



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E**  
**CONTABILIDADE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA**

**JOÃO FELIPE NOGUEIRA MATIAS**

**ANÁLISE COMPARATIVA DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE**  
**CAMARÃO MARINHO NOS SISTEMAS SEMI-INTENSIVO (TRADICIONAL)**  
**E SUPERINTENSIVO (COM REUSO DE ÁGUA E USO DE BIOFLOCOS -**  
**BFT) UTILIZADOS NO BRASIL**

**FORTALEZA, 2018**

ANÁLISE COMPARATIVA DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE  
CAMARÃO MARINHO NOS SISTEMAS SEMI-INTENSIVO (TRADICIONAL) E  
SUPERINTENSIVO (COM REUSO DE ÁGUA E USO DE BIOFLOCOS - BFT)  
UTILIZADOS NO BRASIL

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Administração e Controladoria. Área de Concentração: Estratégia e Sustentabilidade.  
Orientador: Prof. Dr. José Carlos Lázaro.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M38a Matias, João Felipe Nogueira.  
Análise comparativa da sustentabilidade do cultivo de camarão marinho nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos - BFT) utilizados no Brasil / João Felipe Nogueira Matias. – 2018.  
91 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Administração e Controladoria, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho.  
Coorientação: Prof. Dr. Áurio Lúcio Leocádio da Silva.
1. Sustentabilidade. 2. Cultivo de camarões marinhos. 3. Semi-intensivo x Superintensivo. 4. Bioflocos. 5. Brasil. I. Título.
-

JOÃO FELIPE NOGUEIRA MATIAS

ANÁLISE COMPARATIVA DA SUSTENTABILIDADE DO CULTIVO DE  
CAMARÃO MARINHO NOS SISTEMAS SEMI-INTENSIVO (TRADICIONAL) E  
SUPERINTENSIVO (COM REUSO DE ÁGUA E USO DE BIOFLOCOS - BFT)  
UTILIZADOS NO BRASIL

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Administração, Controladoria, da Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Administração e Controladoria. Área de concentração: Estratégia e Sustentabilidade. A citação de qualquer trecho deste projeto de dissertação é permitida desde que feita de acordo com as normas da ética científica.

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Dissertação apresentada à Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. José Carlos Lázaro da Silva Filho (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Áurio Lúcio Leocádio da Silva  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Erico Veras Marques  
Universidade Federal do Ceará – UFC

---

Prof. Dr. Márcio Alves Bezerra (Membro Externo)  
Instituto Federal do Ceará – IFCE Paracuru

À saudade do meu pai,  
que só não é maior do que  
a certeza de que um dia  
nos encontraremos de novo.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, D. Ighes, pelo apoio e energia sempre positiva de que tudo vai sempre dar certo.

À minha esposa, Mariana, companheira de todas as horas... sem o seu apoio não teria sido possível mais essa vitória.

Aos meus filhos, João Victor e João Gabriel, os maiores tesouros.

Aos professores José Lázaro e Áurio gabriel, por aceitarem me orientar, mesmo com um tema tão diverso.

Aos professores Érico Marques e Márcio Bezerra, pelas contribuições tão pertinentes

À FEAAC/ UFC por oferecer esta turma de Mestrado.

Ao Tribunal de Contas do Estado do Ceará, por ter proporcionado esta turma de Mestrado.

Aos companheiros de Mestrado, pela união, luta e força

## RESUMO

Os atuais sistemas de produção têm gerado enormes desequilíbrios sócio-ambientais em todo o planeta. Porém, ultimamente as organizações vêm se preocupando cada vez mais com estes desequilíbrios e vêm buscando sistemas produtivos que atuem sob as dimensões econômicas, sociais e ambientais de sustentabilidade, a *Triple Bottom Line*. No âmbito do agronegócio, umas das atividades que vêm apresentando maior desenvolvimento em nível mundial é a produção de pescado. Esta produção pode ser feita via captura (pesca) ou via cultivo (aquicultura). O cultivo de organismos aquáticos ou aquicultura já responde por 53% do consumo mundial de pescado e no Brasil vem ganhando cada vez mais importância dentro da produção animal em todas as regiões do país. No Nordeste brasileiro, a piscicultura (criação de peixes) e a carcinicultura (criação de camarões) são os dois ramos da aquicultura que possuem mais relevância. O cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo é a forma tradicionalmente utilizada em nosso país. A utilização deste sistema possui um histórico de conflitos sócio-ambientais e recentemente vem tendo sérios problemas com enfermidades, que causaram uma perda de quase 50% na produção nacional. Desta forma, novos sistemas produtivos devem ser testados e o sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos (BFT) vem obtendo destaque ao redor do mundo como alternativa ao sistema tradicional. Nesta dissertação realizamos a análise da sustentabilidade desses dois sistemas de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará. Foi utilizada a metodologia de matriz de indicadores de sustentabilidade adotada por Bezerra (2017), na qual foram calculados os subíndices de sustentabilidade econômica, social e ambiental; que permitiram calcular o índice geral de sustentabilidade – IGS do sistema de cultivo superintensivo e assim realizada a comparação entre os dois sistemas. Foi verificado que os subíndices e o IGS do sistema superintensivo apresentou, de forma geral, valores maiores do que os do sistema semi-intensivo calculado por Bezerra (2017); o que permitiu concluir que o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos (BFT) é mais sustentável do que o cultivo no sistema semi-intensivo.

**Palavras-chave:** Indicadores, Sustentabilidade, Carcinicultura

## ABSTRACT

Actually, the production systems have generated huge socio-environmental imbalances across the planet. However, organizations have been increasingly preoccupied with these imbalances and have been searching for productive systems that operate under the economic, social and environmental dimensions of sustainability, the Triple Bottom Line. In the scope of agribusiness, one of the activities that has been showing the greatest development in the world is the production of seafood. This production can be done by fishing or by farming (aquaculture). The cultivation of aquatic organisms (aquaculture) is already responsible for 53% of the world consumption of seafood. In Brazil, it is has been gaining more and more importance in animal production in all region across the country. In Northeast region of Brazil, fish and shrimp farming are the two most important branches of aquaculture. The cultivation of marine shrimps in the semi-intensive system is the traditional way of using in our country. The use of this system has a historical of socio-environmental conflicts and recently has had serious problems with diseases, which caused a loss of almost 50% in the national production. In this way, new production systems must be tested and the superintensive system with water reuse and biofloc use (BFT) has been getting around the world as an alternative to the traditional system. In this dissertation we performed the sustainability analysis of marine shrimp culture in these two systems. The sustainability indicators matrix, methodology adopted by Bezerra (2017) was used to calculate the subindex of economic, social and environmental sustainability; which allowed to calculate the general index of sustainability - IGS from the marine shrimp culture in a superintensive system (BFT Technology) and thus, to made the comparison between the two systems. It was verified that the subindexes and IGS of the superintensive system presented, in general, higher values than those of the semi-intensive system calculated by Bezerra (2017); which allowed us to conclude that the cultivation of marine shrimps in the superintensive system with water reuse and bioflocosis (BFT) is more sustainable than the culture in the semi-intensive one.

**Key-words: Indicators, Sustainability, shrimp culture**

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional) .....	19
Figura 2: Viveiros de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional) .....	19
Figura 3: Vista interna de um viveiro em sistema AquaScience®. Foto: Panorama da Aquicultura .....	20
Figura 4: Desenho esquemático de um Split Pond. Fonte: Panorama da Aquicultura...	21
Figura 5: Tanques escavados revestidos com geomembrana e cobertos com estufa, operando em sistema superintensivo e uso de bioflocos, na Estação Marinha de Aquicultura da FURG. ....	23
Figura 6: Tanques suspensos para cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos no DF.. ....	23
Figura 7: Tanques suspensos (200 m <sup>3</sup> ) em construção.....	44
Figura 8: Tanques suspensos (200 m <sup>3</sup> ) em operação.....	23.44
Figura 9: Mangueiras porosas para aeração.....	45
Figura 10: Tanques suspensos com aeração e bioflocos.. ....	45
Figura 11: Tanques-berçário (200m <sup>3</sup> ) .....	45
Figura 12: bacia utilizada para o reuso da água (200m <sup>3</sup> ) .. ....	45

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evolução da produção mundial de pescado por captura e por aquicultura, de 1950 a 2015. ....	57
Gráfico 2: Produção mundial de pescado por atividade/ em milhões de toneladas no ano de 2016 .....	58
Gráfico 3: Participação das atividades em relação ao consumo humano de pescado em 2016, em milhões de toneladas e % no ano de 2016 .....	58
Gráfico 4: Participação relativa estimada de consumo humano de pescado por atividade (2016/ 2030) .....	59
Gráfico 5: Produção Mundial de Aquicultura por Organismo e por Valor (US\$ bilhões) em 2016 .....	60
Gráfico 6: Produção Aquícola Brasileira por organismo cultivado em 2016.....	61
Gráfico 7: Valor da produção aquícola brasileira no ano de 2016 (R\$).....	61

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Coordenadas geográficas da unidade de pesquisa (fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos). 44

Quadro 2: Níveis de sustentabilidade ..... 56

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dimensões de sustentabilidade (SACHS, 2002) .....	18
Tabela 2: Parâmetros de caracterização de um cultivo de camarões no sistema semi-intensivo (tradicional).....	22
Tabela 3: Parâmetros de caracterização de um sistema de cultivo de camarões marinhos superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos (BFT) .....	32
Tabela 4: Aplicação da Metodologia de Pegada Ecológica na Aquicultura.....	37
Tabela 5: Aplicação da Metodologia de Análise do Ciclo de Vida na Aquicultura.....	38
Tabela 6: Aplicação da Metodologia de Análise Emergética na Aquicultura.....	39
Tabela 7: Aplicação da Metodologia de Matriz de Indicadores na Aquicultura .....	41
Tabela 8: Indicadores Econômicos X Escala de Performance: .....	45
Tabela 9: Indicadores Ambientais X Escala de Performance: .....	49
Tabela 10: Indicadores Sociais .....	51
Tabela 11: Parâmetros técnicos da unidade produtiva da pesquisa.....	53
Tabela 12: Dimensão X Subíndices X Indicadores de Sustentabilidade.....	55
Tabela 13: Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SSE) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Recirculação de Água e Uso de Bioflocos. 63	
Tabela 14: Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Recirculação de Água e Uso de Bioflocos. 64	
Tabela 15: Subíndice de Sustentabilidade Social (SSS) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Reuso de Água e Uso de Bioflocos. ....	67
Tabela 16: Índices de sustentabilidade do cultivo de camarão marinho no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos. ....	67
Tabela 17: Índices de Sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos nos sistemas superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos) e no sistema semi-intensivo (tradicional). ....	68

## **LISTA DE SIGLAS**

ABCC	Associação Brasileira de Criadores de Camarão
ACV	Análise do Ciclo de Vida
AE	Análise Emergética
BFT	Biofloc Technology (Tecnologia de Bioflocos)
CIREN	Centro Internacional de Pesquisas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
EF	Ecological FootPrint (Pegada Ecológica)
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FOESA	Observatorio Español de Acuicultura
FURG	Universidade Federal do Rio Grande - RS
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGS	Índice Geral de Sustentabilidade
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PPP	People, Planet, Profit (Pessoas, Planeta, Lucro)
SSA	Subíndice de Sustentabilidade Ambiental
SSE	Subíndice de Sustentabilidade Econômica
SSS	Subíndice de Sustentabilidade Social
TBL	Triple Bottom Line

