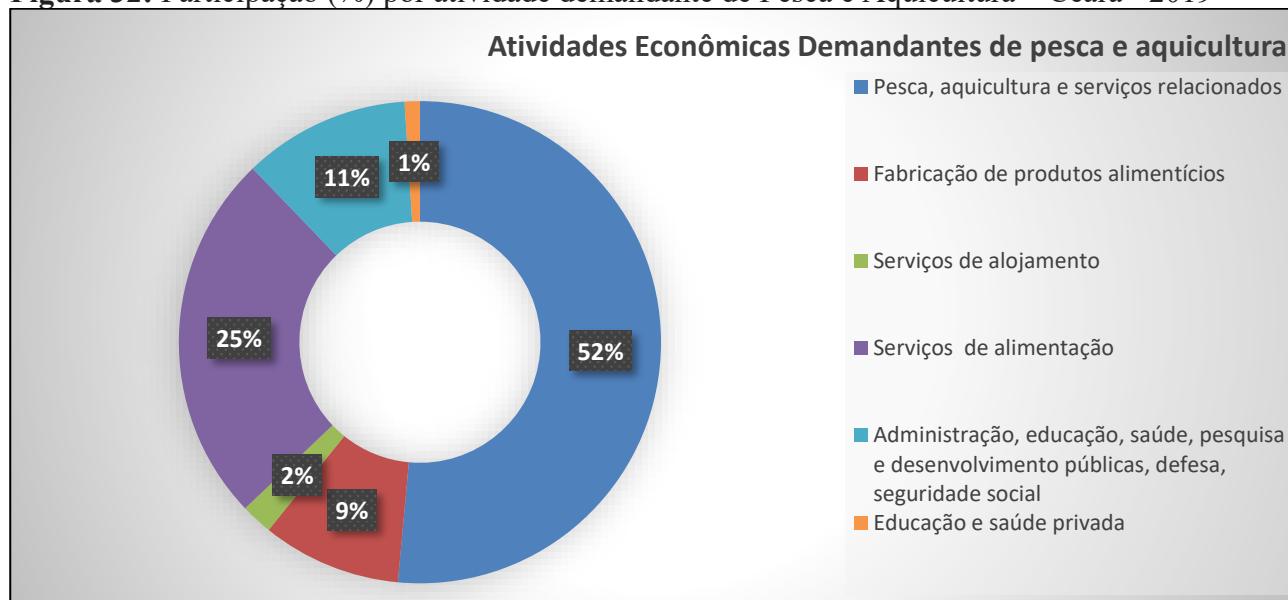
Produtos da Pesca e aquicultura		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	81,92
	Importação de outras UFs	18,08
	Importação do resto do mundo	
DEMANDA	Consumo das atividades	10,55
	Consumo das famílias	65,29
	Exportação para demais UFs	23,29
	Exportação para o resto do mundo	0,86
	Variação de estoque	
	Consumo da Adm Pública	0,02
Pescado Industrializado		
	Descrição	Participação %
OFERTA	Produção interna	40,50
	Importação de outras UFs	56,98
	Importação do resto do mundo	2,52
DEMANDA	Consumo das atividades	3,16
	Consumo das famílias	23,67
	Exportação para demais UFs	46,62
	Exportação para o resto do mundo	26,36
	Variação de estoque	0,19
	Consumo da Adm Pública	

Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Pelo lado da demanda, a atividade econômica que mais demanda pesca e aquicultura é também a própria atividade de pesca e aquicultura, em seguida está a atividade de serviços de alimentação que

demandada 25%, 11% é demandada pela Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento, 9% vai para fabricação alimentício, 2% é demandada por serviços de alojamento e 1% é demandada por educação e saúde privada.

Figura 32: Participação (%) por atividade demandante de Pesca e Aquicultura – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Ao detalhar a produção de pesca industrializada pelos dados da TRU, verificou-se que 100% (cem por cento) da pesca industrializada do Ceará é produzida por fabricação de produto alimentício (Figura 33).

Figura 33: Participação (%) por atividade econômica produtora de Pescado – Ceará - 2019

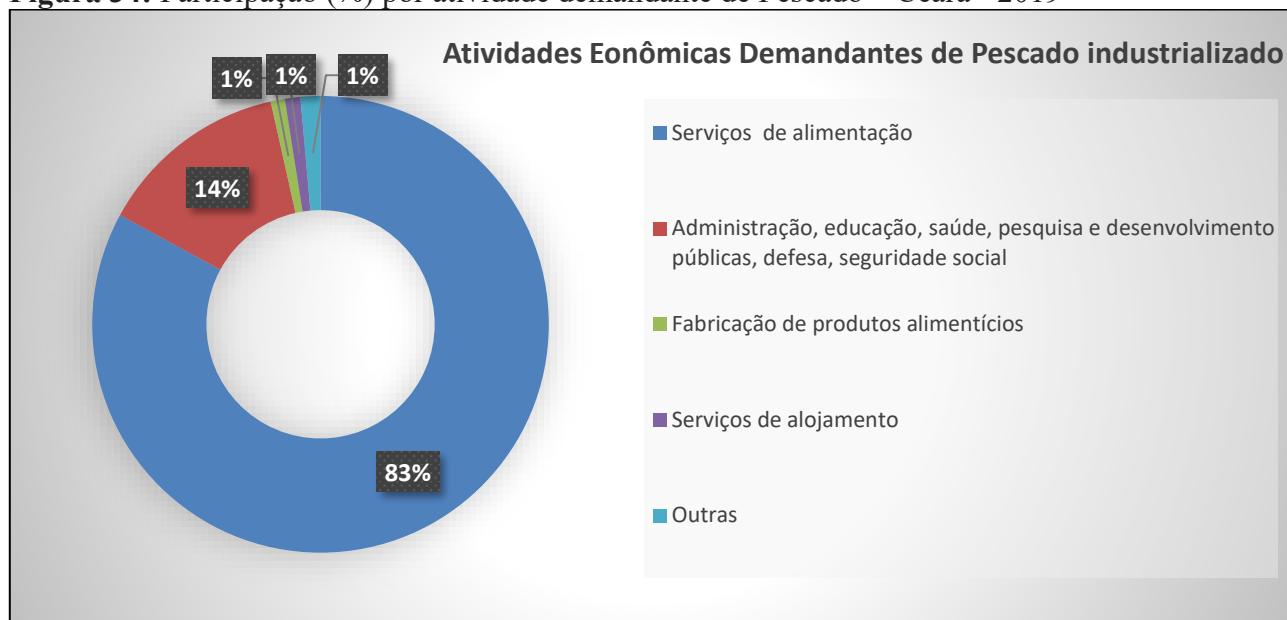


Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

Por outro lado, a atividade econômica que mais demanda pescado industrializado é serviços de alimentação, responsável por 83% da demanda. Em seguida está a atividade Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento com 14%. As atividades fabricação de produtos

alimentícios, serviços de alojamento e outros responderam por 1%, cada, da demanda de pescado industrializado.

Figura 34: Participação (%) por atividade demandante de Pescado – Ceará - 2019



Fonte: IPECE/TRU Ceará 2019. Elaboração própria (2025).

3.2. DESCRIÇÃO DAS RELAÇÕES DE USO DA ÁGUA E DE PRODUÇÃO

A compreensão das relações entre o uso da água e a produção econômica é fundamental para o planejamento sustentável dos recursos hídricos, especialmente em contextos de escassez e competição pelo uso da água, como ocorre no semiárido cearense. No estado do Ceará, onde a variabilidade climática impõe fortes restrições à disponibilidade hídrica, torna-se necessário identificar e quantificar os fluxos de água, tanto diretos quanto indiretos, que sustentam as principais atividades econômicas regionais.

A análise das relações entre uso da água e produção econômica é fundamental para o planejamento sustentável dos recursos hídricos no Ceará, especialmente diante da escassez hídrica estrutural e da elevada variabilidade climática do semiárido. Nesse contexto, o estudo delimita sete cadeias produtivas intensivas em água, leite, ovinocaprinocultura, avicultura, aquicultura, produtos de sequeiro e fruticultura, e aplica a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos, estimada a partir da Tabela de Recursos e Usos de 2019, para mensurar os fluxos diretos e indiretos de água associados aos segmentos de insumos, produção agropecuária, agroindústria e serviços, integrando análises econômicas e hídricas por meio de multiplicadores e índices de encadeamento intersetorial (Miller; Blair, 2009; IPECE, 2021).

Os resultados evidenciam diferenças relevantes entre as cadeias produtivas quanto à eficiência e à intensidade do uso da água. A fruticultura irrigada destaca-se pela elevada produtividade hídrica, combinando alto valor agregado e uso mais eficiente do recurso, sobretudo em polos irrigados do Vale do Jaguaribe e da Chapada do Apodi, em função da adoção de tecnologias de irrigação localizada e manejo racional. Em contraste, a aquicultura apresenta elevados coeficientes hídricos e maior sensibilidade às condições climáticas, refletindo forte dependência da água bruta e maior vulnerabilidade produtiva, apesar de sua relevância econômica regional (FAO, 2022; IBGE, 2017).

A análise dos encadeamentos de Rasmussen-Hirschman indica que fruticultura e aquicultura exercem forte encadeamento para frente, dinamizando setores como logística, comércio e exportação, enquanto a avicultura combina consumo hídrico relativamente moderado com elevados multiplicadores econômicos, sobretudo no segmento agroindustrial. Por sua vez, as cadeias do leite e da ovinocaprinocultura apresentam menor densidade econômica, mas desempenham papel social estratégico, especialmente em áreas de agricultura familiar e maior vulnerabilidade socioambiental. Já os produtos de sequeiro, embora menos intensivos em água, são essenciais para a segurança alimentar e a geração de emprego rural. Em síntese, a aplicação da MIP de Recursos Hídricos permite identificar trade-offs entre eficiência hídrica, impacto econômico e relevância social, oferecendo subsídios consistentes para políticas públicas orientadas à gestão integrada da água e ao fortalecimento sustentável das cadeias produtivas no Ceará (Castro et al., 2021; Soares et al., 2024).

3.3. ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICAS DAS CADEIAS PRODUTIVAS

A análise da demanda hídrica das sete cadeias produtivas prioritárias do Ceará com uso intensivo de água, leite, ovelho-caprino, avicultura (ovos), aquicultura (camarão e tilápia), produtos de sequeiro (milho, feijão, castanha de caju) e fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía), evidencia a centralidade do setor agropecuário como o principal vetor de pressão sobre os recursos hídricos estaduais. No ano de 2019, essas cadeias demandaram um total de 919,55 milhões de m³ de água, com predominância do uso na etapa agropecuária (71,7%), seguida pelos serviços (20,7%), indústria (7,1%) e insumos (0,5%).

Dentre todas as cadeias analisadas, a fruticultura destacou-se como a maior consumidora individual de recursos hídricos, com 544,9 milhões de m³, o que representa 59,3% do total da demanda hídrica conjunta das sete cadeias. Tal concentração pode ser explicada pelo perfil altamente irrigado da produção de frutas tropicais no estado, voltadas tanto ao mercado interno quanto à exportação. A irrigação tem sido apontada como responsável por mais de 70% da retirada de água

doce no Brasil (ANA, 2020), e o caso da fruticultura cearense ilustra bem essa realidade, com 71,5% da demanda alocada na agropecuária e 21,2% nos serviços.

Tabela 07: Demanda hídrica (m^3) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	2.055.627,56	44.147.409,64	1.630.455,02	6.695.290,89	54.528.783,12
	3,8%	81,0%	3,0%	12,3%	100%
CP_Frutas	171.522,90	389.466.111,12	39.795.943,97	115.473.654,21	544.907.232,19
	0,0%	71,5%	7,3%	21,2%	100%
CP_Caju	170.121,70	19.329.110,30	2.005.962,69	5.821.067,11	27.326.261,80
	0,6%	70,7%	7,3%	21,3%	100%
CP_Ovinocaprino	90.238,95	9.749.859,82	1.231.954,64	2.936.223,52	14.008.276,93
	0,6%	69,6%	8,8%	21,0%	100%
CP_Leite	1.446.483,31	19.113.659,96	2.176.246,93	5.756.183,06	28.492.573,25
	5,1%	67,1%	7,6%	20,2%	100%
CP_Ovos	286.831,68	129.677.860,08	13.623.004,80	39.053.195,63	182.640.892,19
	0,2%	71,0%	7,5%	21,4%	100%
CP_Aquicultura	28.730,67	48.012.215,88	5.153.867,61	14.459.145,97	67.653.960,13
	0,0%	71,0%	7,6%	21,4%	100%
Cadeias produtivas Prioritárias	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
	4.249.556,78	659.496.226,79	65.617.435,67	190.194.760,38	919.557.986,62
	0,5%	71,7%	7,1%	20,7%	100%

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A cadeia de ovos aparece como a segunda maior demandante (182,6 milhões de m^3), revelando a expressividade da avicultura no Ceará, especialmente nos polos de produção em ambientes controlados. A maior parcela da água (71,0%) é utilizada diretamente na atividade agropecuária, com participação relevante dos serviços (21,4%) e da indústria (7,5%).

A aquicultura, por sua vez, com demanda total de 67,65 milhões de m^3 , mostra um perfil semelhante, com forte concentração no uso agropecuário (71,0%) e participação expressiva dos serviços (21,4%), refletindo a importância da água na criação intensiva de peixes e crustáceos, atividade dependente de recirculação hídrica constante, inclusive em sistemas semi-intensivos e intensivos (OLIVEIRA et al., 2020).

O grupo de produtos de sequeiro, especialmente milho e feijão, somou 54,5 milhões de m^3 em demanda hídrica, sendo a maior parte (81,0%) oriunda do setor agropecuário. Embora sejam culturas tradicionalmente dependentes de precipitações naturais, a modernização de parte dos cultivos por meio de irrigação complementar pode justificar sua participação, ainda que em menor escala em relação a outras cadeias.

O leite e a cadeia ovino-caprina apresentaram demandas menores, com 28,4 e 14,0 milhões de m^3 , respectivamente. No entanto, ambas revelam características produtivas que demandam atenção: no caso do leite, o uso de água está distribuído entre produção animal e serviços relacionados à industrialização e transporte, refletindo um modelo de cadeia mais integrada verticalmente. Já na

cadeia ovino-caprina, ainda que a produção seja menos intensiva, o uso de água nos serviços (21%) e indústria (8,8%) aponta para a ampliação de etapas de agregação de valor, como abate, beneficiamento e comercialização.

Por fim, a cadeia do caju, com demanda total de 27,3 milhões de m³, possui perfil híbrido entre produção de sequeiro e processos industriais voltados à extração e beneficiamento da castanha, refletindo nos 7,3% de uso hídrico na indústria. O padrão de distribuição da água ao longo dos segmentos da cadeia produtiva indica a existência de uma economia regional fortemente centrada no setor agropecuário, mas com expressiva interligação a serviços logísticos, de comercialização e beneficiamento.

Em síntese, os resultados confirmam a tese de que a agricultura irrigada e os sistemas intensivos de criação animal são os principais consumidores de água no estado, reproduzindo o padrão nacional (ANA, 2020; IBGE, 2021). Esse diagnóstico reforça a necessidade de políticas públicas integradas que promovam a gestão eficiente dos recursos hídricos, conciliando produtividade e sustentabilidade, sobretudo em um território caracterizado pela semiaridez e pela variabilidade climática acentuada.