SUMÁRIO.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. A Contextualização.....	15
1.1.1. A Crise nos Sistemas de Produção.....	15
1.1.2. O Cultivo de Camarões (carcinicultura) no Brasil.....	16
1.1.3. Descrição dos Sistemas de Cultivo de Camarão Marinhos Analisados.....	16
1.1.4. A Sustentabilidade.....	24
1.1.5. A Mensuração da Sustentabilidade.....	24
1.2. Problema de Pesquisa.....	24
1.3. Objetivos.....	25
1.3.1. Geral.....	25
1.3.2. Específicos.....	25
1.4. Justificativa.....	25
1.5. Aspectos Metodológicos.....	26
1.6. Estrutura do Trabalho.....	27
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	28
2.1. O Desenvolvimento Sustentável.....	28
2.2. As Dimensões de Sustentabilidade.....	31
2.3 A Triple Bottom Line – TBL.....	33
2.4. A Sustentabilidade e a Aquicultura.....	34
2.5. A Mensuração da Sustentabilidade na Aquicultura.....	35
2.5.1. Pegada Ecológica ( <i>Ecological Foot Print - EF</i> ):.....	36
2.5.2. Análise de Ciclo de Vida (ACV):.....	37
2.5.3. Análise Emergética (AE):.....	38
2.5.4. Matriz de Indicadores:.....	39
3. METODOLOGIA.....	42
3.1 Tipologia da Pesquisa.....	42
3.2 Coleta dos Dados.....	43
3.2.1. Primeira Etapa.....	43
3.2.2 Segunda Etapa.....	43
3.3. A Matriz de Indicadores.....	46
3.3.1. Indicadores Econômicos.....	46
3.3.2. Indicadores Ambientais.....	49
3.3.3. Indicadores Sociais.....	51
3.4. Análise dos Dados.....	57

4. RESULTADOS .....	57
4.1. Caracterização do setor .....	57
4.1.1. A Produção Mundial de Pescado .....	57
4.1.2. A Aquicultura.....	59
4.1.3. A Aquicultura no Brasil .....	60
4.1.4. A Carcinicultura no Brasil.....	61
4.2. Identificação dos indicadores.....	62
4.2.1. Indicadores Econômicos .....	62
4.2.2. Indicadores Ambientais.....	63
4.2.3. Indicadores Sociais.....	65
4.3. Cálculo dos Subíndices e Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) .....	67
4.4. Análise Comparativa entre os dois sistemas estudados .....	68
5. CONCLUSÕES .....	70
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	74
ANEXOS .....	81
Anexo 1: Detalhamento dos Indicadores Econômicos .....	82
Anexo 2: Detalhamento dos Indicadores Ambientais.....	83
Anexo 3: Detalhamento dos Indicadores Sociais.....	84
Anexo 4: Detalhamento dos Indicadores Sociais (continuação).....	85
Anexo 5: Ponto de Equilíbrio da Unidade de Pesquisa .....	87
Anexo 6: Rentabilidade da Unidade de Pesquisa .....	88
Anexo 7: Payback da unidade de Pesquisa .....	89
Anexo 8: Custo de Produção da Unidade de Pesquisa .....	90

## 1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação versa sobre a sustentabilidade de sistemas de cultivo de camarões marinhos no estado do Ceará, como forma de contribuir com a discussão a respeito das implicações e influências de inovações tecnológicas advindas de novos modelos produtivos. Foi utilizada uma atividade do agronegócio brasileiro (carcinicultura), mas pode ser aplicada a qualquer atividade que busque inovar em seus sistemas produtivos, com o objetivo de se trabalhar de forma mais sustentável.

### 1.1. A Contextualização

#### 1.1.1. A Crise nos Sistemas de Produção

Grande parte dos atuais sistemas de produção é baseada na busca por lucros incessantes, concentração de riquezas e exploração desordenada dos recursos naturais, gerando enormes problemas para toda a humanidade. Nos últimos anos, as organizações passaram a ter uma preocupação maior com as crises causadas por estes sistemas e passaram a dar mais ênfase à questão da sustentabilidade e o ambiente organizacional passou a valorizar novos sistemas que incorporem estratégias dedicadas ao desenvolvimento sustentável. Desta forma, é premente a necessidade de se buscar novos sistemas produtivos que trabalhem de forma equilibrada as dimensões sociais, ambientais e econômicas de sustentabilidade (SACHS, 2008).

Nesta dissertação, foi trabalhada uma atividade do agronegócio, não tão conhecida, mas não menos importante para o país e para o mundo: a produção de pescado via cultivo, a chamada aquicultura ou cultivo de organismos aquáticos; em um dos seus ramos mais significativos para o Nordeste brasileiro e para o Brasil, a carcinicultura ou produção de camarões marinhos cultivados.

Portanto, o objeto desta dissertação vem ao encontro deste desafio, pois trabalhou-se na análise da sustentabilidade de dois sistemas de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará. Esta atividade é geradora de trabalho e renda para muitas comunidades litorâneas e interiores da região Nordeste do Brasil, no que pese existirem diversos tipos de problemas e conflitos sociais e ambientais no atual sistema de cultivo. Desta forma, pretendeu-se realizar uma análise comparativa entre dois diferentes sistemas de cultivo realizados no Ceará e verificou-se qual dos dois apresentou maior sustentabilidade.

### 1.1.2. O Cultivo de Camarões (carcinicultura) no Brasil

A produção de camarões marinhos cultivados no Brasil foi de 52 mil toneladas em 2016 (IBGE, 2017), com uma redução de 26,1% em relação a 2015. A queda foi justificada pelo vírus da mancha branca, que atingiu as criações de camarões no Nordeste, causando alta mortalidade e grandes prejuízos aos criadores. A Região Nordeste foi a maior produtora, com 51,73 mil toneladas ou 99,2% da produção brasileira. E o estado do Ceará foi o maior produtor, com 25,43 mil toneladas (48,8% da produção nacional) e possui seis grandes áreas produtoras; sendo três no litoral Oeste (Coreaú, Acaraú e Curu) e três no litoral Leste (Pirangi, Baixo e Médio Jaguaribe) (DIELLO e TORRES, 2014). Em segundo lugar vem o Rio Grande do Norte, com 14,3 mil toneladas (28,1% da produção nacional). Juntos, os dois estados responderam por 76,9% do total nacional.

A carcinicultura brasileira já chegou a produzir mais de 75 mil toneladas no ano de 2004 (ABCC, 2013) e este decréscimo ocorre tanto em termos de produção, quanto em termos de produtividade; indicando um esgotamento do atual sistema de cultivo. Nos últimos dois anos o setor da carcinicultura marinha vem atravessando enormes dificuldades, principalmente pela ocorrência de enfermidades como a mancha branca; que vem causando enormes perdas na produção, diminuição das produtividades, aumento dos custos e conseqüentemente da lucratividade; colocando em risco a sustentabilidade da atividade no atual sistema de produção. Assim, é necessário buscar novas técnicas de cultivo que estejam associadas aos conceitos de sustentabilidade.

### 1.1.3. Descrição dos Sistemas de Cultivo de Camarão Marinhos Analisados

A indústria da aquicultura mundial continua crescendo, alcançando 80 milhões de toneladas produzidas em 2016. Dentro desse montante, a produção de crustáceos em cativeiro foi responsável por aproximadamente 7,9 milhões de toneladas (FAO, 2018). Apesar de representar somente 10% do volume produzido, o comércio de camarões representa cerca de 24,65% do valor total de produtos pesqueiros comercializados mundialmente (FAO, 2018). Assim, com vistas a suprir a demanda mundial crescente, as fazendas produtoras destes crustáceos vêm intensificando cada vez mais a produção.

No entanto, para suprir uma indústria pesqueira sobre-explorada e uma população que se espera alcançar 9,6 bilhões de pessoas em 2050, a indústria aquícola tem sido motivada a se intensificar cada vez mais, quebrando o paradigma dos sistemas de criação tradicionais (extensivos e semi-intensivos), que demandam suprimento abundante de água, grandes extensões de terra em áreas costeiras sujeitas a expansão imobiliária e com normativas ambientais geralmente mais rígidas. Neste item descrevemos os dois sistemas analisados neste estudo (semi-intensivo e superintensivo).

#### 1.1.3.1. Caracterização do Cultivo de Camarões Marinhos no Sistema Semi-Intensivo.

De acordo com a ABCC (2013) cita que a carcinicultura brasileira; embora tenha crescido em relação ao número de produtores e à área cultivada; decresceu em termos de produção e produtividade no período 2004/ 2011. Segundo Nunes, Madrid e Andrade (2011), no período 1998/ 2003 a carcinicultura brasileira teve seu momento de auge, com a instalação de novos empreendimentos, modernização da infraestrutura existente e incorporação de tecnologias e controles ao cultivo; enquanto o período 2004/ 2011 pode ser dividido em duas etapas distintas:

1ª etapa (2004/ 2007): ajuste a uma nova realidade produtiva e econômica;

Paralelamente ao problema das enfermidades, outras adversidades comprometeram a atividade neste período, tais como: queda dos preços do camarão no mercado internacional devido ao aumento da produção asiática, desvalorização progressiva do dólar, ação antidumping dos Estados Unidos, aumento dos custos operacionais no modelo intensivo, diminuição das produtividades, etc. A partir de 2005, na busca por uma adequação à nova realidade, os projetos que se mantiveram ativos reduziram seus custos em detrimento das altas produtividades antes almejadas. Na carcinicultura, os custos operacionais (ração, pós-larva, energia e mão-de-obra) estão atrelados ao nível de intensificação. Com isto os produtores baixaram drasticamente as densidades de estocagem, passando a operar entre 10 e 15 camarões/m<sup>2</sup>. Os tempos de engorda foram reduzidos, houve uma busca pelo mercado interno e a energia elétrica teve um desconto através de uma normativa do governo federal, a Resolução Normativa Nº 207, de 9 de janeiro de 2007; fazendo com que a partir de 2008 houvesse uma recuperação do Setor.

2ª etapa (2008/ 2011): recuperação econômica, retomada da produção e consolidação da indústria.

A partir de 2008, a atividade retomou seus índices de rentabilidade, beneficiada pelo novo cenário econômico do país, que incorporou uma massa significativa de pessoas com poder de compra. Enquanto a produção se estabilizou ao redor de 65 mil toneladas, o consumo per capita de camarões no Brasil aumentou significativamente. E, ainda segundo Nunes, Madrid e Andrade (2011), entre os fatores técnicos que mais contribuíram na recuperação econômica da atividade, um pode ser citado, que foi o retorno à predominância do regime de cultivo semi-intensivo, no qual a redução das densidades de estocagem e o tratamento do solo por meio de bioremediadores promoveram uma significativa diminuição das condições de estresse e de doenças. Neste sistema, as tecnologias utilizadas pelos carcinicultores ainda são bastante insipientes (o uso de comedouros fixos é o item de maior utilização, com 82%); enquanto outros itens são utilizados ainda de forma muito pontual: probióticos (33%), aeradores (42%) e berçários intensivos (12%).

Tabela 1: Parâmetros de caracterização de um cultivo de camarões no sistema semi-intensivo (tradicional)

Parâmetros	Sistema Tradicional (semi-intensivo)
Produtividade	7-10 toneladas/ hectare/ ano
Consumo de Água	Alto consumo (64.000 litros/ kg de camarão)
Biosegurança	Menor
Densidade de estocagem	10 a 40 camarões por m <sup>2</sup>
Quantidade de ração consumida	1,8 kg de ração: 1,0 kg de camarão
Quantidade gerada de efluentes	Alta
Custo de Produção (R\$/ kg)	17,17
Margem de Lucro (R\$)	12,83
Ponto de equilíbrio (%)	8,15

Fonte: Dados da pesquisa

Esses dados nos mostram claramente que as tecnologias utilizadas pelos carcinicultores brasileiros ainda são bastante insipientes. A ABCC (2013) afirma que o uso de comedouros fixos é o item de maior utilização, com 82%; enquanto outros itens são utilizados ainda de forma muito pontual: probióticos (33%), aeradores (42%) e berçários intensivos (12%). A figura 1 apresenta uma fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional):



Figura 1: Fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional)  
Foto: Lisandra Meinerz

A figura 2 apresenta viveiros de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional):



Figura 2: Viveiros de cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional)  
Foto: Lisandra Meinerz

### 1.1.3.2. Caracterização do Cultivo de Camarões Marinhos no Sistema Superintensivo

Sistemas de criação intensivos que requerem mínima troca d'água utilizam uma pequena fração da terra e da água que seriam utilizadas em um sistema extensivo, apresentam maior produtividade por área e são mais sustentáveis para a produção de peixes e camarões. Outra razão importante para a intensificação é a demanda por sistemas bioseguros, onde há mínima liberação de efluentes para o meio ambiente, maior controle de qualidade e rentabilidade.

De acordo com Teixeira e Guerrelhas (2011), o sistema de cultivo intensivo em aquicultura possui algumas características: demanda acompanhamento contínuo e intenso; permite aumentar a produtividade em três vezes ou mais sem aumentar o custo de produção na mesma intensidade; utiliza densidades de cultivo mais altas; suportam altas taxas de crescimento, desde que a ração tenha composição para tal, o oxigênio seja mantido em níveis ideais e a condição ambiental do viveiro seja estável e controlável. Existem diversos tipos de cultivo nos modelos superintensivos e não se pode definir um ou outro como melhor ou mais indicado. Nesta dissertação citamos três destes modelos:

a) Aquascience®: De acordo com Peregrino (2014) neste sistema os viveiros são recobertos com geomembrana (PEAD), possuem áreas médias de 4.000m<sup>2</sup>, drenagem central, recirculação de água 24hs/ dia e aeração mista (aeradores de palheta e mangueiras microporosas alimentadas por sopradores radiais).



Figura 3: Vista interna de um viveiro em sistema AquaScience®. Foto: Panorama da Aquicultura.

b) Split Ponds: De acordo com Kubitzka (2015), *Split Pond* dá nome a um sistema de cultivo onde grandes viveiros são divididos em duas áreas: uma menor (15 a 20% da área total do viveiro), chamada de área de cultivo; e a outra maior (80 a 85% da área do viveiro), chamada de área de recuperação de água, por onde a água é recirculada.

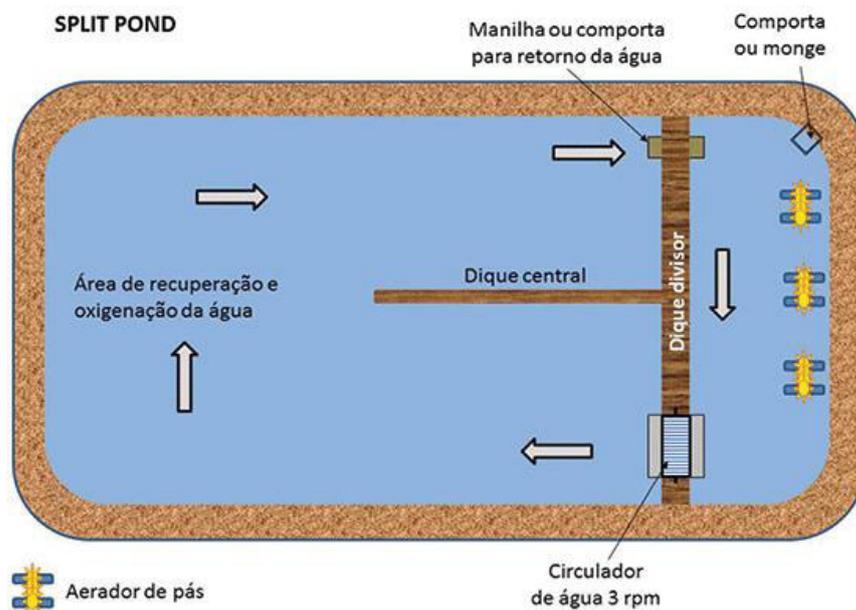


Figura 4: Desenho esquemático de um Split Pond. Fonte: Panorama da Aquicultura.

c) Tecnologia BFT (*Biofloc Technology*): Essa tecnologia consiste no desenvolvimento e controle de material microbiológico heterotrófico (fitoplâncton, bactérias, agregados de matéria orgânica, etc.) na coluna de água, pela adição de carboidratos. Este material é chamado de bioflocos e proporciona uma melhoria na qualidade da água dos cultivos, além de poderem ser consumidos pelos organismos cultivados (CRAB et al, 2009).

A BFT possui como principal característica a não renovação de água, na qual os compostos tóxicos oriundos da excreção dos camarões e dos restos de ração presentes no meio são convertidos em biomassa bacteriana por meio da ação de bactérias heterotróficas e nitrificantes. O cultivo no sistema BFT favorece uma maior intensificação do sistema de cultivo em decorrência da manutenção da qualidade da água e do suplemento alimentar natural existente.

De acordo com Bauer (2017), vários estudos têm demonstrado os inúmeros benefícios do consumo dos bioflocos pelos animais cultivados, tais como: redução nas taxas de conversão alimentar, aumento das taxas de crescimento, fortalecimento do sistema imune, diminuição considerável dos custos com ração, melhoria dos índices de produtividade, maior biossegurança, etc. Este tipo de sistema utiliza pouca água (160 litros de água para produzir 1 kg de camarão, enquanto no sistema tradicional são necessários 64.000 litros de água para produzir 1 kg de camarão (OTOSHI et al, 2006 e HOPKINS et al. 1995, respectivamente). Nesta dissertação utilizou-se o sistema de cultivo superintensivo de cultivo de camarões marinhos com reuso de água e uso de bioflocos (BFT) para fins de comparação com o sistema semi-intensivo.

Tabela 2: Parâmetros de caracterização de um sistema de cultivo de camarões marinhos superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos (BFT)

Parâmetros	Recirculação de Água e com uso de Bioflocos (Sistema BFT)
Produtividade	90-200 toneladas/hectare/ano
Consumo de Água	Baixo consumo (160 litros/ kg de camarão)
Biosegurança	Maior
Densidade de estocagem	200 a 400 camarões por m <sup>3</sup>
Quantidade de ração consumida (kg ração: Kg camarão)	1,3:1,0
Quantidade gerada de efluentes	Mínima
Custo de Produção (R\$/ kg)	12,07
Margem de Lucro (R\$)	17,93
Ponto de equilíbrio (%)	5,80

Fonte: Dados da pesquisa

Diante da importância que a carcinicultura ganhou na economia do Nordeste e da nova realidade que impõe atividades que sejam mais produtivas, competitivas e que utilizem cada vez menos água e outros insumos (diminuição de custos); é necessária a adoção de inovações tecnológicas que atendam a estas necessidades. A figura 5 apresenta tanques escavados para o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos:



Figura 5: Tanques escavados revestidos com geomembrana e cobertos com estufa, operando em sistema superintensivo e uso de bioflocos, na Estação Marinha de Aquicultura da FURG. Foto: Panorama da Aquicultura.

A figura 6 apresenta tanques suspensos para o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos:



Figura 6: Tanques suspensos para cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos no DF. Foto: William Bauer.

#### 1.1.4. A Sustentabilidade

O desenvolvimento sustentável é objeto de desejo das mais diversas atividades produtivas. Mas, apesar dessa ampla aceitação, as interpretações a respeito de seus diversos conceitos despertam várias críticas, principalmente no que concerne à questão de que desenvolvimento remota puramente ao crescimento econômico; no que muitos autores discordam. Assim, este desenvolvimento evolui para uma questão maior do que simplesmente crescer economicamente e nasce o que foi denominado por Elkington (1997) de *Triple Bottom Line – TBL*; que trata da inter-relação entre as dimensões econômicas, sociais e ambientais de sustentabilidade e que se adotou como referência nesta dissertação.

#### 1.1.5. A Mensuração da Sustentabilidade

Existem inúmeros métodos de mensuração da sustentabilidade nas mais diversas atividades produtivas. No caso da aquicultura, Bezerra (2017) cita alguns desses métodos: a pegada ecológica, a análise do ciclo de vida, a análise emergética e a matriz de indicadores. Bezerra (2017) afirma que todas essas metodologias são válidas para aplicação na aquicultura, porém a que mais se adapta à carcinicultura marinha é a matriz de indicadores. Este autor elaborou uma matriz que incorporou um conjunto de indicadores sociais, econômicos e ambientais na aquicultura, que serviram de base para a elaboração dos índices que foram utilizados para mensurar a sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo (tradicional).

#### 1.2. Problema de Pesquisa

Desta forma, o problema de pesquisa discutido nesta dissertação diz respeito à questão da busca por novos sistemas produtivos que sejam mais sustentáveis do que os atualmente utilizados. Assim, elaboramos a seguinte pergunta de pesquisa: dos sistemas de cultivo de camarão marinho utilizados no estado do Ceará, qual o mais sustentável?

E o pressuposto sugerido nesta pesquisa foi: *o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos) é mais sustentável do que o cultivo no sistema semi-intensivo (tradicional).*

Para se chegar à comprovação ou não deste pressuposto, foi adotada a metodologia utilizada por Bezerra (2017) para mensurar a sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos no estado do Ceará no sistema semi-intensivo (tradicional); que permitiu realizar a análise comparativa da sustentabilidade dos dois sistemas de cultivo de camarão marinho trabalhados nesta pesquisa.

Além disso, construiu-se um quadro teórico conciso e coerente, compatível com o tratamento dado ao problema de pesquisa e ao raciocínio desenvolvido, formando uma unidade lógica que tornou possível a obtenção dos resultados.

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Geral

Realizar uma análise comparativa da sustentabilidade dos cultivos de camarão marinho nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos - BFT).