3.3.1. Análise do Valor Bruto da Produção (R\$1.000) gerado pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A análise do valor bruto da produção das sete cadeias produtivas com uso intensivo de água no Ceará, no ano de 2019, revela uma estrutura produtiva fortemente concentrada na indústria, especialmente nas cadeias do leite, ovos, aquicultura, ovino-caprino e caju. Esse perfil é reflexo de um processo de agroindustrialização que agraga valor à produção primária e evidencia a centralidade da transformação industrial no desempenho econômico dessas cadeias, ainda que a origem da produção esteja, em muitos casos, na agropecuária.

A análise da Tabela 08 evidencia que as cadeias produtivas intensivas em uso de água no Ceará, em 2019, geraram conjuntamente um Valor Bruto da Produção (VBP) de R\$ 19,22 bilhões, revelando uma estrutura relativamente equilibrada entre os grandes segmentos econômicos, ainda que com predominância da agropecuária. No agregado das Cadeias Produtivas Prioritárias, a agropecuária respondeu por 43,4% do VBP, seguida pelos insumos (21,6%), serviços (21,2%) e indústria (13,7%), o que indica que, diferentemente de outras estruturas produtivas mais industrializadas, o valor ainda é fortemente ancorado nas etapas primárias intensivas em recursos naturais, especialmente água, refletindo a base agropecuária da economia cearense.

Tabela 08: Valor Bruto da Produção (R\$1.000.000) gerado pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	996,73	2.509,46	196,39	335,46	4.038,03
	24,7%	62,1%	4,9%	8,3%	
CP_Frutas	465,98	2.354,93	869,86	1.511,66	5.202,42
	9,0%	45,3%	16,7%	29,1%	
CP_Caju	466,41	384,00	141,84	246,43	1.238,68
	37,7%	31,0%	11,5%	19,9%	
CP_Ovinocaprino	112,95	293,02	114,67	188,04	708,68
	15,9%	41,3%	16,2%	26,5%	
CP_Leite	1.476,97	1.053,73	672,42	676,69	3.879,81
	38,1%	27,2%	17,3%	17,4%	
CP_Ovos	439,69	1.049,82	387,78	673,71	2.551,00
	17,2%	41,2%	15,2%	26,4%	
CP_Aquicultura	199,87	697,56	254,70	447,83	1.599,96
	12,5%	43,6%	15,9%	28,0%	
	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	4.158,60	8.342,52	2.637,67	4.079,80	19.218,58
	21,6%	43,4%	13,7%	21,2%	

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A desagregação por cadeia produtiva revela heterogeneidades importantes. As cadeias de Milho e Feijão e de Frutas apresentam os maiores valores totais de VBP, com R\$ 4,04 bilhões e R\$5,20 bilhões, respectivamente. No caso de Milho e Feijão, observa-se forte concentração na agropecuária, responsável por 62,1% do valor gerado, enquanto a indústria participa com apenas 4,9%, evidenciando baixa agregação de valor e elevada dependência da produção primária. Esse perfil é típico de cadeias de produtos básicos voltados majoritariamente ao consumo in natura e à segurança alimentar, com limitada transformação agroindustrial ao longo da cadeia (FAO, 2019).

A cadeia de Frutas, por sua vez, apresenta estrutura mais diversificada e integrada, com participação relevante da agropecuária (45,3%), mas também dos serviços (29,1%) e da indústria (16,7%). Esse arranjo reflete o caráter mais complexo da fruticultura irrigada, fortemente articulada à logística, ao armazenamento, à comercialização e, em menor grau, ao processamento agroindustrial, especialmente nos polos exportadores do Vale do Jaguaribe e da Chapada do Apodi. Tal configuração indica maior capacidade de geração de valor agregado e maior dinamização de atividades a jusante, ainda que com elevado consumo de água na fase produtiva (FAO, 2019; ANA, 2019).

As cadeias do Leite e dos Ovos destacam-se pelo elevado peso do segmento de insumos, que responde por 38,1% e 17,2% do VBP, respectivamente, além de uma distribuição relativamente equilibrada entre agropecuária, indústria e serviços. No leite, a expressiva participação dos insumos reflete a dependência de rações, suplementos nutricionais, medicamentos veterinários e energia, típicos de sistemas mais intensivos, enquanto a presença relevante da indústria e dos serviços indica maior integração com os elos de processamento e comercialização. Esse perfil confirma o caráter

sistêmico da cadeia láctea, na qual a agregação de valor ocorre de forma mais distribuída ao longo dos elos produtivos (Miranda et al., 2017).

A cadeia de Ovino-caprinos apresenta menor VBP absoluto (R\$ 708,7 milhões), mas revela uma composição relativamente equilibrada entre agropecuária (41,3%), serviços (26,5%) e indústria (16,2%). Esse padrão sugere que, embora a produção primária ainda seja central, existe potencial de agregação de valor via serviços e processamento, especialmente na carne, no leite caprino e em derivados artesanais. No entanto, a escala reduzida e a predominância da agricultura familiar limitam a expansão desses elos, reforçando a necessidade de políticas voltadas à organização produtiva e ao acesso a mercados (SEBRAE, 2020).

Por fim, a cadeia da Aquicultura, com VBP de R\$ 1,60 bilhão, apresenta forte concentração na agropecuária (43,6%) e nos serviços (28,0%), enquanto a indústria responde por apenas 15,9%. Essa configuração reflete o peso da produção primária intensiva em água e da logística associada, sobretudo na piscicultura e na carcinicultura, atividades altamente sensíveis à disponibilidade hídrica. A menor participação industrial indica oportunidades de expansão na agregação de valor por meio do beneficiamento, processamento e certificação dos produtos aquícolas, o que poderia elevar a eficiência econômica do uso da água (EMBRAPA, 2020; ANA, 2019).

Em síntese, a Tabela 08 revela que as cadeias produtivas intensivas em água no Ceará apresentam forte heterogeneidade estrutural, com predominância do segmento agropecuário, mas com diferenças significativas quanto ao grau de integração industrial e de serviços. Essa assimetria reforça a necessidade de estratégias de desenvolvimento que promovam maior verticalização, fortalecimento dos serviços de apoio e aumento da produtividade hídrica, de modo a ampliar a geração de valor e reduzir a pressão sobre os recursos hídricos, especialmente em um contexto de escassez e mudanças climáticas (IPEA, 2020; ANA, 2019).

3.3.2. Análise da ocupação (Pessoal ocupado) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A análise da ocupação gerada pelas sete cadeias produtivas intensivas em uso de água no Estado do Ceará em 2019, leite, ovino-caprino, avicultura (aves e ovos), aquicultura (camarão e tilápia), produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju) e fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía), revela um cenário de forte vinculação entre a atividade agropecuária e o emprego direto no estado. Ao todo, essas cadeias geraram 967.196 postos de trabalho ao longo de seus segmentos produtivos, com destaque para os setores industrial (44,4%) e agropecuário (37,1%), seguido pelos serviços (15,9%) e insumos (2,5%).

O segmento agropecuário é particularmente relevante nas cadeias de milho e feijão, e frutas, que concentram respectivamente 92,7% (142.644 ocupações) e 82,8% (100.648 ocupações) de sua força de trabalho nesta etapa. Tal perfil é coerente com o padrão de produção predominante no interior do estado, baseado em pequenas propriedades familiares com uso intensivo de mão de obra, especialmente na fruticultura irrigada e em cultivos alimentares voltados à segurança alimentar regional (IBGE, 2021).

Tabela 09: Ocupação (Pessoal ocupado) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	4.498,23	142.643,77	1.460,33	5.238,05	153.840,38
	2,9%	92,7%	0,9%	3,4%	100%
CP_Frutas	3.091,43	100.647,85	2.461,44	15.343,14	121.543,86
	2,5%	82,8%	2,0%	12,6%	100%
CP_Caju	3.094,09	9.444,79	46.714,38	113.033,78	172.287,05
	1,8%	5,5%	27,1%	65,6%	100%
CP_Ovinocaprino	488,15	6.945,18	40.677,20	1.908,62	50.019,15
	1,0%	13,9%	81,3%	3,8%	100%
CP_Leite	10.570,93	56.555,15	128.187,65	6.863,50	202.177,24
	5,2%	28,0%	63,4%	3,4%	100%
CP_Ovos	1.823,03	16.367,33	127.712,11	6.838,04	152.740,52
	1,2%	10,7%	83,6%	4,5%	100%
CP_Aquicultura	986,23	26.516,11	82.540,83	4.545,39	114.588,57
	0,9%	23,1%	72,0%	4,0%	100%
	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	24.552,11	359.120,19	429.753,94	153.770,52	967.196,76
	2,5%	37,1%	44,4%	15,9%	100%

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

Segundo dados do Ministério da Agricultura, a fruticultura no Ceará é uma das atividades mais empregadoras por hectare, sobretudo nas regiões do Vale do Jaguaribe e do Baixo Acaraú, onde se concentra a produção de banana, melão e maracujá com elevado uso de força de trabalho (MAPA, 2020).

Por outro lado, cadeias com maior integração vertical e grau de industrialização apresentaram predominância de ocupação na indústria, como os casos de leite (63,4%), ovos (83,6%) e aquicultura (72,0%). Esses dados indicam a presença de um setor agroindustrial consolidado, capaz de agregar valor à produção primária por meio do beneficiamento, embalagem e transformação dos produtos agropecuários.

A cadeia do leite, por exemplo, evidencia essa dinâmica: embora apenas 28% da ocupação esteja na agropecuária, a indústria láctea absorve mais de 128 mil trabalhadores, refletindo a

importância das unidades de pasteurização, fabricação de queijos e derivados na geração de empregos urbanos. A literatura aponta que a agroindústria tem papel essencial na dinamização das economias locais, ao conectar os sistemas produtivos rurais aos centros de consumo urbano, gerando renda e empregos qualificados (SOUZA; REIS, 2019).

A cadeia do caju apresenta um padrão híbrido, com baixa ocupação na produção agropecuária (5,5%) e elevada participação da indústria (27,1%) e dos serviços (65,6%). Este perfil se explica pela importância do processamento da castanha, atividade que emprega majoritariamente mão de obra feminina em regiões como Limoeiro do Norte e Icapuí, e pelos serviços de transporte, comercialização e exportação do produto. Segundo o IBGE (2021), o setor de beneficiamento da castanha é um dos mais importantes do ponto de vista social na zona rural cearense, especialmente na geração de ocupação para mulheres em situação de vulnerabilidade social.

A cadeia ovino-caprina, com 50 mil ocupações totais, é singular no que se refere à predominância da indústria (81,3%), o que aponta para a crescente valorização dos produtos derivados, carnes especiais, couro e derivados, que demandam unidades de abate e beneficiamento. Essa estrutura é reflexo de políticas públicas de estímulo à cadeia, como os abatedouros regionais e os arranjos produtivos locais (APLs), que vêm sendo implementados em regiões como o Sertão Central e o Cariri.

A avicultura (cadeia de ovos) mostra padrão semelhante, com 127,7 mil ocupações na indústria (83,6%), reflexo da concentração da produção em granjas tecnificadas e do processamento centralizado dos produtos. No caso da aquicultura, 72% da força de trabalho encontra-se na indústria, com destaque para as etapas de processamento e embalagem de tilápias e camarões, cuja produção está fortemente voltada à exportação, conforme apontado por estudos da EMBRAPA (2020).

Do ponto de vista agregado, os dados indicam que 44,4% dos postos de trabalho se concentram na indústria, o que revela um padrão de cadeia agroindustrial bem estruturado no Ceará. O setor agropecuário ainda responde por expressiva parcela (37,1%), confirmando o papel do campo como principal empregador no estado. Por sua vez, os serviços, com 15,9% da ocupação, representam atividades de apoio logístico, transporte, comercialização e assistência técnica, cada vez mais relevantes em cadeias dinâmicas e integradas.

Em suma, os resultados indicam que, embora o setor primário ainda seja responsável por grande parte da ocupação nas cadeias intensivas em uso de água, há uma transição em curso para uma agroindústria mais complexa e diversificada, que tem sido vetor de geração de emprego urbano-rural e de valorização da produção regional. Essa transição exige políticas de qualificação da mão de obra, infraestrutura e acesso a mercados, especialmente em regiões semiáridas, onde a resiliência econômica depende da agregação de valor à produção e do uso eficiente dos recursos hídricos.

3.3.3. Análise da Renda (R\$ mil) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A análise da renda gerada pelas sete cadeias produtivas com uso intensivo de água no Estado do Ceará em 2019, leite, ovino-caprino, avicultura (ovos), aquicultura (camarão e tilápia), produtos de sequeiro (milho, feijão e castanha de caju) e fruticultura (banana, melão, maracujá, coco-da-baía), revela um panorama produtivo caracterizado por forte heterogeneidade estrutural entre os setores da agropecuária, indústria e serviços, os quais acumularam uma de renda total de R\$ 14,78 bilhões.

Os dados extraídos da Matriz Insumo-Produto Regional do Ceará aplicada aos Recursos Hídricos evidenciam a predominância do setor industrial (R\$ 9,42 bilhões) na geração de renda total das cadeias priorizadas, correspondendo a 63,7% do total gerado (R\$ 14,79 bilhões), seguido pelo setor de serviços (R\$ 4,13 bilhões; 27,9%) e agropecuária (R\$ 668 milhões; 4,5%). Os insumos, com R\$ 568 milhões, representaram 3,8% da renda total (Tabela 10).

Tabela 10: Renda (R\$) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	97.121.947,42	200.979.574,44	26.602.046,38	136.266.368,68	460.969.936,91
	21,1%	43,6%	5,8%	29,6%	100%
CP_Frutas	75.475.585,09	37.924.345,32	44.838.775,58	399.147.056,98	557.385.762,97
	13,5%	6,8%	8,0%	71,6%	100%
CP_Caju	77.301.091,44	15.586.003,34	850.973.269,27	2.940.539.655,29	3.884.400.019,35
	2,0%	0,4%	21,9%	75,7%	100%
CP_Ovinocaprino	10.382.096,22	11.069.542,54	2.335.132.486,77	178.551.911,78	2.535.136.037,31
	0,4%	0,4%	92,1%	7,0%	100%
CP_Leite	247.309.293,73	224.742.778,35	2.335.132.486,77	178.551.911,78	2.985.736.470,63
	8,3%	7,5%	78,2%	6,0%	100%
CP_Ovos	38.902.255,82	63.235.890,44	2.326.469.780,64	177.889.532,77	2.606.497.459,68
	1,5%	2,4%	89,3%	6,8%	100%
CP_Aquicultura	21.713.121,95	114.520.577,44	1.503.606.459,64	118.246.893,35	1.758.087.052,37
	1,2%	6,5%	85,5%	6,7%	100%
	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	568.205.391,67	668.058.711,87	9.422.755.305,04	4.129.193.330,64	14.788.212.746,23
	3,8%	4,5%	63,7%	27,9%	100%

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A cadeia produtiva da castanha de caju (cadeia produtiva do Caju) destaca-se como a principal geradora de renda dentre as analisadas, totalizando aproximadamente R\$ 3,88 bilhões, com expressiva participação do setor de serviços (75,7%) e da indústria (21,9%). Essa composição ilustra o alto valor agregado na fase de beneficiamento e comercialização, indicando uma verticalização produtiva consolidada. Conforme apontado por Silva et al. (2017), cadeias que avançam nos elos de transformação e distribuição tendem a concentrar maior parcela da renda nos setores terciário e secundário, como se observa aqui. Por outro lado, as cadeias do leite, ovino-caprino, ovos e aquicultura, todas fortemente industrializadas, apresentam em comum a alta participação da indústria

na geração de valor. No caso do leite, a indústria responde por 78,2% da renda gerada na cadeia (R\$ 2,34 bilhões de um total de R\$ 2,99 bilhões), enquanto a agropecuária participa com apenas 7,5%.