#### 1.3.2. Específicos

- Descrever as características gerais do cultivo de camarões marinhos utilizados no Brasil nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos - BFT).
- Calcular o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos – BFT).
- Comparar o IGS do cultivo de camarões marinhos nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos – BFT).

### 1.4. Justificativa

A economia brasileira passa por um grande desafio devido à crise instaurada no país nestes últimos anos e a situação é prejudicial a vários setores da economia que buscam formas para compensar o menor interesse das pessoas pelo consumo. Uma maneira de se manter competitivo consiste em avaliar métodos de produção e identificar como utilizar menos recursos ou aumentar resultados. Esse é o desafio de todo

empreendedor que tenha como objetivo alcançar maior produtividade para, se bem administrado o negócio, obter o lucro ou, a depender da situação, sobreviver ante a concorrência acirrada do mercado.

O cultivo do camarão ou carcinicultura é um ramo do agronegócio que vem se transformado em atividade econômica de relevo nos últimos anos. A carcinicultura marinha (cultivo de camarões marinhos) tem uma extrema importância socioeconômica no Nordeste brasileiro, pois é nesta região que se concentra 99% da produção de camarão cultivado no Brasil; sendo o Ceará o maior estado produtor com 31.982 toneladas ou 46% do total nacional (ABCC, 2013); e gera cerca de 3,75 empregos diretos e indiretos (SAMPAIO e COSTA, 2003). Porém, esta atividade passa atualmente por uma crise imensa, gerando desemprego e enormes perdas econômicas e sociais, muitas das quais oriundas de uma defasagem tecnológica do atual sistema de cultivo semi-intensivo.

Desta forma, há a necessidade de se investir em tecnologias “limpas” que permitam a redução de “inputs” de nutrientes e taxas de renovação de água para favorecer equilíbrio aos ambientes adjacentes, surgiram tecnologias capazes de produzir de forma diferente (NASCIMENTO et al, 1998). Portanto, é necessário propor sistemas de cultivo que proporcionem melhor uso dos recursos naturais, maior produtividade, mais biossegurança, menor custo operacional e maior rentabilidade, buscando assim serem mais sustentáveis. Assim, surgiram os cultivos superintensivos, nos quais é possível aumentar a produtividade e a rentabilidade, além de promover uma diminuição no uso de insumos como a água e ração. Contudo, essas tecnologias carecem de estudos aprofundados que comprovem sua melhor sustentabilidade de acordo com os princípios da *Triple Bottom Line*; que por sua vez apresenta as dimensões sociais, econômicas e ambientais de sustentabilidade.

### 1.5. Aspectos Metodológicos

Esta pesquisa foi classificada como descritiva (quanto aos meios) e foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. O trabalho se dividiu em duas etapas: a primeira consistiu num levantamento bibliográfico que permitiu a elaboração de uma fundamentação teórica sobre a caracterização do setor, os conceitos e definições a respeito do desenvolvimento sustentável e a mensuração da sustentabilidade, assim

como a identificação de índices de sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo.

Já a segunda etapa foi realizada por meio de uma pesquisa de campo e a unidade de pesquisa utilizada foi uma fazenda de cultivo de camarões no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos – BFT, localizada no município de Cascavel-Ceará; que permitiu o cálculo dos índices de sustentabilidade do cultivo de camarões neste sistema, assim como a análise comparativa entre os dois sistemas.

#### 1.6. Estrutura do Trabalho

Esta dissertação foi dividida em seis seções. A primeira trata dos aspectos introdutórios, nos quais foram citados os seguintes aspectos: a crise nos atuais sistemas produtivos, a descrição dos dois sistemas estudados, a sustentabilidade e suas formas de mensuração, o problema de pesquisa, os objetivos e a justificativa para a realização deste estudo.

A segunda seção trata do levantamento bibliográfico que permitiu a fundamentação teórica para balizar a pesquisa. Esta seção aborda as definições e conceitos referentes ao desenvolvimento sustentável, as dimensões de sustentabilidade e a Triple Bottom Line – TBL, vertente adotada neste trabalho. Ainda nesta seção foram abordadas diferentes formas de mensuração da sustentabilidade para a aquicultura.

Já a terceira seção descreve a metodologia utilizada, que foi classificada quanto aos meios (descritiva) e quanto à abordagem (quali-quantitativa). Esta metodologia descreve a forma de coleta dos dados, a matriz de indicadores utilizada para mensurar a sustentabilidade dos dois sistemas de cultivo de camarão marinho estudados e também a forma de análise dos dados.

A quarta seção trata da apresentação e análise dos resultados, que foram apresentados por sistema de cultivo e permitiram atingir os objetivos deste trabalho.

A quinta seção apresenta as conclusões e recomendações referentes ao estudo realizado e por fim, a sexta e última seção apresenta as referências bibliográficas utilizadas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. O Desenvolvimento Sustentável

O sistema capitalista de produção é caracterizado, dentre outras coisas, pelo desperdício de recursos naturais. Richmann e Buey (1994) afirmam que as sociedades industriais provocavam reações críticas pelas destruições que causavam. Além disso, as enormes pressões sociais, governamentais e por parte da indústria, aliadas às forças de mercado, às degradações ambientais e ao crescimento populacional, proporcionaram uma crise deste modelo de desenvolvimento. Desta forma, este sistema precisa evoluir para uma produção mais eficiente dos recursos naturais, reduzindo seus impactos sócioambientais e garantindo níveis de produção e consumo mais sustentáveis (DALÉ, ROLDAN e HANSEN, 2011; VANCHON e KLASSEN, 2006).

Com os estudos de Ignacy Sachs e sua equipe interdisciplinar do Centro Internacional de Pesquisas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CIRED), emerge então, o conceito de ecodesenvolvimento (MAIA e PIRES, 2011). De acordo com Vieira (2007), ecodesenvolvimento indica um novo estilo de desenvolvimento fundamentado no planejamento participativo e nos aspectos éticos de atendimento das necessidades humanas fundamentais e de consciência ecológica das sociedades. O ecodesenvolvimento, viria a se tornar sinônimo de desenvolvimento sustentável.

Assim, diante dos excessos do atual modelo de desenvolvimento, as Organizações das Nações Unidas, por meio das conferências realizadas em Estocolmo (1972), Nairóbi (1987), Rio de Janeiro (1992), Quioto (1997) e Joanesburgo (2002), inicialmente conceituaram e posteriormente tornaram popular o termo *desenvolvimento sustentável*. Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento divulgou o relatório *Our Common Future – Relatório de Brundtland* e definiu desenvolvimento sustentável como aquele que “satisfaz às necessidades e aspirações do presente, sem comprometer a possibilidade de atendê-las no futuro” (WCED, 1987). Porém, de acordo com Brüseke (1998), a disseminação deste conceito levou instituições a refletirem sobre o direcionamento de seus investimentos e os impactos sociais e ambientais gerados e assim, passou a envolver as esferas governamentais e organizacionais (HALL, DANEKE e LENOX, 2010; STEURER et al, 2005).

O movimento pelo desenvolvimento sustentável parece ser um dos movimentos sociais mais importantes deste início de século e milênio e ao contrário do movimento pela qualidade, a adesão das empresas vem de fora para dentro e recentemente passou a ser um fator de competitividade, seja como fonte de diferenciação, seja como fonte de qualificação para continuar no mercado (BARBIERI et al, 2010). Este conceito se popularizou no ambiente organizacional pela necessidade de substituir sistemas antigos por outros que atendessem às diretrizes deste novo movimento. Segundo Aligreri, Aligreri e Kruglianskas (2009), as empresas que adotam os princípios do desenvolvimento sustentável em suas estratégias, ampliam a capacidade de conduzir e repensar suas formas de gestão.

Jacobi, Raufflet e Arruda (2011) afirmam que no início, as discussões sobre sustentabilidade nas escolas de administração tinham um foco majoritariamente econômico, baseada na leitura de clássicos como *The Tragedy of the Commons* de Garret Hardin de 1968 e *Steady-state economics* de Herman Daly de 1977; porém nos últimos anos tem evoluído para um enfoque estratégico-administrativo. E esta aproximação entre as premissas do desenvolvimento sustentável e estratégico proporcionou, de acordo com Barbieri (2006) e Sachs (2002), um movimento de mudança no âmbito das organizações. Assim, atualmente a sustentabilidade tem ocupado lugar importante no debate sobre desenvolvimento.

Porém, apesar do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade terem caracteres semelhantes, diferem em suas bases conceituais (BALBINOT e BORIM DE SOUZA, 2012). O desenvolvimento sustentável é comumente associado à expectativa de um país que entra numa fase de crescimento que se mantém ao longo do tempo (FERREIRA, 1998; RATTNER, 1999); enquanto a sustentabilidade é a capacidade que uma atividade tem de manter-se por um longo período, para não se esgotar nunca, apesar dos imprevistos que podem vir a ocorrer (PHILIPPI, 2001; ALMEIDA, 2002; SAFATLE, 2006)

Segundo Silva (2005), a sustentabilidade significa o lugar aonde se quer chegar, enquanto o desenvolvimento sustentável significa como chegar a esse lugar. Já Munck e Borim de Souza (2009) afirmam que a sustentabilidade é a capacidade de manter algo em um estado contínuo, representando a ideia central do desenvolvimento sustentável.

De acordo com Marconatto et al (2013), o campo do desenvolvimento sustentável é marcado por visões e interesses conflitantes, fragmentados em dois grupos ideológicos que se opõem: os *biocentros* – que advogam pela priorização da preservação dos recursos naturais sobre os sistemas socioeconômicos e os *antropocentros* – acreditam que a natureza existe para servir ao homem e que o crescimento dos mercados e o incremento tecnológico são suficientes para garantir a sustentabilidade.

Desta forma, diversas críticas têm sido feitas ao termo desenvolvimento sustentável, principalmente por quem entende que o crescimento econômico, condição necessária para erradicar a pobreza e objetivo do desenvolvimento sustentável, é a origem dos graves problemas ambientais e sociais. Daly (1991) defende que, ao contrário da retomada do crescimento, é necessário limitar as atividades humanas, o nível de população e o padrão médio de consumo à capacidade de suporte do planeta.

Porrit (2003), por sua vez, propõe que o termo mais correto seria *desenvolvimento marginalmente menos insustentável*. No entanto, de acordo com Barbieri e Silva (2011), foi a menção à retomada do crescimento que trouxe popularidade ao desenvolvimento sustentável entre os políticos, já que o crescimento econômico é uma bandeira fácil de carregar e render votos, pois gera impostos e aumenta a possibilidade de atender às demandas de diversos setores da sociedade. E assim, quando se incluiu o crescimento como objetivo do desenvolvimento sustentável, obteve-se a adesão crescente de empresários e dirigentes das empresas. McNeill (2000) afirma que a prioridade excessiva dada ao crescimento foi certamente a ideia mais importante do século XX, afastando até os economistas que ousaram desafiá-lo, além de gerar ceticismo em muitas correntes ambientalistas, que são acusadas de atrasadas, regressistas e utópicas. Barbieri e Silva (2011) concluem que o desenvolvimento sustentável é meta-objetivo que une todo o mundo: o industrialista, o agricultor de subsistência, trabalhadores, formuladores de políticas públicas, etc.