Situação similar é observada nas cadeias de ovinos e caprinos (92,1% da renda na indústria), ovos (89,3%) e aquicultura (85,5%). Esse perfil evidencia que o valor econômico dessas cadeias reside predominantemente na transformação industrial, reforçando a necessidade de políticas de fortalecimento da base produtiva agropecuária para capturar maior valor adicionado localmente, como defendem Saboia e Servo (2018) ao discutirem a estrutura produtiva e as desigualdades na apropriação da renda.

A cadeia da fruticultura (cadeia produtiva de Frutas) apresenta estrutura distinta, com 71,6% da renda sendo gerada no setor de serviços, reflexo da sua forte orientação para exportação e logística, conforme indicam estudos sobre os polos produtivos de frutas no Nordeste brasileiro (IBRAF, 2020). A fruticultura mostra uma das maiores integrações com o mercado, onde a renda se concentra na comercialização e distribuição, fatores que exigem infraestrutura logística e cadeias de frio eficientes.

A cadeia de milho e feijão, representativa dos produtos de sequeiro, gera R\$ 460,97 milhões, com uma participação significativa do setor agropecuário (43,6%) e de serviços (29,6%). Trata-se da cadeia com maior peso relativo da produção primária na geração de renda, o que pode ser atribuído à menor complexidade industrial e à concentração de atividades no âmbito da produção agrícola. Segundo dados da EMBRAPA (2021), culturas de base alimentar como milho e feijão enfrentam restrições para verticalização produtiva no semiárido, o que limita a geração de valor fora da porteira.

A participação dos insumos na renda total das cadeias priorizadas é de apenas 3,8%, com destaque para a cadeia do leite (8,3%) e da fruticultura (13,5%). A baixa participação de insumos nas demais cadeias pode refletir a estrutura produtiva baseada em recursos naturais locais e técnicas de produção extensivas, o que sugere potencial para ganhos de produtividade com uso mais intensivo e eficiente de tecnologias e insumos modernos.

Em síntese, a renda gerada pelas cadeias produtivas prioritárias no Ceará, em 2019, reflete uma estrutura produtiva fortemente marcada pela industrialização nos segmentos de proteína animal (leite, ovos, ovinos/caprinos e aquicultura), pela comercialização nos produtos frutícolas e pela produção primária nos produtos de sequeiro. Essa configuração reforça a importância de estratégias diferenciadas de políticas públicas, que considerem as especificidades setoriais e territoriais, bem como a promoção de arranjos produtivos locais e o fortalecimento das capacidades de agregação de valor nas fases iniciais da produção.

3.3.4. Análise dos Benefícios Econômicos (R\$/m³ de água) gerados pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A avaliação dos benefícios econômicos por metro cúbico de água (R\$/m³) para as sete cadeias produtivas intensivas em uso de recursos hídricos no Ceará em 2019, leite, ovino-caprino, avicultura (ovos), aquicultura (camarão e tilápia), produtos de sequeiro (milho, feijão, castanha de caju) e fruticultura (banana, melão, maracujá e coco-da-baía), permite inferir a eficiência econômica relativa da água nas distintas etapas produtivas (insumos, agropecuária, indústria e serviços), revelando profundas diferenças entre os setores.

Tabela 11: Benefícios Econômicos (Valor Bruto da Produção-VBP, VBP por m³ de água, R\$/m³) gerados pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	484,88	56,84	120,45	50,10	74,05
CP_Frutas	2.716,70	6,05	21,86	13,09	9,55
CP_Caju	2.741,61	19,87	70,71	42,33	45,33
CP_Ovinocaprino	1.251,63	30,05	93,08	64,04	50,59
CP_Leite	1.021,08	55,13	308,98	117,56	136,17
CP_Ovos	1.532,93	8,10	28,47	17,25	13,97
CP_Aquicultura	6.956,77	14,53	49,42	30,97	23,65
<hr/>					
	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	978,60	12,65	40,20	21,45	20,90

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A análise da Tabela 11 evidencia diferenças estruturais relevantes na capacidade das cadeias produtivas intensivas em uso de água no Ceará em converter consumo hídrico em benefícios econômicos, mensurados pelo Valor Bruto da Produção (VBP) por metro cúbico de água em 2019. De forma agregada, as Cadeias Produtivas Prioritárias apresentaram um retorno médio de R\$20,90/m³, revelando baixa eficiência econômica global do uso da água quando considerada a totalidade dos elos produtivos. Observa-se que a maior parcela do valor gerado por unidade de água concentra-se nos insumos (R\$ 978,60/m³) e, sobretudo, na agroindústria (R\$ 40,20/m³), enquanto a agropecuária apresenta retorno bastante reduzido (R\$ 12,65/m³).

Essa assimetria confirma que a apropriação do valor econômico associado à água ocorre predominantemente nos elos a montante e, principalmente, a jusante da produção primária, em consonância com a literatura que aponta a indústria como principal vetor de agregação de valor nas cadeias agroalimentares (Lopes; Silva, 2020; Souza et al., 2020).

Entre as cadeias analisadas, a cadeia do leite destaca-se de forma expressiva, apresentando o maior benefício econômico global (R\$ 136,17/m³), com forte protagonismo da agroindústria, que

alcança R\$ 308,98/m³. Esse resultado evidencia a elevada capacidade de geração de valor do processamento industrial de laticínios, associado à padronização, diversificação de derivados e maior inserção em mercados formais.

Tal desempenho confirma evidências empíricas de que a indústria de laticínios no Nordeste apresenta elevada rentabilidade quando integrada a sistemas produtivos organizados e tecnologicamente estruturados, mesmo em contextos de restrição hídrica (Lopes; Silva, 2020; Oliveira et al., 2021). A cadeia ovino-caprina também apresenta desempenho relevante (R\$ 50,59/m³), com destaque para a agroindústria (R\$ 93,08/m³) e os agrosserviços (R\$ 64,04/m³), sinalizando o potencial de valorização econômica associado ao abate, beneficiamento e comercialização de carnes e derivados, conforme discutido por Andrade et al. (2019).

A cadeia do caju apresenta um perfil intermediário, com benefício global de R\$ 45,33/m³, sustentado principalmente pelos elevados retornos nos insumos (R\$ 2.741,61/m³) e nos agrosserviços (R\$ 42,33/m³), além de contribuição relevante da agroindústria (R\$ 70,71/m³). Essa configuração reflete a forte articulação da cajucultura cearense com mercados externos, logística, beneficiamento da castanha e serviços associados à exportação, corroborando análises que destacam a internacionalização e a valorização da cadeia como fatores centrais para a geração de renda regional (Lima et al., 2021).

Já a cadeia de ovos apresenta benefício global relativamente modesto (R\$ 13,97/m³), apesar de apresentar retorno industrial relevante (R\$ 28,47/m³), indicando que, embora exista agregação de valor no processamento, o elevado consumo indireto de água nos insumos e a escala produtiva limitam a eficiência hídrica global.

Por outro lado, a cadeia da aquicultura, apesar de apresentar o maior retorno nos insumos (R\$ 6.956,77/m³), revela benefício global relativamente baixo (R\$ 23,65/m³), refletindo seu elevado coeficiente hídrico e a forte dependência de água bruta. Ainda que a agroindústria apresente retorno significativo (R\$ 49,42/m³), especialmente no processamento de camarão e pescado, o consumo intensivo de água reduz a produtividade hídrica agregada, conforme observado por Medeiros e Freitas (2018) e EMBRAPA (2019).

A fruticultura irrigada, por sua vez, apresenta um dos menores benefícios globais (R\$ 9,55/m³), apesar do elevado retorno associado aos insumos (R\$ 2.716,70/m³), indicando que o uso intensivo de água na fase agrícola não se traduz proporcionalmente em valor agregado nos elos subsequentes, resultado compatível com os desafios estruturais da fruticultura irrigada no Nordeste, como custos logísticos, perecibilidade e dependência de mercados externos (Silva; Oliveira, 2017; FAO, 2022).

A cadeia de milho e feijão, típica de cultivos de sequeiro, apresenta benefício global de R\$ 74,05/m³, com destaque para os insumos (R\$ 484,88/m³) e a agroindústria (R\$ 120,45/m³). Embora o retorno econômico por unidade de água seja inferior ao observado em cadeias mais verticalizadas, essa atividade mantém elevada relevância estratégica para a segurança alimentar e a sustentabilidade da agricultura familiar no semiárido, desempenhando papel socioeconômico fundamental mesmo sob baixa eficiência hídrica (Vasconcelos et al., 2020).

Em síntese, os resultados da Tabela 11 demonstram que a eficiência do uso da água no Ceará está fortemente condicionada ao grau de verticalização, inovação tecnológica e integração entre os elos das cadeias produtivas, reforçando a necessidade de políticas públicas que ampliem a agregação de valor nos segmentos agroindustriais e de serviços, de modo a maximizar os retornos econômicos associados a um recurso hídrico cada vez mais escasso (ANA, 2019; IPEA, 2020).

3.3.5. Análise dos Benefícios Econômicos (Ocupação - Ocupação/1.000m³ de água) gerados pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A análise dos benefícios econômicos gerados por unidade de água utilizada, expressa em termos de ocupação por 1.000 m³, permite avaliar de forma qualitativa e quantitativa a capacidade das diferentes cadeias produtivas do agronegócio cearense em converter o recurso hídrico em oportunidades econômicas e ocupacionais. Este indicador é particularmente relevante em contextos semiáridos, como o do Ceará, nos quais a escassez hídrica impõe a necessidade de alocação eficiente dos recursos, conforme argumentam Brito et al. (2020) em estudo sobre segurança hídrica e desenvolvimento regional.

Tabela 12: Benefícios Econômicos (Ocupação - Ocupação/1.000m³) gerada pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	2,19	3,23	0,90	0,78	2,82
CP_Frutas	18,02	0,26	0,06	0,13	0,22
CP_Caju	18,19	0,49	23,29	19,42	6,30
CP_Ovinocaprino	5,41	0,71	33,02	0,65	3,57
CP_Leite	7,31	2,96	58,90	1,19	7,10
CP_Ovos	6,36	0,13	9,37	0,18	0,84
CP_Aquicultura	34,33	0,55	16,02	0,31	1,69
<hr/>					
	Insumos	Agropecuária	Agroindústria	Agrosserviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	5,70	0,54	6,55	0,81	1,05

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

Os resultados obtidos demonstram que, entre as sete cadeias produtivas analisadas, leite, ovino-caprino, avicultura (ovos), aquicultura, milho e feijão (sequeiro), fruticultura e castanha de caju, a cadeia do leite obteve o maior benefício econômico agregado (7,10 ocupações/1.000 m³), evidenciando a expressiva contribuição do setor industrial, responsável por 58,90 ocupações/1.000 m³.

Isso reflete o alto grau de verticalização e a presença de agroindústrias de laticínios no estado, que potencializam o emprego por meio da transformação de matéria-prima em produtos com maior valor agregado, conforme já identificado por Silva e Teles (2019) ao analisarem a importância da cadeia leiteira para a economia rural do Nordeste.

A cadeia do caju aparece em segundo lugar (6,30 ocupações/1.000 m³), com destaque também para os setores industrial (23,29) e de serviços (19,42), além de elevado retorno nos insumos (18,19).

Esses dados indicam forte articulação entre etapas produtivas e integração com mercados externos, em linha com os achados de Souza et al. (2018), que ressaltam o papel das exportações e da industrialização da castanha como motores de geração de empregos e dinamismo econômico no semiárido.

A cadeia ovino-caprina apresenta o terceiro maior retorno (3,57 ocupações/1.000 m³), novamente impulsionado pela indústria (33,02), o que evidencia o papel central dos frigoríficos e unidades de processamento na estrutura produtiva. Apesar da baixa contribuição da agropecuária (0,71), o resultado reafirma o potencial do setor quando integrado a sistemas agroindustriais organizados, como discutido por Melo e Almeida (2020), que destacam a importância da certificação sanitária e do acesso a mercados institucionais.

Por outro lado, cadeias como aquicultura (1,69), avicultura de ovos (0,84) e fruticultura irrigada (0,22) apresentaram baixos retornos ocupacionais por unidade de água, sendo que esta última se destacou negativamente, com contribuições pequenas nos elos da agropecuária e dos agrosserviços.

Ainda que a fruticultura irrigada tenha papel relevante em termos de valor bruto da produção (VBP), os resultados sugerem um descompasso entre o uso intensivo de água e os efeitos multiplicadores em ocupação ao longo da cadeia. Essa constatação corrobora estudos como o de Lima et al. (2022), que identificam entraves estruturais no escoamento e comercialização de frutas, além de gargalos na agregação de valor no interior do estado.

A cadeia de milho e feijão, representando os produtos de sequeiro, apresentou 2,82 ocupações/1.000 m³, com contribuição mais equilibrada entre os setores de insumos (2,19), agropecuária (3,23) e serviços (0,78). Embora os valores sejam inferiores aos das cadeias mais industrializadas, seu desempenho relativamente alto para um sistema de produção com menor uso de

tecnologia e água reflete sua importância social e alimentar, especialmente no contexto da agricultura familiar do semiárido, conforme salientado por Costa et al. (2021).

A média das cadeias produtivas prioritárias (leite, ovino-caprino, ovos e aquicultura) foi de 1,05 ocupações/1.000 m³, com destaque para a indústria (6,55) e insumos (5,70). Essa média, no entanto, esconde disparidades internas significativas, como a alta eficiência ocupacional do leite e a baixa performance da avicultura de ovos.

Em síntese, os resultados evidenciam que os maiores retornos ocupacionais da água estão associados a cadeias com forte grau de industrialização e encadeamentos produtivos robustos.

Os dados sugerem que a formulação de políticas públicas deve priorizar o fortalecimento da agroindústria regional, a inovação tecnológica e o suporte logístico às cadeias produtivas com maior potencial de retorno econômico e social por unidade de água utilizada. A abordagem de uso eficiente da água, portanto, deve ir além da produtividade física, considerando sua capacidade de gerar empregos e dinamizar economias locais em regiões semiáridas.

3.3.6. Análise dos Benefícios Econômicos (Renda – Renda por m³ de água, R\$/m³) gerados pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água

A análise dos benefícios econômicos expressos pela renda gerada por metro cúbico de água (R\$/m³) evidencia diferenças estruturais significativas na eficiência do uso dos recursos hídricos entre as cadeias produtivas intensivas em água no Ceará em 2019. Em um contexto de escassez hídrica crônica, como o semiárido cearense, esse indicador revela-se fundamental para avaliar não apenas o desempenho econômico das atividades, mas também sua racionalidade produtiva frente às limitações ambientais, conforme destacado por Seroa da Motta e Huber (2010) e Araújo et al. (2019).

De forma agregada, as Cadeias Produtivas Prioritárias apresentaram renda média de apenas R\$ 16,08/m³, revelando baixa eficiência econômica global do uso da água, com forte concentração da renda no elo industrial (R\$ 143,60/m³) e desempenho bastante reduzido da agropecuária (R\$ 1,01/m³), o que evidencia a assimetria na apropriação dos benefícios ao longo das cadeias.