Outro termo que suscita polêmicas e posições antagônicas é sustentável. Villeneuve (1998) afirma que nos países e regiões de língua francesa, utiliza-se a expressão *durable* (durável), em vez de sustentável e de *development durable* (desenvolvimento durável), em vez de desenvolvimento sustentável. Barbieri e Silva (2011) afirmam que nos cursos de administração e no ambiente empresarial é

frequentemente usada a palavra sustentabilidade no lugar de desenvolvimento sustentável.

Savitz e Weber (2006) definem sustentabilidade como “a arte de fazer negócios num mundo interdependente” e empresa sustentável como a que cria lucro para os seus acionistas, enquanto protege o meio ambiente e melhora a vida das pessoas com quem interage”. O termo sustentabilidade é utilizado de forma bastante genérica, porém ele deve compreender pelo menos três componentes fundamentais: preservação do meio ambiente, bem-estar econômico e equidade social (SUSTAINAQUA, 2009).

Segundo Barbieri et al (2010), apesar das críticas, as propostas concernentes ao desenvolvimento sustentável se tornaram a base de um dos mais importantes movimentos sociais da atualidade e que a institucionalização deste conceito não levou mais de duas décadas.

## 2.2. As Dimensões de Sustentabilidade

Sachs (2008) afirma que as principais causas das crises sociais e ecológicas no mundo são as pressões humanas sobre os ecossistemas e o clima na Terra; o crescimento da população mundial; a miséria e a pobreza não aliviadas pelo crescimento econômico e o peso do cinismo, do derrotismo e de instituições ultrapassadas na insolubilidade dos problemas globais.

Este autor salienta ainda, que as soluções para os problemas sociais e ecológicos não estão nas forças de mercado, pois estas: a) não podem garantir o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, mesmo porque essas tecnologias seriam direcionadas aos benefícios sociais e não à lucratividade; b) mesmo que estas tecnologias sejam desenvolvidas, não existem garantias de sua ampla adoção, pois elas precisam geralmente de incentivos e estímulos para sua aceitação; c) não podem garantir as mudanças populacionais necessárias e d) não poderão assegurar o atendimento das necessidades básicas em todas as partes do mundo. Desta forma, Sachs (2008) afirma que para o desenvolvimento sustentável são necessárias três mudanças fundamentais: sustentabilidade ambiental, estabilização populacional e fim da miséria e que estas mudanças só poderão ser alcançadas com um processo de cooperação global. Para fins de operacionalização do desenvolvimento sustentável, Sachs (2002) apresentou suas oito dimensões de sustentabilidade:

Tabela 3: Dimensões de sustentabilidade

Dimensões	Características
Social	Propõe homogeneidade social, distribuição de renda justa, qualidade de vida e igualdade social
Econômica	Aborda o equilíbrio econômico entre os setores, a modernização dos meios produtivos e a inserção na economia internacional
Ecológica	Propõe a preservação do capital natural e a limitação no uso dos recursos naturais
Cultural	Sugere equilíbrio, tradição e inovação, autonomia na elaboração de projetos nacionais e integrados e a combinação entre confiança e abertura para o mundo
Ambiental	Engloba o respeito aos ecossistemas naturais
Territorial	Trata do equilíbrio entre as configurações urbanas e rurais e das estratégias de desenvolvimento de regiões
Política Internacional	Envolve a democracia, os direitos humanos e a implantação de projetos nacionais em parceria com os empreendedores
Política Nacional	Trata da promoção da paz e da cooperação internacional, da gestão da biodiversidade natural e cultural e da cooperação científica e tecnológica

Fonte: Sachs (2002)

De acordo Maia e Pires (2011), essas oito dimensões de sustentabilidade permitem visualizar as interações existentes em um contexto de desenvolvimento territorial ou regional, mas não na perspectiva organizacional. Diante desta dificuldade, emerge o conceito mais amplo de desenvolvimento sustentável, sendo que uma das interpretações mais disseminadas foi proposta por Elkington (2001), ao introduzir o conceito do *Triple Bottom Line (TBL)*, o qual será considerado neste estudo.

### 2.3 A Triple Bottom Line – TBL

Elkington (1997) propôs uma nova forma de se mensurar a performance das organizações, que ficou conhecida como *Triple Bottom Line – TBL*; que foi formulada para difundir a ideia de concepção de valor multidimensional, baseada nos que Elkington (2012) chamou dos três pilares da sustentabilidade (3P's): *people ou pessoas (capital humano)*, *planet ou planeta (capital natural)* e *profit ou lucros (resultados econômicos)*. A TBL compreende que a performance dos negócios e o sucesso das organizações deveriam ser mensuradas baseadas nos fatores econômicos, sociais e ambientais (GOEL, 2010). Desta forma, o desenvolvimento sustentável envolve essas três aproximações fundamentais, que são inter-relacionadas e complementares e que representam as dimensões de sustentabilidade (CIEGIS, RAMANAUSKIENE e MARTINKUS, 2009).

Elkington (2001) afirma que a dimensão ambiental abrange a preocupação em pensar formas de produzir e consumir que garantam o processo de auto reparação dos ecossistemas; a dimensão social envolve esforços para erradicar a pobreza e definir um padrão para uma vida digna, com distribuição justa e equitativa do consumo de bens e serviços entre todos os habitantes do planeta; e a dimensão econômica inclui a economia formal e informal, no sentido de prover serviços para os indivíduos e grupos, de modo a aumentar a renda monetária e o padrão de vida dos indivíduos.

Segundo Dias (2008), o mais importante na abordagem das três dimensões de sustentabilidade é o equilíbrio dinâmico entre elas e de acordo com Elkington (2004), este equilíbrio poderá ser alcançado quando a organização considerar a integração dos três pilares da sustentabilidade (3P's).

Assim, o planejamento estratégico das empresas passou a incorporar esse novo comportamento, por conta do intrínseco relacionamento das dimensões econômicas, sociais e ambientais (ELKINGTON, 2012). Desta forma, o tripé da sustentabilidade - TBL tornou-se amplamente conhecido entre as empresas e pesquisadores, o que faz dele uma ferramenta conceitual (CARVALHO e VIANA, 1998; CORAL, 2002; OLIVEIRA FILHO, 2004).

Alguns estudos consideram a dimensão ambiental como preferencial em relação à sustentabilidade. Já outros estudos consideram as dimensões econômicas e sociais como mais importantes. Sob qualquer ponto de vista, essas distorções causam incoerências e inconsistências nos estudos que pretendem mensurar a sustentabilidade. Alhaddi (2015) cita que a TBL pretende se referir às três linhas de sustentabilidade de forma integrada; dando-lhes um nível igual de importância e trazendo balanço e coerência na construção deste constructo. Cada uma destas dimensões de sustentabilidade é de igual importância e influenciam umas às outras de maneira interdependente e não podem ser trabalhadas em separado.

Hubbard (2006), por sua vez, cita que mensurar os aspectos sociais e ambientais não tem sido fácil, pois ao contrário dos aspectos econômicos, estas duas dimensões não são fáceis de serem quantificadas. Slaper e Hall (2011) afirmam que há uma enorme dificuldade de se conseguir mensurar as dimensões de sustentabilidade, em virtude de não haver uma unidade em comum entre elas; porém, uma solução poderia ser calcular a TBL na forma de índices; o que eliminaria a incompatibilidade de unidades e que a utilização de índices é uma metodologia universalmente aceita.

#### 2.4. A Sustentabilidade e a Aquicultura

A aquicultura é o cultivo de organismos aquáticos em áreas continentais ou costeiras, que implica por um lado, na intervenção no processo de criação para melhorar a produção e por outro lado, na propriedade individual ou empresarial do estoque cultivado (FAO, 2008). No Brasil, a aquicultura é definida pela Lei 11.958/ 2009 (BRASIL, 2009) como a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais, se dá total ou parcialmente na água, implicando a propriedade do estoque sob cultivo, equiparada à atividade agropecuária.

Devido à problemática do uso da água e a poluição dos ambientes aquáticos costeiros, muita atenção tem sido dada a iniciativas que otimizem o uso deste recurso, para que as atividades dependentes da água, tais como a aquicultura, sejam cada vez mais sustentáveis. Estudos para a sustentabilidade da aquicultura têm sido feitos desde o início dos anos 1990 (VALENTI et al, 2018). Valenti (2002) faz o elo entre a aquicultura e a sustentabilidade quando cita que a aquicultura sustentável é a forma desejável de se produzir organismos aquáticos sem degradar o meio ambiente, com lucro e com benefícios sociais.

Corbin e Young (1997) afirmam que a aquicultura sustentável deve conservar os recursos naturais e a biodiversidade, causar a mínima degradação ao meio ambiente, utilizar técnicas e tecnologias apropriadas à situação e ao lugar, gerar lucros e benefícios econômicos, causar mínimos conflitos sociais e satisfazer as necessidades das pequenas comunidades. Para Vinatea (1999), aquicultura sustentável é a produção viável, durável e ética de organismos aquáticos, explorando e conservando os recursos naturais, com a necessidade de atender as essencialidades presentes e futuras de todos. Já para Valenti (2008), aquicultura sustentável é a produção lucrativa de organismos aquáticos mantendo uma interação harmônica duradoura com os ecossistemas e as comunidades locais. Por fim, Kimpara, Zadjband e Valenti (2012) citam que para uma aquicultura realmente sustentável, deve-se adotar um sistema que gere renda, otimizando o uso do capital e dos recursos naturais, promovendo o desenvolvimento humano. É essencial trabalhar sistemas que permitam uma aquicultura mais sustentável, proporcionando uma melhor qualidade de vida para as pessoas, um uso mais eficiente dos recursos naturais e uma gestão ambiental mais responsável. Para isso é importante definir os limites de um sistema aquícola que proporcionem a sustentabilidade e de acordo com Sustainaqua (2009) esses limites estão divididos em três níveis: a) primeiro nível: incluem fatores que podem ser diretamente influenciados pelo produtor (gestão da água, da energia e do solo, nutrientes, saúde dos organismos cultivados, etc.); b) segundo nível: os produtores não têm influência direta, mas podem influenciar se assim o desejarem (qualidade das rações, mercados, distâncias de transporte de insumos, tipo de energia – renovável ou não, etc.); e c) terceiro nível: contém fatores que são indiretamente ligados aos sistemas de cultivo, mas que não podem ser influenciados pelos produtores (embalagens, combustíveis para o transporte de produtos e insumos, etc.). E para isso tem-se utilizado a intensificação dos cultivos aquícolas (criação de organismos que tenham sua vida ou parte dela em ambiente aquático).

## 2.5. A Mensuração da Sustentabilidade na Aquicultura

Kates et al. (2001) defendem que o objetivo da mensuração da sustentabilidade é fornecer, aos tomadores de decisão, os elementos de avaliação nos níveis global e local e essa mensuração deve integrar os sistemas naturais com a sociedade e auxiliar nas decisões de curto e longo prazo. A mensuração da sustentabilidade não é um tópico estático e, por definição, deve incorporar as dimensões econômicas, sociais e ambientais (SUSTAINAQUA, 2009).

A maior dificuldade para avaliar a sustentabilidade em sistemas aquícolas é o desafio de explorar e analisar esses sistemas de uma maneira holística, pois é essencial contemplar todas as dimensões de sustentabilidade do processo produtivo e comparar variáveis de diferentes naturezas (VALENTI, KIMPORA e PRETO, 2011).

Atualmente, há diversas metodologias sendo utilizados no mundo com o objetivo de se mensurar a sustentabilidade de sistemas aquícolas. Valenti (2011) cita que existem inúmeras tentativas de se mensurar a sustentabilidade, porém, que não há um consenso sobre o melhor método a ser aplicado para os diversos sistemas aquícolas existentes no mundo.

Segundo Kimpara, Zadjaband e Valenti (2012), métodos para se avaliar a sustentabilidade dos cultivos têm sido crescentemente aplicados em várias atividades, inclusive na produção animal e os métodos mais utilizados para se medir a sustentabilidade na aquicultura são: pegada ecológica, análise do ciclo de vida, análise emergética e conjunto de indicadores.

#### 2.5.1. Pegada Ecológica (*Ecological Foot Print - EF*):

É necessário que a produção e o consumo humano utilizem menos e mais eficientemente os recursos naturais e emitam uma quantidade de resíduos que não excedam a capacidade de assimilação do meio ambiente (CONSTANZA e DALY, 1992) e a pegada ecológica é uma forma de se estimar a área do ecossistema requerida para suportar as atividades humanas (ODUM, 1975). Essas estimativas são úteis em indicar o quanto determinadas atividades econômicas podem crescer, tomando em conta a relação com os recursos naturais que utiliza ou se já ultrapassaram este limite; além de poder servir como um guia para a formulação de políticas, especialmente em áreas de conflito (LARSSON, 1994).

De acordo com Kimpara, Zadjaband e Valenti (2012), a pegada ecológica é definida como a área requerida para manter os padrões de consumo de uma determinada população (considerando-se uso de recursos e geração de resíduos) e para se determinar a pegada ecológica de uma população específica; primeiro é necessário calcular o consumo médio anual de dados agregados, nacionais ou regionais, de uma população; e depois determinar ou estimar a área *per capita* para produzir cada um dos itens consumidos. Assim, a pegada ecológica média por pessoa é calculada pela soma das

áreas de ecossistemas apropriadas por consumo de produtos e serviços. Ao final, a área total apropriada é obtida multiplicando-se a área média pelo tamanho da população.

Bezerra (2017) afirma que apesar da pegada ecológica ser uma metodologia bem discutida, ainda precisa se consolidar na aquicultura, em virtude de problemas teóricos associados com a aplicação do método para os sistemas aquícolas.

Tabela 4: Aplicação da Metodologia de Pegada Ecológica na Aquicultura

Abrangência	Atividade Aquícola	Bibliografia
América do Norte/ Canadá	Salmonicultura	Salvo et al (2017)
Ásia/ China	Tilapicultura	Zhao et al (2013)
Mar Báltico	Piscicultura	Gyllenhammar e Hakanson (2005)
Ásia/ Índia	Carcinicultura	Shiva et al (1999)
Ásia/ Índia	Carcinicultura	Vivekanandan et al (1999)
Mundial	Salmonicultura/ Carcinicultura	Naylor et al (1998)
Mundial	Tilapicultura/ Carcinicultura	Katsky et al (1997)
África/ Zimbabwe	Tilapicultura	Berg et al (1996)
Ásia/ Vietnã e Tailândia	Carcinicultura	Robertson e Phillips (1995)
América do Sul/ Colômbia	Carcinicultura	Larsson et al (1994)

FONTE: Adaptada de Bezerra (2017)

### 2.5.2. Análise de Ciclo de Vida (ACV):

Garcia e Kimpara (2012) definem a avaliação de ciclo de vida (ACV) como um método desenvolvido para avaliar potenciais impactos associados a um produto, quantificando e analisando os recursos consumidos e as emissões para o meio ambiente em todos os estágios de seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até o descarte dos resíduos. Através da ACV, as compensações possíveis entre diversas categorias de impacto podem ser documentadas ao analisar diferentes soluções para sistemas mais ecológicos (AUBIN et al., 2009). Atualmente a ACV é reconhecida como um método eficaz para avaliar os impactos ambientais associados às cadeias de abastecimento da aquicultura (HENRIKSSON et al., 2012; CAO et al., 2013), nas quais a oferta de alimentos representa uma parcela significativa de impacto (PELLETIER e

TYEDMERS, 2007). Aubin et al (2006) organiza a ACV em três pilares: a) Inventário: Levantamento da base de dados; b) Avaliação dos impactos de curto, médio e longo prazos e c) Gestão: tomada de decisão sobre o produto avaliado e orientação para uma produção mais sustentável.

Tabela 5: Aplicação da Metodologia de Análise do Ciclo de Vida na Aquicultura

Abrangência	Atividade Aquícola	Bibliografia
África/ Tunísia	Piscicultura Marinha	Abdou et al (2017)
África/ Egito	Tilapicultura	Henriksson (2017)
Europa/ Dinamarca	Algicultura	Seghette et al (2017)
Ásia/ Vietnã	Pangassius	Nhu et al (2016)
Europa/ Noruega	Salmonicultura	Cashion et al (2016)
Ásia/ Filipinas	Policultivo	Aubin et al (2015)
Europa/ França	Truticultura	Chen et al (2015)
Europa/ Grécia	Piscicultura Marinha	Farmaki et al (2014)
América do Sul/ Brasil	Carcinicultura	Santos (2012)
África	Piscicultura	Jerbi et al (2012)
Europa/ França	Salmonicultura	Papatryphon et al (2004)

Fonte: Adaptada de Bezerra (2017)

Gianetti e Almeida (2006) afirma que a ACV é utilizada com êxito na aquicultura, porém é bastante complexa (devido à sua relação com a norma NBR ISSO 14040), subjetiva (necessita de discernimento por parte dos especialistas encarregados pela condução do estudo), possui poucos estudos científicos e não mostra o sistema de forma dinâmica, expressando somente o momento em que o sistema se encontra.

### 2.5.3. Análise Emergética (AE):

Os recursos emergéticos incluem recursos renováveis locais (radiação solar, ventos, chuvas, marés, etc.) e adquiridos (eletricidade, trabalho direto, manutenção, ração, etc.). A abordagem da análise emergética é uma ferramenta eficaz para medir sistemas econômicos ecológicos, no entanto, os parâmetros precisos das condições econômicas, meteorológicas e hidrológicas são difíceis de obter (WANG et al, 2015). Porém, se os fluxos de insumos ambientais não levarem em conta os fluxos de insumos econômicos, o uso ideal dos recursos não poderá ser alcançado e as decisões de gestão serão baseadas em análises incompletas (ULGIATI et al, 1994).

A análise emergética oferece informações sobre as ligações entre o meio ambiente e a atividade produtiva. A sustentabilidade ambiental pode então ser avaliada quantitativamente, comparando inputs emergéticos da economia humana com a energia renovável fornecida pelo ambiente. Presumivelmente, os sistemas que utilizam mais emergências renováveis têm um impacto ambiental menor e são considerados mais sustentáveis porque uma proporção maior de sua base é reabastecida tão rapidamente quanto é usada (TIMOTHY et al, 2015).

Kimpara, Zadband e Valenti (2012) citam que a análise emergética é bastante reconhecida para a aquicultura, porém não enfatiza a quantificação dos dados, os resultados não apresentam boa estrutura didática e não promove o uso eficiente de *inputs* externos aos processos em avaliação.

Tabela 6: Aplicação da Metodologia de Análise Emergética na Aquicultura

Abrangência	Atividade Aquícola	Bibliografia
Ásia/ China	Maricultura/ Pepino do Mar	Wang et al (2015)
América do Sul/ Brasil	Tilapicultura	Garcia et al (2014)
Ásia/ China	Piscicultura	Li et al (2011)
América do Sul/ Brasil	Carcinicultura	Kimpara (2011)
Europa/ Itália	Piscicultura	Vassalo et al (2007)
América do Norte/ EUA	Piscicultura	Ortega (2000)
América do Sul/ Equador	Carcinicultura	Olsen et al (1995)
América do Sul/ Brasil	Piscicultura/ Pacu e Piauçu	Furlaneto et al (2009)

Fonte: Adaptada de Bezerra (2017)

#### 2.5.4. Matriz de Indicadores:

Os indicadores representam uma ferramenta poderosa para reduzir a complexidade do entendimento do sistema, servindo em comparações, descrições de padrões gerais ou como valores de referência. Podem ainda ser usados individualmente ou na forma de um índice agregado, no qual as pontuações individuais são combinadas. Um grande número de indicadores tem sido desenvolvido para avaliar a sustentabilidade da aquicultura e geralmente são colocados nas dimensões ambiental, econômica e social. Rey-Valette et al (2008) citam 4 postulados para uma abordagem adaptativa e participativa para a construção dos indicadores de sustentabilidade:

Postulado 1: Um indicador não é somente uma ferramenta de medição e a integração das múltiplas funções dos indicadores é a ferramenta chave de avaliação do desenvolvimento sustentável. Esses indicadores devem dar o estado atual e as tendências das variáveis, além de estabelecer prioridades entre as variáveis e os fatores importantes que devem ser levados em consideração.

Postulado 2: A implementação do desenvolvimento sustentável é um processo inovador e baseado no desenvolvimento organizacional, o que implica em mudanças profundas nos métodos de produção e consumo, nos modos de pensar e nos objetivos a serem alcançados. Uma nova maneira de representar a sociedade está sendo desenvolvida e, portanto, um novo quadro de referência deve ser adotado.

Postulado 3: Deve-se lembrar que a natureza distintiva do desenvolvimento sustentável como um novo modo de produção implica um processo de aprendizado para construir uma nova estrutura de referência relacionada e normas relacionadas. Este processo de aprendizagem requer um processo de reflexividade entre os atores. Muitas avaliações de indicadores de desenvolvimento sustentável enfatizam o papel do apoio ao diálogo e da mediação no desenvolvimento coletivo desses indicadores.

Postulado 4: A abordagem de construção conjunta para a construção de um sistema de indicadores de desenvolvimento sustentável é uma maneira de criar novos padrões de forma descentralizada dentro de um grupo de atores. Não é mais o ideal que se busca, mas um compromisso, e isso é alcançado por um processo dinâmico de ajustamento progressivo. Essa abordagem proativa para o desenvolvimento sustentável também pode ajudar a colocar a indústria dentro de abordagens mais globais para a implementação do desenvolvimento sustentável, tais como abordagens setoriais nacionais, rótulos ecológicos internacionais ou estratégias locais da agenda 21. Desta forma, esta abordagem constitui um elemento facilitador para a inclusão da atividade em sistemas integrados de gestão e planejamento local.