Entre as cadeias analisadas, a ovinocaprinocultura apresentou o maior retorno econômico por unidade de água, com geração de R\$ 180,97/m³, destacando-se de forma expressiva o segmento industrial, responsável por R\$ 1.895,47/m³. Esse resultado confirma que a agregação de valor ocorre majoritariamente no processamento de carnes e derivados, enquanto a agropecuária apresenta contribuição marginal (R\$ 1,14/m³). Tal configuração reforça a relevância da verticalização produtiva e da agroindustrialização regional como estratégias centrais para elevar a eficiência econômica do uso da água, conforme apontado por Silva (2018) e Andrade et al. (2019).

Dinâmica semelhante é observada na cadeia do leite, que registrou R\$ 104,79/m³, sustentada principalmente pelo elevado retorno industrial (R\$ 1.073,01/m³), evidenciando o papel estratégico da indústria de laticínios na geração de renda no meio rural cearense (Oliveira et al., 2021).

Tabela 13: Benefícios Econômicos (Renda - Renda por m³ de água, R\$/m³) gerados pelas Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
CP_Milho e Feijão	47,25	4,55	16,32	20,35	8,45
CP_Frutas	440,03	0,10	1,13	3,46	1,02
CP_Caju	454,39	0,81	424,22	505,15	142,15
CP_Ovinocaprino	115,05	1,14	1.895,47	60,81	180,97
CP_Leite	170,97	11,76	1.073,01	31,02	104,79
CP_Ovos	135,63	0,49	170,78	4,56	14,27
CP_Aquicultura	755,75	2,39	291,74	8,18	25,99
<hr/>					
	Insumos	Agropecuária	Indústria	Serviços	Cadeia Produtiva
Cadeias produtivas Prioritárias	133,71	1,01	143,60	21,71	16,08

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A cadeia da cajucultura também apresentou desempenho expressivo, com renda de R\$ 142,15/m³, impulsionada não apenas pela indústria (R\$ 424,22/m³), mas sobretudo pelos serviços (R\$ 505,15/m³). Esse padrão reflete a forte integração da cadeia com atividades de comercialização, logística e exportação da castanha beneficiada, indicando elevada capacidade de captura de valor nos elos finais da cadeia, conforme discutido por Souza et al. (2020) e Lima et al. (2021).

Por sua vez, a aquicultura apresentou renda intermediária de R\$ 25,99/m³, com destaque novamente para a indústria (R\$ 291,74/m³), enquanto os demais elos apresentaram rendimentos modestos. Esse resultado sinaliza que, embora o processamento de pescado e camarão agregue valor, o elevado consumo de água e as limitações logísticas e organizacionais ainda reduzem a eficiência econômica global da cadeia (Braga et al., 2017).

As cadeias de ovos e de milho e feijão apresentaram baixos retornos econômicos por metro cúbico de água, com R\$ 14,27/m³ e R\$ 8,45/m³, respectivamente. No caso da avicultura de postura, apesar da presença de um segmento industrial relativamente eficiente (R\$ 170,78/m³), a baixa contribuição da agropecuária e dos serviços limita a eficiência global da cadeia, refletindo gargalos tecnológicos e organizacionais ainda persistentes (Moura; Andrade, 2020).

Já a cadeia de milho e feijão, típica de cultivos de sequeiro, apresentou maior contribuição relativa dos insumos e dos serviços, mas baixo retorno agropecuário, evidenciando que, embora essas culturas tenham menor dependência direta de irrigação, seu retorno econômico por unidade de água

permanece reduzido. Ainda assim, seu papel estratégico na segurança alimentar e na manutenção da agricultura familiar justifica políticas de apoio específicas (Almeida; Brito, 2022).

A fruticultura irrigada apresentou o pior desempenho entre as cadeias analisadas, com apenas R\$ 1,02/m³, resultado associado à quase inexistente geração de renda na agropecuária (R\$ 0,10/m³), apesar do elevado uso de água. Esse dado evidencia baixa eficiência econômica do recurso hídrico, corroborando estudos que apontam fragilidades estruturais da fruticultura irrigada no Nordeste, como baixa agregação de valor local, elevados custos logísticos e vulnerabilidade a choques climáticos e de mercado (Silva; Oliveira, 2017; Lima et al., 2022).

Em síntese, os resultados demonstram que a eficiência econômica do uso da água no Ceará está fortemente associada à capacidade de industrialização, à integração dos elos produtivos e ao fortalecimento dos serviços de apoio e comercialização. Cadeias mais verticalizadas, como ovino-caprina, caju e leite, apresentam retornos hídricos significativamente superiores, enquanto cadeias com menor agregação de valor, como fruticultura irrigada e cultivos de sequeiro, exibem baixos níveis de produtividade hídrica.

Essas evidências reforçam a necessidade de políticas públicas orientadas à agregação de valor, inovação tecnológica e fortalecimento da agroindústria regional, de modo a promover o uso mais eficiente e sustentável da água como fator estratégico de desenvolvimento econômico e social no semiárido cearense.

3.4. ANÁLISE DOS MULTIPLICADORES DE IMPACTO DE PRODUÇÃO, EMPREGO E RENDA E DO NÍVEL DE ENCADEAMENTO PARA FRENTE E PARA TRÁS DAS CADEIAS PRODUTIVAS COM ENFOQUE NA PRODUÇÃO DE USO INTENSIVO DE ÁGUA

3.4.1. Fluxos Monetários

A análise dos multiplicadores de impacto de produção, emprego e renda, bem como dos índices de ligação para frente e para trás das cadeias produtivas intensivas no uso da água no Ceará, fundamentada na Matriz Insumo-Produto Regional de 2019, fornece importantes subsídios para compreender a relevância econômica e os efeitos de encadeamento dessas atividades sobre a estrutura produtiva estadual. As cadeias avaliadas, leite, ovos, ovinocaprinocultura, aquicultura, milho e feijão, frutas e caju, possuem forte dependência hídrica, sendo, portanto, estratégicas do ponto de vista da segurança alimentar, do desenvolvimento rural e da gestão sustentável dos recursos hídricos.

No que se refere aos multiplicadores de produção (R\$/R\$), observa-se que os valores são relativamente próximos, variando entre 0,60 e 0,64, com destaque para a cadeia de frutas (0,64) e a de ovos (0,62). Isso indica que, para cada real adicional demandado final dessas cadeias, a produção total na economia cearense aumenta em cerca de R\$ 0,60 a R\$ 0,64, revelando efeitos de segunda

ordem significativos, porém ainda limitados, dado o baixo grau de adensamento produtivo regional (GUILHOTO et al., 2010).

Tabela 14: Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás dos fluxos monetários das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

Setores	Participação na Estrutura de Fluxos Monetários do Ceará (%)	Multiplicador de Produção	Multiplicador de Renda	Multiplicador de Trabalho	Índice de ligação para Frente	Índice de ligação para trás
		(R\$ / R\$)	(R\$ / R\$)	(Emprego / R\$ milhão)		
Cadeia Produtiva do Milho e Feijão	1,61%	0,63	0,30	14,88	1,1694	1,0359
Cadeia Produtiva de Frutas	2,07%	0,64	0,31	14,64	1,1527	1,0524
Cadeia Produtiva do Caju	0,49%	0,60	0,28	13,96	1,1007	1,0392
Cadeia Produtiva de Leite	1,55%	0,60	0,29	16,16	1,1343	1,0295
Cadeia Produtiva de Ovos	1,02%	0,62	0,32	15,05	1,1175	1,0355
Cadeia Produtiva de Ovinocaprinocultura	0,28%	0,61	0,29	17,09	1,1143	1,0443
Cadeia Produtiva da Aquicultura	0,64%	0,60	0,31	14,60	1,0926	1,0328

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

Em termos de geração de renda, os multiplicadores também se mantêm em faixa estreita, com destaque para os setores de ovos (0,32), frutas (0,31) e aquicultura (0,31), que superam ligeiramente as demais cadeias. Já a cadeia do caju apresenta o menor multiplicador de renda (0,28), sinalizando menor capacidade distributiva. Tal desempenho reflete, em parte, a estrutura de capital e trabalho das atividades, uma vez que cadeias mais mecanizadas e com menor intensidade de mão de obra tendem a apresentar menor geração de renda relativa (SILVA; CANDELORO, 2021).

O multiplicador de trabalho, expresso em empregos gerados por milhão de reais da demanda final, é um dos indicadores mais relevantes para o planejamento de políticas públicas. A cadeia de ovinocaprinocultura apresenta o maior valor (17,09), seguida pela cadeia do leite (16,16) e de ovos (15,05), demonstrando forte potencial de geração de ocupações. Por outro lado, a cadeia do caju, apesar de sua expressiva participação na economia estadual (11,35%), apresenta o menor multiplicador de trabalho (13,96), sugerindo menor intensidade de emprego por unidade de valor monetário gerado.

No caso da cadeia de frutas, esta apresentou um multiplicador de produção de 0,64. Isso indica que o aumento de R\$1,00 na demanda final da cadeia produtiva de frutas levaria a um aumento da cadeia de frutas de R\$0,64 no valor da produção na economia. Quanto ao seu multiplicador de renda, a cadeia produtiva de frutas apresentou um multiplicador de renda de 0,31. Ou seja, para cada R\$1,00 a mais de demanda final da cadeia produtiva de frutas, são gerados R\$0,31 a mais de renda da economia.

Já quanto ao multiplicador de emprego, a cadeia produtiva de frutas apresentou um multiplicador de emprego de 14,64, corresponde a geração de 14,64 empregos para atender a produção total da cadeia produtiva de frutas em resposta a um aumento de R\$1 milhão na demanda final da cadeia produtiva de frutas do Ceará.

No que se refere aos índices de encadeamento de Rasmussen e Hirschman para frente e para trás da cadeia produtiva de frutas, verificou-se os seguintes resultados. O índice de encadeamento para frente da cadeia produtiva de frutas foi de 1,15 e o índice de encadeamento para trás foi de 1,05. De modo que para cada aumento de uma unidade monetária (R\$1,00) na demanda final, a produção da cadeia produtiva de frutas aumenta em R\$1,15 para frente e R\$1,05 para trás.

Os índices de ligação para frente e para trás (baseados na metodologia de Rasmussen-Hirschman) fornecem uma avaliação do grau de encadeamento setorial das atividades. A cadeia de milho e feijão apresenta o maior índice de ligação para frente (1,1694), revelando forte capacidade de indução da demanda nos setores compradores. Frutas (1,1527) e leite (1,1343) também se destacam nesse aspecto, o que pode ser explicado pela importância dessas cadeias no abastecimento da agroindústria e do setor de alimentos processados. Em contrapartida, a aquicultura apresenta o menor índice para frente (1,0926), refletindo sua inserção mais restrita na malha produtiva local.

Quanto aos índices de ligação para trás, que expressam o quanto cada cadeia demanda de insumos dos demais setores, o maior valor é observado na cadeia de ovinocaprinocultura (1,0443), seguido pela de frutas (1,0524) e aquicultura (1,0328), sinalizando maior grau de internalização da cadeia de suprimentos no território cearense. A cadeia do leite apresenta o menor índice (1,0295), possivelmente em virtude de uma estrutura produtiva ainda baseada em sistemas familiares de baixa integração com mercados de insumos modernos.

A relevância das cadeias de leite (19,41%) e ovos (18,84%) para a economia do Ceará se evidencia tanto pela sua participação no PIB quanto pela capacidade de geração de emprego e encadeamento produtivo. Tais cadeias possuem papel crucial na segurança alimentar e no dinamismo econômico de áreas rurais. A cadeia da aquicultura, com 12,16% de participação, revela-se igualmente estratégica, sobretudo considerando seu potencial de crescimento com tecnologias sustentáveis de uso da água (NASCIMENTO et al., 2020).

Em síntese, os resultados reforçam a necessidade de políticas públicas voltadas ao fortalecimento das cadeias produtivas intensivas em uso da água, com foco na elevação da produtividade, maior integração com o setor industrial e incremento da eficiência hídrica e econômica. A incorporação de tecnologias de irrigação racional, melhoramento genético e gestão de

sistemas de produção são estratégias promissoras para maximizar os impactos positivos dessas cadeias na economia regional.

3.4.2. Análise dos setores mais representativos das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água – Fluxos Monetários (Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás)

A análise dos fluxos monetários a partir da matriz insumo-produto regional do Ceará, com foco nos setores de uso intensivo de água no ano de 2019, permite identificar os setores mais relevantes em termos de impactos econômicos diretos e indiretos. São particularmente destacadas as cadeias da agropecuária, fabricação de produtos alimentícios, bebidas e setores industriais correlatos, avaliando seus multiplicadores de produção, emprego e renda, além dos índices de encadeamento para frente e para trás.

A agropecuária apresenta-se como um dos setores centrais na economia cearense do ponto de vista da geração de emprego, com um multiplicador de trabalho de 43,38 empregos por milhão de reais, o maior entre todos os setores avaliados. Apesar de possuir um multiplicador de produção relativamente moderado (0,77 R\$/R\$) e um baixo multiplicador de renda (0,13 R\$/R\$), seu índice de ligação para frente é elevado (1,1193), o que indica que a agropecuária fornece insumos relevantes para diversos outros setores da economia. Essa característica reforça o papel estruturante da agropecuária nas cadeias produtivas do Estado, especialmente no contexto das atividades de base hídrica como a produção de leite, fruticultura irrigada e produção de sequeiro. Conforme enfatizado por Guilhoto et al. (2010), cadeias com elevado encadeamento para frente tendem a dinamizar outras atividades econômicas a jusante, consolidando sua centralidade sistêmica.

Por sua vez, a fabricação de produtos alimentícios, com um multiplicador de produção de 0,44 R\$/R\$, apresenta destaque nos índices de encadeamento para trás (1,1732), o que evidencia sua elevada dependência de insumos advindos de outros setores, especialmente da agropecuária. Esse resultado reforça o caráter integrado dessas duas atividades dentro da cadeia agroindustrial. A fabricação de bebidas, igualmente intensiva em insumos agrícolas e hídricos, também possui um índice de ligação para trás elevado (1,1483), ainda que seu impacto em emprego (7,44 empregos/milhão) e produção (0,46 R\$/R\$) seja inferior ao de outros setores.

A análise dos multiplicadores de renda revela que setores como administração pública, atividades financeiras e serviços profissionais possuem maior capacidade de geração de renda por unidade monetária investida, mas não estão diretamente associados às cadeias de uso intensivo de água. Por outro lado, os setores industriais associados à produção agroalimentar, apesar de multiplicadores de renda moderados, têm grande potencial de sinergia com políticas de

desenvolvimento regional hídrico-rural. A literatura de economia regional reforça que setores com altos multiplicadores de renda e emprego, mesmo que de menor valor adicionado, são estratégicos em regiões de menor desenvolvimento relativo (Haddad, 1989).