Bezerra (2017) constatou que todas essas metodologias citadas anteriormente são válidas para a aplicação na aquicultura, porém a matriz de indicadores é a que mais se adapta ao dinamismo e à complexidade de externalidades observadas na carcinicultura marinha. Estudos publicados por FOESA (2011) nos mostram trabalhos realizados para mensurar a aquicultura em 19 países mediterrâneos:

Albânia, Argélia, Bósnia-Herzegovina, Croácia, Chipre, Egito, França, Grécia, Israel, Itália, Líbano, Líbia, Malta, Marrocos, Eslovênia, Espanha, Síria, Tunísia e Turquia; nos quais a utilização de indicadores foi a ferramenta utilizada. Fezzardi et al (2013) afirmam que o objetivo do sistema de indicadores é monitorar o progresso do desenvolvimento de uma aquicultura sustentável e proporcionar uma melhora nos compromissos com as metas sociais, econômicas e ambientais de sustentabilidade.

De acordo com Valenti (2011), recentemente um grupo de indicadores tem sido propostos para avaliar a sustentabilidade social, ambiental e econômica da aquicultura ao redor do mundo. Esses indicadores são convertidos numa escala de performance, de acordo com critérios definidos e em seguida são combinados para gerar subíndices; que por sua vez vão dar origem aos índices de sustentabilidade. Gan et al (2017) citam que o processo de construção de um índice de sustentabilidade inclui três passos: a) a seleção de indicadores; b) a definição de ponderadores; c) a agregação desses indicadores em um único índice.

Gonçalves (2017) avaliou a sustentabilidade dos três diferentes sistemas de produção do lambari do rabo amarelo no estado de São Paulo, por meio de indicadores ambientais, sociais, econômicos e de governança. Já Almeida (2013) aplicou indicadores de sustentabilidade econômica e ambiental em uma piscicultura de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) na cidade de Santa Fé do Sul, estado de São Paulo. Enquanto Bezerra (2017) utilizou indicadores para mensurar a aquicultura do cultivo semi-intensivo de camarões marinhos no estado do Ceará.

Tabela 7: Aplicação da Metodologia de Matriz de Indicadores na Aquicultura

Abrangência	Atividade Aquícola	Bibliografia
América do Sul/ Brasil	Tilapicultura	Moura et al (2016)
América do Norte/ EUA	Aquicultura Geral	Byron et al (2015)
Ásia/ Taiwan	Aquicultura Geral	Ting et al (2015)
Ásia/ China	Piscicultura/ Carcinicultura	Ferreira et al (2015)
Europa	Piscicultura Marinha	Repassó et al (2015)
América do Sul/ Chile	Salmonicultura	O'Brian e Pereira (2015)
América do Sul/ Brasil	Tilapicultura	Almeida (2013)

África/ Bangladesh	Carcinicultura	Jahan (2013)
América do Sul/ Brasil	Tilapicultura	Almeida (2013)
Europa/ Grécia	Malacocultura	Latinopoulos et al (2012)
América do Sul/ Brasil	Aquicultura Integrada	Boock (2012)
Europa/ Irlanda	Malacocultura	Nunes et al (2012)
América do Norte/ México	Carcinicultura	Ponce-Palafox et al (2011)
África/ África do Sul	Aquicultura Multitrófica	Nobre et al (2010)
América do Norte/ México	Aquicultura Geral	Montezuma-Malagón (2008)
Mundial	Aquicultura Geral	Trujilloo (2007)
Oceania/ Nova Zelândia	Malacocultura	Gibbs (2007)

Fonte: Adaptada de Bezerra (2017)

A matriz de indicadores baseada no modelo conhecido como PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta) faz a integração de informações de vários indicadores que apresentam relação entre as ações de gestão e políticas públicas aplicadas à aquicultura (STANNERS et al, 2008).

Este modelo faz uma avaliação sistêmica dos dados sobre interações econômicas, sociais e ambientais em um único sistema e foi aplicada por Bezerra (2017), para mensurar a sustentabilidade da carcinicultura marinha no estado do Ceará (modelo semi-intensivo).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 Tipologia da Pesquisa

Inicialmente realizou-se uma pesquisa bibliográfica. Este tipo de pesquisa explica um problema a partir de referências teóricas e se baseia na análise da literatura já publicada, além de possibilitar uma análise comparativa de várias posições acerca de um problema, a partir das quais o pesquisador defenderá sua tese (BASTOS, 2012).

Em seguida realizou-se uma pesquisa de campo. Já neste tipo de pesquisa, os dados são coletados no local, por meio de questionários, formulários e entrevistas, com o intuito de se obter informações sobre o objeto de estudo, partindo da realidade presente no campo (BASTOS, 2012).

Quanto aos fins, esta pesquisa foi classificada como descritiva, pois descreve a situação no momento em que ocorre a investigação e estabelece relação entre as variáveis. A coleta de dados aparece como uma das tarefas mais características da pesquisa descritiva. Foi utilizada uma abordagem quali-quantitativa. De acordo com Richardson (1989), o aspecto qualitativo de uma investigação pode estar presente até mesmo nos dados coletados por estudos quantitativos, sem perderem seu caráter qualitativo ao serem transformados em dados quantificáveis, com o objetivo de assegurar a exatidão dos resultados. Morse (1991) ressalta que na fase de coleta de dados a interação entre o qualitativo e o quantitativo é reduzida, mas na fase de conclusão eles se complementam e combiná-los pode contribuir para um enriquecimento da análise.

### 3.2 Coleta dos Dados

#### 3.2.1. Primeira Etapa

As definições e conceitos a respeito da aquicultura, sustentabilidade e de suas formas de mensuração, os dados estatísticos e a descrição das características gerais do cultivo de camarões marinhos nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos – BFT) foram realizado(a)s por meio de levantamento bibliográfico realizado em fontes secundárias, estudos prévios e informações estatísticas em instituições de pesquisa, empresas, associações, cooperativas, órgãos governamentais e outras fontes detentoras de dados.

#### 3.2.2 Segunda Etapa

Em seguida realizou-se a pesquisa de campo. Foram realizadas três visitas presenciais e utilizados questionários e formulários semi-estruturados. Também foram realizadas duas entrevistas com o proprietário, na sede do escritório em Fortaleza-CE. A fazenda, objeto deste estudo, está situada no município de Cascavel-CE, a aproximadamente 70 km de Fortaleza, capital do estado do Ceará, sob as seguintes coordenadas geográficas:

Quadro 1: Coordenadas geográficas da unidade de pesquisa (fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos).

Vértice	Latitude	Longitude
V1	-04°05'19,557''	-38°20'34,424''
V2	-04°05'19,621''	-38°20'33,548''
V3	-04°05'23,172''	-38°20'34,842''
V4	-04°05'23,043''	-38°20'35,815''

A região apresenta excelente condições de acesso por meio da CE-004 até o Km 55 e depois pela estrada da Coluna, que liga os municípios de Cascavel-CE e Pacajus-CE, até o Km 07. A fazenda está às margens do açude Mal Cozinhado, possui 2,2 hectares, energia elétrica tri-fásica e é abastecida de água por meio de poço profundo. Esta unidade de pesquisa, possui 8 tanques suspensos de 200m<sup>3</sup> cada um e um tanque de alvenaria de 400 m<sup>3</sup> para a engorda dos camarões; 4 tanques suspensos de 50 m<sup>3</sup> cada um, que funcionam como berçários e uma bacia de reuso de água com aproximadamente 800 m<sup>3</sup>. Também existe um gerador de energia a diesel (15 Kva) e diversos equipamentos destinados à produção no referido sistema. As figuras 7 a 12 mostram a fazenda de cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo, com reuso de água e uso de bioflocos – BFT, localizada no município de Cascavel-CE e utilizada neste trabalho como unidade de pesquisa e fonte dos dados:



Figura 7: Tanque suspenso (200 m<sup>3</sup>) em construção



Figura 8: Tanque suspenso (200 m<sup>3</sup>) em operação



Figura 9: Mangueiras porosas para aeração



Figura 10: Tanque suspenso com aeração e bioflocos



Figura 11: Tanque-berçário (50 m<sup>3</sup>)



Figura 12: Bacia para o reúso de água (800 m<sup>3</sup>)

Fotos: William Bauer

Já a tabela 8 apresenta o perfil tecnológico e alguns parâmetros técnicos desta fazenda:

Tabela 8: Parâmetros técnicos da unidade produtiva da pesquisa

Descrição	Indicadores
Área de cultivo	1.600 m <sup>3</sup>
Sistema de Produção	Superintensivo BFT
Densidade de estocagem	300 camarões/m <sup>3</sup>
Produção anual	19.973 kg
Produtividade	124,83 toneladas/ hectare/ano

Fonte: Dados da pesquisa

Os dados coletados tornaram possível calcular os sub-índices de sustentabilidade social, ambiental e econômica do cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos); que por sua vez serviram de base para calcular o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) deste sistema aquícola. Assim, foi possível realizar a análise comparativa destes índices com os apresentados por Bezerra (2017) para o sistema semi-intensivo (tradicional).

### 3.3. A Matriz de Indicadores

Nesta dissertação, utilizou-se a metodologia adotada por Bezerra (2017) para analisar a sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo. Só que neste trabalho, esta metodologia foi utilizada para mensurar a sustentabilidade do sistema superintensivo de cultivo de camarões marinhos no estado do Ceará; o que tornará possível realizar uma análise comparativa entre os dois sistemas de cultivo e verificar qual é o mais sustentável; objetivo geral deste trabalho. Estes foram os indicadores utilizados por Bezerra (2007) e que tomaremos por base neste trabalho:

#### 3.3.1. Indicadores Econômicos

Para os indicadores econômicos foram adotados critérios que permitissem analisar se os ativos do sistema superintensivo de cultivo de camarão marinho em estudo teriam condições de oferecer desempenhos satisfatórios, além de permitir uma análise e comparação entre os dois sistemas trabalhados. Para a dimensão econômica podem ser usados indicadores que mostrem se o capital é eficientemente utilizado e se a atividade pode gerar retornos econômicos o bastante para reter o produtor na atividade (VALENTI, KIMPARA e PRETO, 2011). Portanto, indicadores tradicionais de viabilidade econômica tais como a Taxa Interna de Retorno, o Período de Payback e a Relação Custo-Benefício, etc., podem ser utilizados utilizando a tecnologia a ser testada. Bezerra (2017) utilizou os seguintes indicadores econômicos, que também adotamos nesta dissertação:

##### 3.3.1.1. Índice de Rentabilidade (IR)

O Índice de Rentabilidade é definido por Reis (2003) como sendo a divisão do lucro líquido do exercício pelo ativo total (investimento) multiplicado por 100 para obter o resultado em porcentagem e mede a capacidade de produzir lucro de todo o capital

investido nos negócios. Brizolla (2008) afirma que o IR representa o quanto a empresa conseguiu obter de lucro líquido para cada R\$ 1,00 de ativo total.

$$\text{Índice de Rentabilidade (IR)} = \frac{\text{Lucro Líquido do Exercício}}{\text{Investimento}} \times 100$$

### 3.3.1.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

É a taxa que anula o VPL; ou seja, é a taxa pela qual o VPL de um projeto é zero. Para que se possa investir num projeto, a TIR deve ser superior ou na pior das hipóteses, igual à taxa mínima de retorno exigida (ABREU FILHO ET AL, 2003).

$$\sum_{i=0}^n (Ri - Ci) / (1 + r^*)^i = 0$$

Onde:

- Ri é a Receita do Projeto no ano i,
- Ci são os custos do projeto no ano i (inclusive os investimentos),
- n é o período em anos e
- \*r é a taxa interna de retorno.