Tabela 15: Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás dos Principais Setores Produtivos das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

Valor Bruto da Produção	Multiplicador de Produção	Multiplicador de Renda	Multiplicador de Trabalho	Índice de ligação para Frente	Índice de ligação para trás
	(R\$ / R\$)	(R\$ / R\$)	(Emprego / R\$ milhão)		
Informação e comunicação	0,98	0,44	16,66	1,1911	1,4007
Atividades imobiliárias	0,95	0,04	1,93	1,1766	0,8923
Administração, defesa, educação e saúde públicas e segurança social	0,87	0,74	10,41	0,8561	0,9717
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	0,87	0,51	19,51	2,2403	1,0336
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	0,86	0,57	7,10	1,0779	1,1112
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	0,85	0,39	28,25	1,9621	1,0850
Serviços de alojamento	0,79	0,51	24,53	0,9030	1,1885
Agropecuária	0,77	0,13	43,38	1,1193	0,9306
Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços	0,76	0,41	39,76	0,9005	1,1900
Serviços de alimentação	0,65	0,22	32,10	0,9073	1,0695
Transporte, armazenagem e correio	0,63	0,37	18,80	1,5346	1,0779
Fab. de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,57	0,29	12,13	0,8476	1,0282
Construção	0,55	0,31	21,83	0,9768	1,0200
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	0,54	0,12	3,03	1,3580	1,0448
Manutenção, reparação e instalação de máq. e equip	0,54	0,23	4,84	0,9601	0,8928
Indústrias extrativas	0,51	0,22	5,92	0,9262	0,9801
Fabricação de produtos de madeira, exceto móveis, de celulose, papel e produtos de papel e serviços de impressão e reprodução de gravações	0,50	0,23	26,59	0,9684	1,0137
Outras atividades industriais	0,48	0,24	23,98	0,8438	0,9703
Fabricação de bebidas	0,46	0,25	7,44	0,9673	1,1483
Fabricação de produtos alimentícios	0,44	0,25	13,54	0,9971	1,1732
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,41	0,33	4,88	0,8290	0,9138
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,41	0,29	12,53	0,8296	0,9406
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e outros equipamentos de transporte	0,28	0,22	8,18	0,8295	0,9350
Fabricação de produtos químicos	0,27	0,14	4,07	0,9401	1,0004
Refino de petróleo e coque e de álcool e outros biocombustíveis	0,15	0,10	0,95	0,8301	0,8864

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

A indústria de alimentos e bebidas também se destaca pelos seus índices de ligação, sendo, portanto, estratégica no desenho de políticas públicas voltadas ao fortalecimento das cadeias produtivas baseadas em água. Além disso, os setores de transporte e comércio, ainda que não diretamente intensivos em uso de água, possuem elevada integração econômica (índices de ligação

para frente superiores a 1,5), o que indica seu papel como vetores de escoamento da produção e distribuição da produção agropecuária e agroindustrial.

Do ponto de vista das políticas públicas, tais resultados indicam que o fortalecimento das cadeias intensivas em água no Ceará, como leite, fruticultura irrigada, aquicultura e produção de sequeiro, deve considerar não apenas o aporte direto ao setor agropecuário, mas também à sua articulação com a agroindústria e serviços correlatos, buscando maximizar os efeitos multiplicadores na economia regional. A abordagem integrada é coerente com os princípios da análise insumo-produto regional, conforme defendido por Miller e Blair (2009), permitindo a formulação de estratégias setoriais mais efetivas e territorialmente ajustadas.

Em síntese, a análise dos multiplicadores de produção, renda e trabalho, bem como dos índices de ligação, evidencia que a agropecuária e os setores industriais associados à transformação de seus produtos exercem papel estruturante nas cadeias produtivas de uso intensivo de água no Ceará. A priorização desses setores em políticas de desenvolvimento regional e gestão de recursos hídricos pode alavancar resultados econômicos, sociais e ambientais mais robustos e integrados.

3.4.3. Fluxos Hídricos

A análise dos multiplicadores de impacto de produção, emprego e renda, bem como dos índices de encadeamento para frente e para trás associados aos fluxos hídricos, permite aferir a eficiência econômica e social do uso da água em cadeias produtivas com elevado consumo hídrico no estado do Ceará. Fundamentada na Matriz Insumo-Produto Regional de 2019, esta análise evidencia a interdependência setorial e a capacidade de cada cadeia produtiva em gerar efeitos multiplicadores sobre a economia a partir da utilização de um recurso natural estratégico: a água.

A cadeia produtiva de frutas destacou-se tanto pela elevada participação relativa na economia estadual (40,39%) quanto pelos expressivos multiplicadores por metro cúbico de água utilizada: 1.501,34 para produção, 328,54 para renda e 16,72 para emprego. Esses valores sugerem que a fruticultura, embora intensiva no uso de recursos hídricos, apresenta elevado retorno econômico e social por unidade de água empregada, corroborando análises anteriores que apontam o setor como fundamental para as exportações e para a geração de empregos no campo (IPEA, 2021).

A cadeia de milho e feijão, com 4,04% de participação econômica, apresentou o maior multiplicador de produção por m³ de água (R\$ 1.719,47), o que indica uma elevada eficiência produtiva hídrica. Além disso, foi a cadeia com maior multiplicador de emprego (17,50 empregos por mil m³ de água), sugerindo forte capacidade de geração de ocupação a partir do uso de água. Esses resultados estão em consonância com a natureza intensiva em mão de obra dessas culturas no contexto

semiárido, conforme apontado por Silva e Santos (2020), e reforçam sua importância para a segurança alimentar.

Tabela 16: Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás dos fluxos hídricos das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

Setores	Participação na Estrutura de Fluxos Hídricos do Ceará (%)	Multiplicador de Produção	Multiplicador de Renda	Multiplicador de Trabalho	Índice de ligação para Frente	Índice de ligação para trás
		(R\$ / m ³ Água)	(R\$ / m ³ Água)	(Emprego / Mil m ³ Água)		
Cadeia Produtiva do Milho e Feijão	4,04%	1.719,47	354,25	17,50	1,0850	1,0457
Cadeia Produtiva de Frutas	40,39%	1.501,34	328,54	16,72	1,1722	1,0471
Cadeia Produtiva do Caju	2,03%	1.569,84	338,44	16,58	1,1911	1,0370
Cadeia Produtiva de Leite	2,11%	1.427,66	317,63	16,28	1,1522	1,0352
Cadeia Produtiva de Ovos	13,54%	1.575,84	345,74	17,18	1,2046	1,0569
Cadeia Produtiva de Ovinocaprinocultura	1,04%	1.495,04	332,11	17,06	1,1522	1,0421
Cadeia Produtiva da Aquicultura	5,01%	1.471,53	317,44	16,00	1,1127	0,9923

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

As cadeias da avicultura (ovos) e do caju também revelaram desempenho relevante. A cadeia de ovos, com 13,54% de participação na economia cearense, apresentou multiplicadores elevados tanto para produção (R\$ 1.575,84/m³) quanto para renda (R\$ 345,74/m³), além de um índice de ligação para frente de 1,2046, o mais alto entre os setores analisados, evidenciando seu papel como indutora de atividades econômicas em setores subsequentes. O setor de caju, ainda que com menor participação (2,03%), apresentou boa performance, especialmente nos índices de ligação (1,1911 para frente e 1,0370 para trás), o que reflete sua conectividade com outras atividades econômicas da cadeia agroindustrial.

A cadeia do leite, com 2,11% de participação, apresentou os menores multiplicadores entre os setores analisados, com R\$ 1.427,66 por m³ para produção e R\$ 317,63 por m³ para renda, embora tenha mantido um nível de geração de empregos relativamente elevado (16,28). Este comportamento sugere limitações quanto à eficiência do uso hídrico, podendo ser associado a gargalos tecnológicos ou estruturais, como apontado por estudos do MAPA (2018), que indicam baixa produtividade e informalidade no setor leiteiro em regiões do Nordeste.

No caso da ovinocaprinocultura, que representa 1,04% da economia estadual, os resultados apontam uma boa performance no uso da água: R\$ 1.495,04 de produção e R\$ 332,11 de renda por m³ de água, além de 17,06 empregos por mil m³. Estes indicadores evidenciam o potencial do setor como alternativa sustentável para o semiárido, sobretudo em razão da sua adaptação às condições edafoclimáticas e à baixa exigência hídrica por animal (FAO, 2020).

A aquicultura, representando 5,01% da economia, apresentou multiplicadores medianos (R\$ 1.471,53 para produção, R\$ 317,44 para renda e 16,00 empregos/mil m³), porém com o menor índice

de ligação para trás (0,9923), o que sugere menor integração com as atividades anteriores na cadeia produtiva. Esse dado pode indicar oportunidades para o fortalecimento de segmentos intermediários, como a produção de insumos e serviços especializados, de modo a aumentar os efeitos multiplicadores desse setor sobre a economia regional.

Em termos de encadeamento setorial, os índices de ligação para frente e para trás (baseados em Rasmussen-Hirschman) revelaram que as cadeias produtivas analisadas estão relativamente bem conectadas à estrutura produtiva do estado, com destaque para a cadeia de ovos (1,2046 para frente), caju (1,1911 para frente) e frutas (1,1722 para frente). Esses resultados indicam que os estímulos de demanda final nessas cadeias geram repercussões significativas nos setores consumidores dos seus produtos, contribuindo para o dinamismo econômico regional.

Analizando os multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás da cadeia de frutas em termos de fluxos hídricos, verificou-se que o multiplicador de produção foi da ordem de R\$1.501,34/m³ de água. Isso indica que o aumento na demanda final de 1 m³ de água pelas atividades econômicas da cadeia produtiva de frutas levaria a um aumento R\$1.501,34 no valor da produção na economia.

Quanto ao seu multiplicador de renda, a cadeia produtiva de frutas apresentou um multiplicador de renda de R\$328,54/m³ de água. Ou seja, para cada para cada m³ de água a mais de demanda final da cadeia produtiva de frutas, é regada uma renda adicional de R\$328,54 na economia.

Já quanto ao multiplicador de emprego, a cadeia produtiva de frutas apresentou um multiplicador de emprego de 16,72/1.000m³ de água, corresponde a geração de 16,72 empregos para atender a produção total da cadeia produtiva de frutas em resposta a um acréscimo de 1.000m³ na demanda final da cadeia produtiva de frutas.

Em suma, a análise dos multiplicadores hídricos reafirma a importância das cadeias produtivas intensivas em uso de água para a economia cearense, destacando o papel estratégico da fruticultura, do milho e feijão, e da avicultura como indutoras de crescimento e geração de emprego. Contudo, também sinaliza a necessidade de políticas públicas voltadas à melhoria da eficiência hídrica, inovação tecnológica e fortalecimento de elos produtivos menos articulados, como no caso da aquicultura. A sustentabilidade da produção no semiárido passa, portanto, por uma gestão integrada dos recursos hídricos e pelo fortalecimento das cadeias que mais retornam à economia por unidade de água consumida.

Na visão macroeconômica, o conhecimento da demanda perpassa pela identificação dos fluxos de água intra e inter-regionais gerados pela rede de comércio de bens e serviços (LIN et al., 2019;

ZHAO et al., 2019). Esses fluxos são denominados de fluxos de água virtual (DISTEFANO et al., 2018). Chen & Li (2015), ressalta que a água virtual permite avaliar a dependência de uma região por recursos hídricos ao identificar do volume de água incorporado na produção de bens e serviços e por meio de suas transações comerciais, que transportam essa água virtual para outras regiões.

A pressão existente sobre os recursos hídricos tem despertado os gestores e pesquisadores da área a darem maior atenção a gestão da demanda por água, tratando este bem como um insumo escasso que deve ser alocado entre os mais diversos usos pelas atividades econômicas, visando priorizar seus usos, avaliar sua produtividade e fornecer subsídios aos gestores para melhorar o acesso a esse bem.

Desta forma o Modelo Insumo-Produto desenvolvido por Leontief apresenta-se como um instrumental metodológico adequado a este propósito, tendo em vista que permite o estudo das relações Inter setoriais, bem como dos impactos provocados por alterações na demanda de um determinado setor sobre os demais setores produtivos da economia cearense (LIMA, 2002).

3.4.4. Análise dos setores mais representativos das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água – Fluxos Hídricos (Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás)

A análise dos fluxos hídricos a partir da matriz insumo-produto regional do Estado do Ceará, com enfoque nos setores produtivos intensivos em uso da água no ano de 2019, evidencia a complexidade das relações intersetoriais e os efeitos multiplicadores econômicos associados ao uso deste recurso essencial. As cadeias produtivas selecionadas foram avaliadas a partir dos multiplicadores de produção, de renda e de emprego, bem como pelos índices de ligação para frente e para trás, que refletem os encadeamentos setoriais com os demais setores da economia.

Os resultados mostram que o setor de fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias apresentou o maior multiplicador de produção (R\$ 3.522,08/m³ de água), revelando uma elevada capacidade de geração de valor bruto da produção a partir do uso da água, apesar de um multiplicador de emprego relativamente moderado (24,08 empregos/1.000 m³) e de encadeamentos médios com o restante da economia (índices de ligação para frente e para trás de 0,4406 e 0,4603, respectivamente). De forma similar, a fabricação de produtos de borracha e material plástico mostrou também forte impacto na produção (R\$ 3.500,39/m³), com destaque adicional para o emprego (37,55 empregos/1.000 m³) e um índice de ligação para trás relativamente elevado (0,5152), o que sinaliza dependência significativa de insumos de outros setores.

Tabela 17: Multiplicadores de impacto de Produção, Emprego e Renda e do nível de encadeamento para frente e para trás dos Principais Setores Produtivos das Cadeias Produtivas com enfoque na Produção de Uso Intensivo de Água estimado pela TRU-CE, Ceará, 2019

Setores	Multiplicador de Produção	Multiplicador de Renda	Multiplicador de Trabalho	Índice de ligação para Frente	Índice de ligação para trás
	(R\$ / m ³ Água)	(R\$ / m ³ Água)	(Emprego / Mil m ³ Água)		
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e outros equipamentos de transporte	3.522,08	648,21	24,08	0,4406	0,4603
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	3.500,39	885,96	37,55	0,4407	0,5152
Fabricação de produtos químicos	3.094,76	337,09	8,54	0,4676	0,4949
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	2.850,09	236,28	5,21	0,4907	0,6463
Manutenção, reparação e instalação de máq. e equip	2.761,11	579,80	11,25	0,4436	0,5953
Outras atividades industriais	2.708,74	526,71	56,29	0,4425	0,5230
Transporte, armazenagem e correio	2.364,00	652,44	34,21	0,5159	0,6918
Construção	2.345,21	585,48	42,39	0,4808	0,6192
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	2.059,81	600,07	46,35	0,7556	0,7288
Fabricação de produtos alimentícios	1.700,70	302,85	10,56	0,4888	6,6370
Refino de petróleo e coque e de álcool e outros biocombustíveis	1.427,60	131,21	1,08	0,4425	1,4085
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1.242,83	260,97	12,34	0,4600	0,5401
Fabricação de produtos de madeira, exceto móveis, de celulose, papel e produtos de papel e serviços de impressão e reprodução de gravações	1.131,85	213,07	23,63	0,4553	0,6297
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	1.118,85	231,50	19,69	0,4436	0,5647
Informação e comunicação	1.108,52	293,63	15,70	0,5898	0,8719
Fabricação de máquinas e equipamentos	783,47	227,35	3,97	0,4420	0,7067
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	778,48	321,79	4,50	0,7451	0,9801
Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços	683,40	177,76	13,75	0,7507	0,8693
Fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro	633,81	172,82	11,53	0,6632	0,7109
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	624,80	228,31	9,46	1,1344	0,9507
Atividades imobiliárias	563,42	31,60	1,86	0,4795	0,4720
Serviços de alimentação	522,13	93,76	10,20	0,5594	0,6742
Administração, defesa, educação e saúde públicas e segurança social	521,75	287,07	4,85	3,2292	1,0286
Educação e saúde privadas	372,92	124,14	5,63	1,7416	1,0633
Serviços domésticos	131,23	130,61	19,49	0,7946	1,2494
Agropecuária	78,43	12,63	1,02	9,3845	0,5308

Fonte: TRU-CE/IPECE, 2024.

Já o setor de fabricação de produtos químicos, com um alto multiplicador de produção (R\$ 3.094,76/m³), apresentou menor capacidade de geração de emprego (8,54 empregos/1.000 m³), refletindo uma estrutura produtiva mais capital-intensiva, e encadeamentos intermediários (0,4676 para frente e 0,4949 para trás). Os setores de eletricidade, gás, água, esgoto e resíduos e de

manutenção e reparação de máquinas e equipamentos também aparecem como relevantes em termos de produção (R\$ 2.850,09/m³ e R\$ 2.761,11/m³, respectivamente), mas com baixos multiplicadores de renda e emprego, indicando que o uso da água nesses setores tende a gerar valor, mas com menor efeito distributivo direto.

No que se refere aos efeitos sobre o emprego, destaca-se o setor de outras atividades industriais, com 56,29 empregos por 1.000 m³ de água, o maior valor entre os setores analisados, o que aponta para um elevado potencial de geração de postos de trabalho diretos associados ao uso da água. O setor de construção (42,39 empregos/1.000 m³) e o de comércio e reparação de veículos automotores (46,35 empregos/1.000 m³) também apresentam forte capacidade empregadora.

Particular atenção deve ser dada ao setor de fabricação de produtos alimentícios, que embora possua um multiplicador de produção inferior (R\$ 1.700,70/m³), apresenta o maior índice de ligação para trás (6,6370), revelando sua forte dependência de insumos de outros setores, especialmente da agropecuária. Portanto, seu papel central como articulador da cadeia de suprimentos agroindustrial. Isso o configura como um setor estratégico para políticas de desenvolvimento regional integradas com a segurança hídrica e alimentar.

No polo oposto, a agropecuária, embora tenha baixos multiplicadores de produção (R\$ 78,43/m³), renda (R\$ 12,63/m³) e emprego (1,02 emprego/1.000 m³), destaca-se pelos altíssimos índices de ligação para frente (9,3845), indicando que seu papel econômico principal está no fornecimento de insumos para outros setores da cadeia produtiva, como alimentos e bebidas, produtos têxteis e outros insumos industriais. Essa característica reforça a importância da agropecuária como elo inicial de várias cadeias produtivas, sendo intensiva no uso da água, embora com impactos econômicos diretos modestos.

Adicionalmente, observa-se que setores como refino de petróleo e coque e fabricação de produtos químicos possuem altos multiplicadores de produção, mas apresentam baixos multiplicadores de emprego e renda, sinalizando menor capacidade distributiva. Esses setores, apesar de menos inclusivos socialmente, têm peso relevante na estrutura produtiva e requerem políticas específicas de regulação do uso hídrico e de compensações ambientais, dada sua intensidade de uso e baixo retorno social direto.

Por fim, os índices de ligação para frente e para trás oferecem uma visão complementar dos efeitos sistêmicos. Setores com altos índices de ligação para frente, como agropecuária (9,3845), administração pública (3,2292) e educação e saúde privadas (1,7416), tendem a influenciar fortemente outros setores como fornecedores de insumos ou serviços. Por outro lado, setores com altos índices de ligação para trás, como a fabricação de produtos alimentícios (6,6370), demonstram

grande dependência da base produtiva local, podendo alavancar transformações positivas em setores primários.

De acordo com Figueiredo et al. (2020), a avaliação dos impactos intersetoriais com base na matriz insumo-produto e no uso de recursos naturais permite subsidiar políticas de gestão territorial e ambiental mais eficazes. Neste sentido, os resultados de 2019 evidenciam a necessidade de articulação entre políticas de desenvolvimento econômico e gestão sustentável da água, especialmente em contextos semiáridos como o cearense, onde o recurso hídrico é escasso e de valor estratégico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo consolidou uma análise integrada do uso da água e de seus desdobramentos econômicos nas principais cadeias produtivas intensivas em recursos hídricos do Estado do Ceará, a partir da aplicação da Matriz Insumo-Produto Regional com foco em Recursos Hídricos (MIPRH/CE). Fundamentada nos princípios metodológicos da análise insumo-produto desenvolvida por Leontief (1986), a abordagem permitiu mensurar de forma sistemática os consumos diretos e indiretos de água, os efeitos multiplicadores intersetoriais e os retornos econômicos associados, evidenciando a centralidade da água como insumo estratégico para a sustentabilidade produtiva em regiões semiáridas. Os resultados confirmam que a água não apenas sustenta a base agropecuária, mas estrutura de forma decisiva as relações entre agropecuária, indústria e serviços, condicionando o desempenho econômico regional.

A análise comparativa das cadeias produtivas com enfoque na produção de uso intensivo de água revelou elevada heterogeneidade na eficiência econômica do uso da água, tanto em termos de renda gerada por metro cúbico quanto de capacidade de geração de empregos e valor bruto da produção. Cadeias como a bovinocultura leiteira, embora dominantes em VBP e ocupação, apresentaram retornos hídricos apenas moderados, evidenciando elevada dependência de grandes volumes de água para sustentar sua relevância econômica. Esse resultado reforça diagnósticos da literatura que apontam vulnerabilidades estruturais em sistemas produtivos intensivos em recursos naturais, sobretudo em contextos de crescente escassez hídrica e variabilidade climática.

Em contraste, cadeias como a ovinocaprinocultura e a aquicultura demonstraram maior eficiência relativa do uso da água, seja pela maior geração de renda por unidade hídrica, seja por seus efeitos multiplicadores sobre a indústria e os serviços. Esses resultados indicam que sistemas produtivos mais adaptados às condições do semiárido e com maior grau de agregação de valor tendem a apresentar melhor desempenho econômico-hídrico, corroborando estudos que defendem estratégias produtivas baseadas em adequação ecológica, diversificação e agroindustrialização regional. Ainda assim, os impactos ambientais associados, especialmente na aquicultura, impõem a necessidade de governança rigorosa dos recursos naturais.

As cadeias agrícolas de sequeiro, como milho, feijão e caju, reafirmaram seu papel estratégico na segurança alimentar, na ocupação do meio rural e na coesão social, apesar de apresentarem baixos retornos econômicos por metro cúbico de água. Esses resultados evidenciam que a eficiência hídrica não pode ser analisada exclusivamente sob a ótica econômica, sendo imprescindível considerar dimensões sociais e territoriais. Por outro lado, a fruticultura irrigada mostrou elevado potencial de geração de renda e inserção em mercados externos, especialmente no caso do melão, desde que

acompanhada de investimentos em eficiência de irrigação, governança da água e infraestrutura logística.

A análise dos encadeamentos intersetoriais reforçou o papel da agropecuária como setor-chave da economia cearense, com fortes ligações para frente, impulsionando a indústria de alimentos e bebidas. Contudo, os baixos indicadores de retorno econômico por unidade de água na base produtiva indicam a necessidade de políticas públicas orientadas à elevação da produtividade hídrica, à inovação tecnológica e à internalização dos princípios da contabilidade econômica ambiental da água. Ademais, a concentração territorial das cadeias mais eficientes em regiões com maior infraestrutura hídrica e logística aponta para o risco de ampliação das desigualdades regionais, exigindo estratégias de equidade territorial e investimentos direcionados.

Reconhece-se ainda que, apesar de sua robustez analítica, a abordagem insumo-produto possui limitações inerentes à sua natureza estática, não captando plenamente dinâmicas tecnológicas, mudanças climáticas e transformações nos padrões de consumo. Nesse sentido, a integração futura da MIPRH/CE com modelos dinâmicos, como os de equilíbrio geral computável, pode ampliar a capacidade de planejamento estratégico e avaliação prospectiva, conforme sugerido na literatura recente sobre economia dos recursos naturais e planejamento hídrico.

Em síntese, os resultados obtidos reforçam a MIPRH/CE como um instrumento estratégico de apoio à formulação de políticas públicas baseadas em evidências, capazes de articular eficiência econômica, sustentabilidade ambiental e justiça territorial. O desenvolvimento rural do Ceará, especialmente no âmbito das cadeias intensivas em uso de água, deverá avançar sustentado pela inovação, capacitação produtiva, fortalecimento institucional e gestão integrada dos recursos hídricos, sob pena de comprometer a resiliência da economia agropecuária frente às mudanças climáticas e aos desafios estruturais do semiárido.

Portanto, os resultados obtidos reforçam o papel estratégico da MIPRH/CE como instrumento de apoio à formulação de políticas públicas baseadas em evidências, visando o uso racional da água, a sustentabilidade econômica das cadeias produtivas e a redução das desigualdades territoriais no semiárido cearense. A construção de uma agricultura resiliente no Ceará dependerá do fortalecimento institucional, da promoção da inovação, da capacitação dos produtores e da valorização dos territórios com base em critérios de segurança hídrica frente às mudanças climáticas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aalirezaei, Armin; Khan, Md Saiful Arif; Kabir, Golam; Ali, Syed Mithun (2021). **Prediction of water security level for achieving sustainable development objectives in Saskatchewan, Canada: Implications for resource conservation in developed economies.** Journal of Cleaner Production. 311 (2021) 127521. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127521>>. Acesso em: 16/12/2024.

AGROSTAT - Estatísticas de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro (2024). **Estatísticas de exportação e importação brasileira de produtos agropecuários.** MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <<https://sistemasweb.agricultura.gov.br/pages/AGROSTAT.html>>. Acesso em: 08/12/2024.

ALVES, J. R. et al. **Impacto das secas na pecuária nordestina.** Revista Brasileira de Meteorologia, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020. Brasília: ANA, 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada.* Brasília: ANA, 2019.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2021). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021. Brasília: ANA.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020:** Informe Anual. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: abr. 2025.

ANDRADE, A. F. et al. (2019). *Viabilidade econômica da ovinocultura e caprinocultura de corte no semiárido brasileiro.* Revista de Economia e Sociologia Rural, 57(4), 631-648.

ARAÚJO, R. D. et al. *A importância da ovinocaprinocultura no semiárido brasileiro.* Revista Científica de Produção Animal, 2018.

BATALHA, Mário Otávio; SILVA, Andrea Lago. Marketing estratégico aplicado a firmas agroindustriais. In: **Gestão Agroindustrial.** São Paulo: GEPAI/ ATLAS, 1997. 573p.

BEKCHANOV, M. et al. **Systematic review of water-economy modeling applications.** Journal of Water Resources Planning and Management. Virginia, v. 143, n. 8. Disponível em: <[https://10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000793](https://10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000793)>. Acesso em: 08/09/2024.

Bjornlund, V., & Bjornlund, H. (2019). **Understanding agricultural water management in a historical context using a socioeconomic and biophysical framework.** Agricultural Water Management, 213, 454–467. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.037>>. Acesso em: 20/12/2024.

Boudhar, A., Boudhar, S., & Ibourk, A. **An input–output framework for analysing relationships between economic sectors and water use and intersectoral water relationships in Morocco.** Journal of Economic Structures, 6, 9 (2017). Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40008-017-0068-9>>. Acesso em: 02/09/2024.

BRASIL (1997). **Lei n. 9.433, de 9 de janeiro de 1997.** Brasil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 135, n. 6, p. 470-474, 09 jan. 1997. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=09/01/1997&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=64>>. Acesso em: 17/08/2024.

BRITO, R. S. et al. (2020). *Segurança hídrica e desenvolvimento no semiárido brasileiro: uma análise crítica da alocação de água*. Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento, 9(2), 122-140.

Câmara, Á.; Llop, M. Defining (2021). **Sustainability in an Input–Output Model: An Application to Spanish Water Use**. Water 2021, 13, 1. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w13010001>>. Acesso em: 06/09/2024.

CARNEIRO, M. S. et al. **Ovinocultura no semiárido: desafios e oportunidades**. Ciência Animal, 2020.

Carvalho, Terciane Sabadini; Perobelli, Fernando Salgueiro (2009). **Avaliação da intensidade de emissões de CO₂ setoriais e na estrutura de exportações: um modelo interregional de insumo-produto São Paulo/restante do Brasil**. Econ. Apl. 13 (1), Mar/2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-80502009000100005>>. Acesso em: 12/12/2024.

Cazcarro, I.; Steenge, A.E. **Theoretical and Empirical Characterization of Water as a Factor: Examples and Related Issues with the World Trade Model**. Water 2021, 13, 459. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13040459>. Acesso em: 08/09/2024.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (2024). **PIB do Agronegócio Brasileiro**. Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada), da Esalq/USP. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 08/12/2024.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (2017). **Metodologia - PIB do Agronegócio Brasileiro: Base e Evolução**. Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Metodologia%20PIB_divulga%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 08/12/2024.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) (2023). **Metodologia - PIB do Agronegócio Brasileiro: Base e Evolução**. Piracicaba, 2017. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Metodologia%20PIB_divulga%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acesso em: 08/12/2024.

Chen, B., Han, M. Y., Peng, K., Zhou, S. L., Shao, L., Wu, X. F., ... Chen, G. Q. (2018). **Global land-water nexus: Agricultural land and freshwater use embodied in worldwide supply chains**. Science of The Total Environment, 613-614, 931–943. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.138>>. Acesso em: 12/12/2024.

CNI – Confederação Nacional da Indústria. (2019). Uso da Água na Indústria: Panorama e Desafios. Brasília: CNI.

COSTA, J. A. et al. (2021). *Produção de sequeiro e segurança alimentar: análise da sustentabilidade econômica no semiárido cearense*. Embrapa Semiárido – Documentos Técnicos.

Davis, J. H., & Goldberg, R. A. (1957). **A concept of agribusiness**. Journal of Farm Economics, 39(4), 1042-1045. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/8368003/mod_resource/content/1/Agribusiness%20Davis%20and%20Goldberg%20%282%29.pdf>. Acesso em: 20/12/2024.

Deng, Hongmei & Wang, Can & Cai, Wen-Jia & Liu, Yuan & Zhang, Li-Xiao. (2020). **Managing the water-energy-food nexus in China by adjusting critical final demands and supply chains: An input-output analysis.** Science of The Total Environment. 720. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131574>>. Acesso em: 12/09/2024.

Dinar, Ariel. 2024. **Challenges to Water Resource Management: The Role of Economic and Modeling Approaches.** Water 16, no. 4: 610. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w16040610>>. Acesso em: 29/09/2024.

Distefano, T., Riccaboni, M., & Marin, G. (2018). **Systemic risk in the global water input-output network.** Water Resources and Economics, 23, 28–52. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.wre.2018.01.004>>. Acesso em 19/09/2024.

Eamen, Leila; Brouwer, Roy; Razavi, Saman. **The economic impacts of water supply restrictions due to climate and policy change: A transboundary river basin supply-side input-output analysis.** Ecological Economics, 2020, ISSN: 0921-8009, Vol: 172, Page: 106532. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106532>>. Acesso em: 06/09/2024.

EMBRAPA. (2019). **Uso da água na aquicultura: recomendações para sustentabilidade hídrica.** Embrapa Meio Ambiente.

EMBRAPA. **Diagnóstico da pecuária de corte e leite no semiárido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018.

EMBRAPA (2021). *Milho e feijão: estratégias de produção no semiárido brasileiro.* Série Documentos, Embrapa Milho e Sorgo.

Expósito, A.; Beier, F.; Berbel, J. (2020). **Hydro-Economic Modelling for Water-Policy EMBRAPA. Aquicultura no Brasil: avanços, desafios e perspectivas.** Brasília: Embrapa Pesca e Aquicultura, 2020.

Assessment Under Climate Change at a River Basin Scale: A Review. Water 2020, 12, 1559. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w12061559>>. Acesso em: 06/09/2024.

FANG, D.; CHEN, B. (2016). **Linkage analysis for the water–energy nexus of city.** Applied Energy, [s. l.], v. 189, p. 770-779, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.04.020>>. Acesso em: 09/09/2024.

FAO – Food and Agriculture Organization. **Water for Sustainable Food and Agriculture.** Rome: FAO, 2019.

FAO – Food and Agriculture Organization. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Rome: FAO, 2021.

FAO. *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture.* Rome: FAO, 2020.

FAO – Food and Agriculture Organization. (2020). **The State of Food and Agriculture: Overcoming Water Challenges in Agriculture.** Rome: FAO.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2017). **The Future of Food and Agriculture—Alternative Pathways to 2050.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 180 p. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2e90c833-8e84-46f2-a675-ea2d7afa4e24/content>>. Acesso em: 27/09/2024.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). **The Future of Food and Agriculture—Alternative Pathways to 2050.** Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 224 p. Disponível em: <<https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/en/c/1157074/>>. Acesso em: 27/09/2024.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2024). **Food and agriculture data.** Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 19/12/2024.

FAO – Food and Agriculture Organization. **Livestock solutions for climate change.** Roma: FAO, 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023). **Não podemos garantir segurança alimentar sem uma gestão adequada dos recursos hídricos.** Disponível em: <<https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1630142/#:~:text=Segundo%20dados%20da%20FAO%2C%20300,alto%20e%20grave%20estresse%20h%C3%ADrico>>. Acesso em: 06/10/2024.

Feng, C., Qu, S., Jin, Y., Tang, X., Liang, S., Chiu, A. C. F., & Xu, M. (2019). **Uncovering urban food-energy-water nexus based on physical input-output analysis: The case of the Detroit Metropolitan Area.** Applied Energy, Volume 252, 2019, 113422, ISSN 0306-2619. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.113422>>. Acesso em: 21/08/2024.

Ferreira, W. R., Targa, M. S., & Labinas, A. M. (2019). **O Uso da Água na Indústria de Transformação.** Revista Técnica Ciências Ambientais, 1(2), 1-10.

Filho, Kepler Euclides; Alencar, Mauricio Mello de; Cesar, Ivo Martins; Fávero, Jerônimo Antônio; Vasconcelos, Vânia Rodrigues (2002). ROBERTO SILVEIRA COLLARES. **Cadeias produtivas como plataformas para o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002. 133 p. 21 ,5 cm. ISBN 85-297-0144-5.

FREITAS, M. A. V. de, COELHO, A. B., & COSTA, C. C. F. (2021). A eficiência do uso da água na agricultura irrigada: desafios para a sustentabilidade. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(1), e221779.

Frizzone, J.A.; Lima, S.C.R.V.; Lacerda, C.F.; Mateos, L. (2021). Socio-Economic Indexes for Water Use in Irrigation in a Representative Basin of the Tropical Semiarid Region. *Water* 2021, 13, 2643. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/w13192643>>. Acesso em: 15/12/2024.

Fruit Processing (2022). **Freshfel Europe Consumption Monitor shows strong positive 4 % increase in EU fresh fruit and vegetable consumption.** Disponível em: <<https://www.fruit-processing.com/2021/02/2020-freshfel-europe-consumption-monitor-shows-strong-positive-4-increase-in-eu--fresh-fruit-and-vegetable-consumption/>>. Acesso em: 28/04/2022.

Galeano, Edileuza Aparecida Vital; Arantes, Sara Dousseau; Padovan, Maria da Penha; Costa, Aureliano Nogueira da; Vinagre, Danieltom O. V. B.; Dias, Rachel Quandt (2023). **Cadeia Produtiva do Maracujá no Espírito Santo.** Disponível em: <<https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/4436/1/Livro-cadeiaprodutivadomaracuja-Incaper.pdf>>. Acesso em: 15/12/2024.

Gam, Imen; REJEB, Jaleeddine Ben (2021). **Micro-economic analysis of domestic water demand: application of the pseudo-panel approach.** Environmental Challenges, Volume 4, 2021, 100118, ISSN 2667-0100. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100118>>. Acesso em 05/09/2024.

Gao, T., Fang, D., & Chen, B. (2020). **Linkages analysis for water-PM 2.5 nexus in Beijing.** Energy Procedia, 2018, 152, 725–730. Disponível em: <<https://doi:10.1016/j.egypro.2018.09.236>>. Acesso em: 18/08/2024.

GARCIA, S.; MEJIA, A. (2019). **Characterizing and modeling subnational virtual water networks of US agricultural and industrial commodity flows.** Advances in Water Resources, [s. l.], v. 130, p. 314-324, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.06.013>>. Acesso em: 18/08/2024.

Garrone, Paola; Grilli, Luca; Marzano, Riccardo (2019). **Price elasticity of water demand considering scarcity and attitudes.** Utilities Policy, 59 (2019), 100927. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.100927>>. Acesso em: 01/09/2024.

Guilhoto, J. J. M. et al. (2017). **Construção da matriz inter-regional de insumo-produto para o Brasil: uma aplicação do TUPI.** Texto para Discussão. Nereus 03-2017. Disponível em: <<http://www.usp.br/nereus/?txtdiscussao=construcao-da-matriz-inter-regional-de-insumo-produto-para-o-brasil-uma-aplicacao-do-tupi>>. Acesso em: 16/09/2024).

GREENPEACE BRASIL. (2021). **Carcinicultura e impactos socioambientais no litoral brasileiro.** Disponível em: <https://www.greenpeace.org.br>

Harry, Wilting (2008). **Analysis of the Sustainability of Supply Chains with a Multi-Regional Input-Output Model.** Input-Output Environment, Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL), Serville Spain (2008). Disponível em: <https://iioa.org/conferences/intermediate-2008/pdf/6d2_Wilting.pdf>. Acesso em: 12/12/2024.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023: **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115, Disponível em: <[doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647](https://doi:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647)>. Acesso em: 09/10/2024.

IPCC. 2023: Summary for policymakers. IN: Lee, H.; Romero, J. (eds.). Climate change 2023: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, IPCC, p. 1-34. Disponível em: <www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf>. Acesso em: 09/10/2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A.** Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_2.pdf>. Acesso em: 30/01/2025.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2017). **Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>. Acesso em: 26/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Estimativas de População: Tabela 6579 - População residente estimada.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa>>. Acesso em: 28/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Produção Agrícola Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 26/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Pesquisa da Pecuária Municipal**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2020>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/abate>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Pesquisa Trimestral do Leite**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnad>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pof/tabelas>>. Acesso em: 27/04/2022.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) (2022). **CONTAS REGIONAIS DO BRASIL: Valor Bruto da Produção, Ceará, 2002-2019**. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/pib-tabelas-especiais/>>. Acesso em: 01/04/2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2024). **SCR - Sistema de Contas Regionais**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html>>. Acesso em: 30/01/2025.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas (2020). *Panorama da fruticultura brasileira: desafios e perspectivas para a exportação*.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. *Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade: desafios e caminhos para o desenvolvimento rural*. Brasília: IPEA, 2020.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2003). **NOTA METODOLÓGICA PARA O CÁLCULO DO PIB TRIMESTRAL DO CEARÁ**. IPECE. TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº2, 2003. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_2.pdf>. Acesso em: 29/08/2024.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2015). **PLANO ESTADUAL DE CONVIVÊNCIA COM A ASECA: AÇÕES EMERGENCIAIS E ESTRUTURANTES**. IPECE. TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº2, 2003. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Plano_Convivencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf>. Acesso em: 28/01/2025.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2015). **PLANO ESTADUAL DE CONVIVÊNCIA COM A ASECA: AÇÕES EMERGENCIAIS E ESTRUTURANTES**. IPECE. TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº2, 2003. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/Plano_Convivencia_com_a_Seca_02_03_2015.pdf>. Acesso em: 28/01/2025.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2024). **Projeto de Apoio à Melhoria da Segurança Hídrica e Fortalecimento da Inteligência na Gestão Pública do Estado do Ceará**. Disponível em: <<https://www.ipece.ce.gov.br/projeto-de-seguranca-hidrica-e-governanca/>>. Acesso em: 28/12/2024.

Ke, W.; Sha, J.; Yan, J.; Zhang, G.; Wu, R. (2017). **A Multi-Objective Input–Output Linear Model for Water Supply, Economic Growth and Environmental Planning in Resource-Based Cities.** Sustainability 2016, 8, 160. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su8020160>>. Acesso em: 01/09/2024.

Khadem, M., Rougé, C., & Harou, J. J. **What do economic water storage valuations reveal about optimal vs. historical water management ?** Water Resources and Economics, Volume 32, 2020, 100158, ISSN 2212-4284. Disponível em: <<https://doi:10.1016/j.wre.2020.100158>>. Acesso em: 12/09/2024.

Khonpikul, S., Jakrawatana, N., Sangkaew, P. et al. (2017). **Análise da estratégia de uso e melhoria de recursos da cadeia de suprimentos de produção de gado e ração na Tailândia.** Int J Life Cycle Assess 22, 1692–1704 (2017). Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11367-017-1361-4>>. Acesso em: 12/12/2024.

Kunz, N. C., Kastelle, T., & Moran, C. J. (2017). **Social network analysis reveals that communication gaps may prevent effective water management in the mining sector.** Journal of Cleaner Production, 2017, 148, 915-922. Disponível em: <<https://doi:10.1016/j.jclepro.2017.01.175>>. Acesso em: 07/2024.

Lan, J., & Liu, Z. (2019). **Social network effect on income structure of SLCP participants: Evidence from Baitoutan Village, China.** Forest Policy and Economics, 2019, 106, 101958. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.forepol.2019.101958>>. Acesso em: 05/09/2024.

Lima, P.V.P.S (2002). **Relações econômicas do Ceará e a importância da água e da energia elétrica no desenvolvimento do Estado.** Tese (Doutorado). Piracicaba: Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.

LIMA, F. M. et al. (2021). *A cadeia da castanha de caju no Nordeste: inserção internacional e desafios logísticos.* Boletim Setorial da Agroindústria, IPECE.

LIMA, E. R. et al. (2022). *Fruticultura irrigada no Ceará: perspectivas econômicas e desafios logísticos.* Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 60(4), 865-886.

LIMA, J. P. et al. *Panorama da Aquicultura no Ceará: desafios e potencialidades.* Revista Brasileira de Agroecologia, 2021.

LOPES, M. A. et al. *Análise econômica da produção leiteira no semiárido: um estudo de caso em Minas Gerais.* Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 52, n. 4, 2014.

LOPES, R. S.; SILVA, A. M. (2020). *Cadeia produtiva do leite no semiárido: desafios e oportunidades.* Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, 10(1), 55-71.

Lin, L., Chen, Y. D., Hua, D., Liu, Y., & Yan, M. (2019). **Provincial virtual energy-water use and its flows within China: A multiregional input-output approach.** Resources, Conservation and Recycling, 2019, 151, 104486. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104486>>. Acesso em: 05/09/2024.

Liu, Yating; Chen, Bin (2020). **Water-energy scarcity nexus risk in the national trade system based on multiregional in-put-output and network environ analyses.** Applied Energy, 268(), 114974. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114974>>. Acesso em: 14/09/2024.

Liu, Ziwen; Huang, Qingxu; He, Chunyang; Wang, Changbo; Wang, Yihang; Li, Kaixin (2021). **Water-energy nexus within urban agglomeration: An assessment framework combining the multiregional input-output model, virtual water, and em-bodied energy.** Resources Conservation and Recycling, 164(), 105113. Disponível em: <<https://doi.org/doi:10.1016/j.resconrec.2020.105113>>. Acesso em: 09/09/2024.

Longo, Kaisheng & Pijanowsk, Bryan C. (2017). **Existe uma relação entre escassez de água e eficiência no uso da água na China? Uma avaliação nacional decenal em escalas espaciais.** Land Use Policy, 69, 502–511. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.09.055>>. Acesso em: 06/09/2024.

Ma, T., Wu, J., Hao, L., & Li, D. (2019). **Energy flow matrix modeling and optimal operation analysis of multi energy systems based on graph theory.** Applied Thermal Engineering, 2019, 146, 648–663. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.aplthermaleng.2018.10.022>>. Acesso em: 08/09/2024.

Mahdavi, Taghi; Bagheri, Ali; Hosseini, S. Abbas (2019). **Applying the System of Environmental and Economic Accounts for Water (SEEA-Water) for integrated assessment of water security in an aquifer scale - Case study: Azarshahr aquifer, Iran.** Groundwater for Sustainable Development, Volume 9, 2019, 100261, ISSN 2352-801X. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.gsd.2019.100261>>. Acesso em: 12/09/2024.

Mpakairi, Kudzai S.; Dube, Timothy; Sibanda, Mbulisi; Mutanga, Onisimo (2024). **Remote sensing crop water productivity and water use for sustainable agriculture during extreme weather events in South Africa.** International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 129, 2024, 103833, ISSN 1569-8432. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.103833>>. Acesso em: 12/09/2024.

Meran, Georg (2024). **Is green growth possible and even desirable in a spaceship economy?** Ecological Economics, Volume 213, 2023, 107947, ISSN 0921-8009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2023.107947>>. Acesso em: 02/09/2024.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **A importância da agricultura familiar para a segurança alimentar e nutricional.** Brasília: MDA, 2015.

MEDEIROS, R. M.; FREITAS, J. B. (2018). *Aquicultura e uso da água no semiárido: análise econômica e ambiental.* Cadernos de Ciência & Tecnologia, 35(2), 285-302.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2022). **AGROSTAT - Estatísticas de Comercio Exterior do Agronegócio Brasileiro: Valor das Exportações de Produtos Agrícolas (Acordo Agrícola OMC e Pescados).** Disponível em: <<https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>>. Acesso em: 01/04/2022.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2020). **Políticas públicas para a pecuária no semiárido.** Brasília: MAPA, 2020.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (2022). **Plano Nacional de Desenvolvimento da Aquicultura.** Brasília: MAPA, 2022.

MAPA. (2022). **Anuário da Pesca e Aquicultura – 2022.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Desenvolvimento da Cajucultura.** Brasília, 2020.

Martins, E. B., Albuquerque, F. J. B., & Lima, J. R. F. (2018). *A gestão da água no semiárido: conflitos, escassez e eficiência no uso dos recursos hídricos*. Fortaleza: IPECE.

MELO, C. F.; ALMEIDA, R. T. (2020). *A ovinocaprinocultura e os sistemas agroindustriais no semiárido nordestino*. Revista Econômica do Nordeste, 51(1), 115-135.

Molle, F., & Floch, P. (2008). The “desert bloom” syndrome: Irrigation development, politics, and ideology in the Middle East and the arid lands. *Agricultural Water Management*, 96(3), 379–385.

MMA. (2020). **Panorama do uso da água na aquicultura brasileira**. Ministério do Meio Ambiente.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Políticas públicas e agricultura familiar: desafios da inclusão produtiva rural**. Brasília: MDA, 2020.

MELO, F. G. et al. **Avicultura industrial e o desenvolvimento regional**. *Revista de Economia & Desenvolvimento Rural*, 2022.

MIRANDA, S. H. G. de; BERGAMASCO, S. M. P. P.; SOUZA, M. P. de. **Cadeias produtivas da pecuária: análise de eficiência econômica**. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 55, n. 3, 2017.

Michael J. Vardon, Thi Ha Lien Le, Ricardo Martinez-Lagunes, Ogopotse Batlokwa Pule, Sjoerd Schenau, Steve May, R. Quentin Grafton (2024). **Accounting for water: A global review and indicators of best practice for improved water governance**. Ecological Economics, Volume 227, 2024, ISSN 0921-8009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108396>>. Acesso em: 03/09/2024.

MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. 784p.

Mitra, Priyanka; Shaw, Rajib; MitraB, ijon Kumer; SukhwaniV, ibhas (2024). **Chapter 25 - Advancing collaborative approach for managing water conflicts from sectoral to transboundary scale (SDG 16)**. Editor(s): Abhijit Mukherjee, Water Matters, Elsevier, 2024, Pages 311-322, ISBN 9780443155376. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15537-6.00025-2>>. Acesso em 12/09/2024.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, MMA, Relatório Técnico N.º 6, 2011, 265p.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 74, n. 4, p. 441-464, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0034-7140.20200021>. Acesso em: 08 mar. 2022.

NASCIMENTO, C. A. B. et al. **Caprinocultura no Nordeste: uma análise socioeconômica**. *Revista Econômica do Nordeste*, 2018.

Nia, Amir Hadi Safavi; Soltani, Jaber; Shahdany, S. Mehdy Hashemy; Guan, Guanghua (2023). **Modifying physical supply and use tables (PSUTs) in the system of environmental-economic accounting (SEEA) for off-farm irrigation water management.** Computers and Electronics in Agriculture, Volume 215, 2023, 108430, ISSN 0168-1699. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compag.2023.108430>>. Acesso em: 29/08/2024.

OLIVEIRA, J. M. et al. **Gestão da água na aquicultura intensiva: desafios e perspectivas no semiárido brasileiro.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 25, n. 3, 2020. DOI: 10.1590/2318-0331.252020.000033.

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. (2016). *Water Governance in Cities*. Paris: OECD.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). (2022). **Valor da Produção Agrícola.** Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>. Acesso em: 01/04/2022.

Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO). (2022). **Valor das Exportações de Produtos Agrícolas.** Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data>>.

ONU - United Nations (2012). **System of Environmental-Economic Accounting – 2012: Central Framework.** United Nations, New York, USA. 2012. Disponível em: <https://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/seea_cf_final_en.pdf>. Acesso em: 09/10/2024.

ONU - United Nations (2023). **World Water Development Report 2023: Partnerships and Cooperation for Water Security.** United Nations, New York, USA. Disponível em: <<https://reliefweb.int/report/world/united-nations-world-water-development-report-2023-partnerships-and-cooperation-water-enit>>. Acesso em: 09/10/2024.

OLIVEIRA, D. M. et al. **Custo do milho e impacto na suinocultura brasileira.** Revista de Agronegócios e Meio Ambiente, 2021.

PFISTER, S. et al (2017). **Understanding the LCA and ISO water footprint: a response to Hoekstra (2017): a critique on the water-scarcity weighted water footprint in LCA.** Ecological Indicators, [s. l.], v. 72, p. 352–359, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.07.051>. Acesso em: 12/09/2024.

PICOLI, I. T. (2016). **Pegada hídrica da economia brasileira: uma análise de insumo-produto.** 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNICAMP-30_5b95d7087d95f6959746e08b626c7e43. Acesso em: 04/12/2024.

QUADRANTE, CONSULTORIA ECONÔMICA LTDA. (2024). **Relatório Final da Etapa 1, referente aos Produtos 1, 2 e 3: Desenvolvimento de Metodologia do Cálculo do PIB do Agronegócio e do PIB da Agricultura Familiar do Estado do Ceará e uso de instrumentos de análise de impactos econômicos com enfoque nos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.** QUADRANTE, Fortaleza, Ceará, CONSULTORIA ECONÔMICA LTDA./IPECE, 2024. 120 pg.

Ren, Y., Huang, K., Yu, Y., & Hu, J (2020). **Inter-Regional Agricultural Virtual Water Flow in China Based on Volumetric and Impact-Oriented Multi-Regional Input-Output (MRIO) Approach.** Water, 2020, 12(1), 251. Available online: <https://doi.org/10.3390/w12010251>. (Accessed on: 14 December 2020).

RIBEIRO, A. B., SILVA, M. T., & MENDES, A. M. (2019). Uso da água e produtividade na agricultura irrigada no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 13(2), 4181–4194.

Rocha, Denis Teixeira da; Carvalho, Glauco Rodrigues; Resende, João Cesar de. (2020). **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124858/1/CT-123.pdf>>. Acesso em: 22/12/2024.

Ruess, Paul (2020). **Book Review: The Water Footprint of Modern Consumer Society**. Water Economics and Policy, 2020, 2080001. Disponível em: <<https://doi:10.1142/S2382624X20800016>>. Acesso em: 08/09/2024.

Santos J.F.S., Naval L.P. (2020). **Spatial and temporal dynamics of water footprint for soybean production in areas of recent agricultural expansion of the Brazilian savannah (Cerrado)**. Journal of Cleaner Production, 251:119482. Disponível em: <[doi: 10.1016/j.jclepro.2019.119482](https://doi:10.1016/j.jclepro.2019.119482)>. Acesso em: 12/09/2024.

SABOIA, J.; SERVO, L. (2018). “Mudanças na estrutura produtiva brasileira: indústria e serviços em perspectiva”. *IPEA Texto para Discussão*, n. 2402.

SARAIVA, A. et al. (2020). **A cadeia produtiva da aquicultura no Ceará: desafios e oportunidades**. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente.

SEBRAE. *Estudo de oportunidades para a castanha de caju brasileira*. Brasília: Sebrae Nacional, 2021.

SILVA, H. R. et al. **Dinâmica dos abates e comercialização na bovinocultura nordestina**. *Revista de Economia Agroalimentar*, 2019.

SEBRAE. **Potencial da Caprinovinocultura no Nordeste**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2022.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Panorama da Aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades**. Brasília: Sebrae, 2021.

SILVA, F. A. S. da et al. **“Desempenho da caprinovinocultura no semiárido brasileiro: desafios e perspectivas.”** *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.59, n.4, 2021.

SILVA, T. G. F. et al. A importância da fruticultura irrigada para o semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 2, 2020.

Silva, M. R., Oliveira, R. C., & Barbosa, L. P. (2019). Eficiência hídrica na agricultura irrigada: uma revisão dos métodos de avaliação. *Revista Engenharia na Agricultura*, 27(1), 63–72.

SILVA, E. A.; SOUZA, M. A. Diagnóstico da cultura do coqueiro no nordeste brasileiro. *Embrapa Agroindústria Tropical*, 2021.

SILVA, J. G. da; SCHNEIDER, S.; FIALHO, M. A. da S. (2017). “Estrutura produtiva e geração de valor nas cadeias agroindustriais brasileiras”. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 55(3), p. 395-416.

SILVA, M. A.; TELES, R. L. (2019). *Cadeia do leite no semiárido: desafios para a agregação de valor e geração de emprego*. Revista de Desenvolvimento Regional, 15(3), 45-67.

SILVA, M. L.; OLIVEIRA, J. G. (2017). *Desafios logísticos da fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro*. Revista da ABRAFRUTAS, 6(1), 18-25.

SOUZA, A. L. et al. (2018). *A cadeia da castanha de caju no Nordeste: inserção produtiva e mercados globais*. Boletim de Economia Regional e Urbana, IPECE, 5(2), 20-34.

Schultz, Glauco (2022). **As cadeias produtivas dos alimentos orgânicos comercializados na feira da agricultura ecológica em Porto Alegre/RS: lógica de produção e/ou de distribuição.** Lajeado: Ed. da Univates, 2002. Disponível em: <https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/49/pdf_49.pdf>. Acesso em: 22/12/2024.

Sesso Filho, U. A., Borges, L. T., Pompermayer Sesso, P., Brene, P. R. A., & Esteves, E. G. Z. (2022). **Mensuração do complexo agroindustrial no mundo: comparativo entre países.** Revista de Economia e Sociologia Rural, 60(1), e235345. Disponível em: <<http://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.235345>>. Acesso em: 12/12/2024.

Setlhogile, T., Arntzen, J., & Pule, O. B. (2017). **Economic accounting of water: The Botswana experience.** Physics and Chemistry of the Earth, 2017, Parts A/B/C, 100, 287–295. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.pce.2016.10.007>>. Acesso em: 08/09/2024.

SILVA, L. C. (2005). **Cadeia produtiva de produtos agrícolas.** Boletim Técnico. 10f. Departamento de Engenharia Rural. Universidade federal do Espírito Santo, 2005. Disponível em: <<http://www.agais.com/manuscript/ms0105.pdf>>. Acesso em: 16/12/2024

Soares, Rogério Barbosa; SILVA, Samiria Maria Oliveira; Filho, Francisco de Assis Souza; Paiva, Witalo de Lima (2019). Análise insumo-produto regional de recursos hídricos para o Ceará. IN: ADAPTA: Gestão adaptativa do risco climático de seca. Expressão Gráfica e Editora, 2019. 613-638 pg.

Soares, Rogério Barbosa; SILVA, Samiria Maria Oliveira; Filho, Francisco de Assis Souza; Paiva, Witalo de Lima (2021). Macroeconomic Accounting of Water Resources: An Input-Output Approach to Linkage Analysis and Impact Indicators Applied to the State of Ceará, Brazil. *Water* 2021, 13, 869. <https://doi.org/10.3390/w13060869>

Soares, Rogério Barbosa; SILVA, Samiria Maria Oliveira (2022). **Encadeamentos do Setor Agropecuário do Ceará e de suas atividades produtivas prioritárias: uma análise Insumo-Produto dos fluxos hídricos e monetários.** IPECE. 2022. Texto para Discussão – Nº 131 – Dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2022/12/TD_131.pdf>. Acesso em: 14/12/2024.

Soares, Rogério Barbosa. **Contabilidade Macroeconômica dos Recursos Hídricos: Uma Abordagem Insumo-Produto Aplicada à Economia do Estado do Ceará, BRASIL.** 2023. 185 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Recursos Hídricos, Fortaleza, 2023. Disponível em: <<https://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/74429>>. Acesso em: 12/09/2024.

Soares, Rogério Barbosa (2009). **ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DA CADEIA PRODUTIVA DO MELÃO: O CASO DO AGROPOLO BAIXO JAGUARIBE – CEARÁ.** 2009. 287 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Departamento de Economia Agrícola. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/9231>>. Acesso em: 12/12/2024.

Svensson, Jesper; Wang, Yahua; Garrick, Dustin; Dai, Xiaoping (2021). **How does hybrid environmental governance work? Examining water rights trading in China (2000–2019).** Journal of Environmental Management. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jenvman.2021.112333](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112333)>. Acesso em: 27/09/2024.

Sturla, Gino; Rocchi, Bendetto (2024). **Effects of hydrological variability on the sustainable use of water in a regional economy. An application to Tuscany.** Environmental and Sustainability Indicators, Volume 24, 2024, 100488, ISSN 2665-9727. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indic.2024.100488>>. Acesso em: 28/08/2024.

Tian, Zhenzhen; Wang, Saige; Chen, Bin. (2019). **A three-scale input-output analysis of blue and grey water footprint for Bei-jing-Tianjin-Hebei Urban Agglomeration.** Energy Procedia, Volume 158, 2019, Pages 4049-4054. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.833>>. Acesso em: 29/08/2024.

Tuyishimire, Alexandre; Liu, Yang; Yin, Jingjing; Kou, Limin; Lin, Shuifa; Lin, Jianyi; Kubwimana, Jean Jacques; Moharrami, Kimiya; Simbi, Claudien Habimana. (2022). **Drivers of the increasing water footprint in Africa: The food consumption perspective.** Science of The Total Environment, Volume 809, 2022, 152196, ISSN 0048-9697. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152196>>. Acesso em: 12/12/2024.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2021). **The United Nations World Water Development Report 2021: VALUING WATER.** UNESCO. Disponível em: <<https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021>>. Acesso em: 27/08/2024.

VARIAN, H (2006). **Microeconomia: Uma Abordagem Moderna**, 8 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2006. 821 p.

VASCONCELOS, T. L. et al. (2020). *Importância dos cultivos de sequeiro na segurança alimentar do semiárido.* Embrapa Semiárido – Documentos Técnicos.

VELÁZQUEZ, E. (2006). **An input–output model of water consumption: Analysing intersectoral water relationships in Andalusia.** Ecological Economics, [s. l.], v. 56, n. 2, p. 226–240. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.09.026>>. Acesso em: 07/09/2024.

Veloso, Sofia; Tam, Carlos; Oliveira, Tiago (2024). **Effects of extreme drought and water scarcity on consumer behaviour – The impact of water consumption awareness and Consumers' choices.** Journal of Hydrology, Volume 639, 2024, 131574, ISSN 0022-1694. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131574>>. Acesso em 29/08/2024).

WANG, Shasha; LI, Rongrong (2018). **Toward the coordinated sustainable development of urban water resource use and economic growth: An empirical analysis of Tianjin City, China.** Sustainability, v. 10, n. 5, p. 1323, 2018.

Wang, Z., Zhang, L., Ding, X., & Mi, Z. (2019). **Virtual water flow pattern of grain trade and its benefits in China.** Journal of Cleaner Production. Volume 223, 2019, Pages 445-455, ISSN 0959-6526. Disponível: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.151>>. Acesso em: 06/09/2024.

White, D. J., Hubacek, K., Feng, K., Sun, L., & Meng, B. (2018). **The Water-Energy-Food Nexus in East Asia: A tele-connected value chain analysis using inter-regional input-output analysis.** Applied Energy, 210, 550–567. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.159>>. Acesso em: 12/12/2024.

Wu, Lingfan; Song, Yu, Li, Yueyang (2024). **A new input-output-based framework for measuring the active and passive water use.** Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.E37984>>. Acesso Em: 07/09/2024.

Yeboah, Frederick Kwame; Liang, Hui Li, Sai; Zhong, Qiumeng; Wang, Hanlei; Zheng, Wangrui; Xu, Duo; Ahmad, Riaz; Chiaka, Jeffrey Chiwukem; Chang, Weicen; Liu, Gengyuan. (2024). **Global supply chain drivers of water use in Sub-Saharan Africa: Taking Ghana as a case**. Journal of Cleaner Production, Volume 477, 2024, 143844, ISSN 0959-6526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143844>>. Acesso em: 12/12/2024.

Zhai, M., Huang, G., Liu, L., & Zhang, X. (2019). **Ecological network analysis of an energy metabolism system based on in-put-output tables: Model development and case study for Guangdong**. Journal of Cleaner Production, Volume 227, 2019, Pages 434-446, ISSN 0959-6526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.039>>. Acesso em: 06/09/2024.

Zhang, C.; Anadon, L. D. (2014). **A multi-regional input–output analysis of domestic virtual water trade and provincial water footprint in China**. Ecological Economics, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.02.006>>. Acesso em: 05/09/2024.

Zhao, H., Qu, S., Guo, S., Zhao, H., Liang, S., & Xu, M. (2019). **Virtual water scarcity risk under climate change**. Journal of Cleaner Production, Volume 230, 2019, Pages 1013-1026, ISSN 0959-6526. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.114>>. Acesso em: 18/09/2024.