### 3.3.1.3. Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido (VPL) mede o lucro em termos absolutos. É a diferença entre o valor presente do projeto e o custo do projeto na data atual. VPL positivo significa que o projeto vale mais do que o que custa, ou seja é lucrativo. Ao contrário, um VPL negativo significa que o projeto dará prejuízo (ABREU FILHO ET AL, 2003). Matematicamente, o VLP é representado pela equação:

$$VPL = \sum_{i=1}^n (Ri - Ci) / (1 + i)^i - \sum_{i=1}^n Ii / (1 + r)^i$$

Onde:

- $R_i$  é a receita obtida no  $i$ -ésimo ano;
- $C_i$  é o custo realizado no  $i$ -ésimo ano,
- $l_i$  é o total dos investimentos realizados no ano  $i$ ,
- $n$  é o número de anos do projeto, e
- $r$  é a taxa de juros.

#### 3.3.1.4. Payback (PB)

O payback avalia o tempo que um investimento leva para pagar de volta ao seu dono o investimento inicial, ou seja, o tempo necessário para que os valores dos benefícios obtidos pela operação do projeto totalizem o valor do investimento feito (ABREU FILHO et al, 2003). Quanto menor o payback, mais rápido se terá o valor investido de volta:

$$\text{Payback (PB)} = \text{Investimento Inicial} / \text{Lucro Total}$$

#### 3.3.1.5. Relação Benefício/ Custo (Rb/c)

Mede a relação entre o valor recebido e o custo do investimento. Portanto, será considerado viável um projeto que tenha  $Rb/c > 1$ ; ou seja, o que se recebe é maior do que o que se gasta. Matematicamente, tem-se:

$$Rb/c = \sum_{i=1}^n Ra/Ca = \left[ \sum_{i=1}^n Ri/(1+r)^i \right] / \left[ \sum_{i=1}^n Ci/(1+r)^i \right]$$

Onde:

$Ra$  são as receitas brutas atualizadas e  $Ca$  são os custos totais atualizados.

#### 3.3.1.6. Índice de Valoração no Mercado (IVM)

Mede a capacidade e visibilidade mercadológica da empresa por meio das seguintes perguntas (Bezerra, 2017):

- Destina recursos para ações comerciais?
- Possui marca própria?
- Tem pelo menos 2 canais de comercialização?
- Produz valor agregado?
- Produz em tamanhos diferentes?
- Tem sinergia com outras atividades?

A tabela 9 apresenta a relação dos indicadores econômicos com sua respectiva escala de performance que foi utilizada para mensurá-los:

Tabela 9: Indicadores Econômicos X Escala de Performance:

Indicadores	Escala de Performance
Índice de Rentabilidade (IR)	Acima de 1,0 = 5 escores
	Abaixo de 1,0 = 1 escore
Taxa Interna de Retorno (TIR)	Acima de 12% = 5 escores
	Igual a 12% = 3 escores
	Menor do que 12% = 1 escore
Valor Presente Líquido (VPL)	Acima de zero = 5 escores
	Abaixo de zero = 1 escore
Payback (PB)	Abaixo de 3 anos = 5 escores
	Entre 3 e 5 anos = 3 escores
	Acima de 5 anos = 1 escore
Relação Benefício/ Custo (Rb/c)	Acima de 1,0 = 5 escores
	Abaixo de 1,0 = 1 escore
Índice de Valoração no Mercado (IVM)	Acima de 75% de respostas Sim: 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore

Fonte: Bezerra (2017)

### 3.3.2. Indicadores Ambientais

Para a dimensão ambiental, Valenti, Kimpara e Preto (2011) sugerem que deve-se considerar três aspectos principais: o uso quantitativo dos recursos naturais, a eficiência

na utilização dos recursos naturais e dos resíduos gerados, que pode danificar o ambiente. Bezerra (2017) cita que o modelo PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta) é o marco orientador mais utilizado para estatísticas e indicadores da área ambiental e adota os seguintes indicadores, que também adotamos nesta dissertação:

#### 3.3.2.1. Variação Afluente/ Efluente (IQA):

Mede a perda de qualidade físico-química da água após ser efluída no ambiente externo

#### 3.3.2.2. Área Ocupada Legalmente X Área de Preservação Permanente (AOL/ APP)

Mede a área ocupada legalmente em área de preservação permanente

#### 3.3.2.3. Índices de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)

Mede a capacidade do produtor em criar programas que viabilizem a conservação dos recursos naturais, por meio das seguintes perguntas (Bezerra, 2017):

- Realiza plano de manejo ambiental (PMA)?
- Realiza controle de matéria orgânica?
- Realiza controle de fugas?
- Realiza controle de enfermidades?
- Realiza programa de combate à erosão física das instalações?

#### 3.3.2.4. Índice de Legalização Ambiental (ILA)

Mede a capacidade do produtor de atender a legislação ambiental vigente, por meio das seguintes perguntas (Bezerra, 2017):

- Tem licença ambiental válida?
- Tem Registro de Aquicultor (RGP)?
- Tem Cadastro Técnico Federal (CTF) do IBAMA?
- Tem Cadastro Ambiental Rural (CAR)?

A tabela 10 apresenta a relação dos indicadores ambientais com sua respectiva escala de performance que foi utilizada para mensurá-los:

Tabela 10: Indicadores Ambientais X Escala de Performance:

Indicadores	Escala de Performance
Variação IQA	IQA Afluente > Efluente = 5 escores
	IQA Afluente = Efluente = 3 escores
	IQA Afluente < Efluente = 1 escore
Relação AOL/ APP	Menor do que 20% = 5 escores
	Igual a 20% = 3 escores
	Maior do que 20% = 1 escore
Índices de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)	Acima de 75% de respostas Sim: 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore
Índice de Legalização Ambiental (ILA)	Acima de 75% de respostas Sim: 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore

Fonte: Bezerra (2017)

### 3.3.3. Indicadores Sociais

De acordo com Valenti, Kimpara e Preto (2011) projetos que geram mais insumos para as comunidades locais e distribuem a riqueza são mais sustentáveis. Bezerra (2017) ressalta a importância de entendermos a essência de escolher indicadores que apontem para mensagens diretas sobre o risco social que determinada atividade pode ter sobre seus atores envolvidos. Os indicadores sociais utilizados nesta dissertação foram baseados em Bezerra (2017) e levaram em consideração o princípio da equidade e distribuição de renda, a igualdade de oportunidades e a geração de postos de trabalho e benefícios para as comunidades locais.

#### 3.3.3.1. Uso de Mão de Obra Local (ML)

Mede a proporção de número de postos de trabalho gerados que permite recrutamento entre a população local, considerando sua cultura, nível de escolaridade e habilidades.

#### 3.3.3.2. Acesso a Programas de Saúde (APS)

Mede o número de empregados e proprietários com planos de saúde.

#### 3.3.3.3. Escolaridade (E)

Mede o número de empregados que estudam.

#### 3.3.3.4. Permanência na Atividade (PA)

Mede o tempo (anos) médio de permanência de cada trabalhador no empreendimento.

#### 3.3.3.5. Segurança do Trabalho (ST)

Mede o número de equipamentos, ações e práticas que dão segurança ao trabalhador, presentes no empreendimento, por meio das seguintes perguntas:

- Uso de colete salva-vidas? Uso de óculos de proteção solar?
- Uso de óculos de proteção contra lama, escamas, etc.?
- Uso de luva apropriada? Uso de bota impermeável e antiderrapante?
- Uso de roupa própria para permanência ao sol ou à chuva?
- Uso de equipamentos que aliviem o esforço físico?
- Uso de iluminação adequada nos locais?
- Uso de instalações elétricas e hidráulicas apropriadas?
- Uso de máquinas, equipamentos, implementos mobiliários e ferramentas devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização, movimentação e operação?
- Uso de máquinas e equipamentos por profissionais qualificados?
- Uso de avental de proteção quando indicado?
- Garantidas pausas para descansos para atividades que forem realizadas necessariamente em pé?
- Caixas de primeiros socorros bem equipadas e de fácil acesso?
- Sinalização de eventuais áreas de perigo?

#### 3.3.3.6. Inclusão Etária (IE)

Mede a relação entre a composição etária dos postos de trabalho.

### 3.3.3.7. Inclusão de Gênero (IG)

Mede a relação entre a composição genérica dos postos de trabalho.

### 3.3.3.8. Inclusão Racial (IR)

Mede a relação entre a composição racial dos postos de trabalho.

### 3.3.3.9. Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)

Mede a melhoria de renda antes e depois da atividade, por meio das seguintes perguntas:

- Atende ao consumo de bens duráveis?
- Atende ao consumo de bens semi-duráveis?
- Atende ao consumo de lazer?
- Atende ao consumo adicional de alimentação?

### 3.3.3.10. Índice de Legalização Trabalhista (ILT)

Mede a capacidade do produtor de atender à legislação trabalhista vigente.

A tabela 11 apresenta a relação dos indicadores sociais com sua respectiva escala de performance que foi utilizada para mensurá-los:

Tabela 11: Indicadores Sociais

Indicadores	Escala de Performance
Uso de Mão de Obra Local	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Acesso a Programas de Saúde (APS)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore

Escolaridade (E)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Permanência na Atividade (PA)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Segurança do Trabalho (ST)	Acima de 75% de respostas Sim = 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore
Inclusão Etária (IE)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Inclusão de Gênero (IG)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Inclusão Racial (IR)	Acima de 75% dos funcionários = 5 escores
	Entre 50 e 75% dos funcionários = 3 escores
	Abaixo de 50% dos funcionários = 1 escore
Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)	Acima de 75% de respostas Sim = 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore
Índice de Legalização Trabalhista (ILT)	Acima de 75% de respostas Sim = 5 escores
	Entre 50 e 75% de respostas Sim = 3 escores
	Abaixo de 50% de respostas Sim = 1 escore

Fonte: Bezerra (2017)

Já a tabela 12 apresenta os indicadores e suas respectivas ponderações para fins de cálculo dos subíndices e índices geral de sustentabilidade:

Tabela 12: Dimensão X Subíndices X Indicadores de Sustentabilidade

Dimensão	Índices	Indicador	Peso Geral	Pesos Específicos
Econômica	-	-	03	100%
	Sub-Índice de Sustentabilidade Econômica (SISE) <sup>1</sup>	<i>Índice de Rentabilidade (IR)</i>	-	15%
		<i>Taxa Interna de Retorno (TIR)</i>	-	20%
		<i>Valor Presente Líquido (VPL)</i>	-	20%
		<i>Payback (PB)</i>	-	20%
		<i>Relação Benefício Custo (Rb/c)</i>	-	15%
		<i>Índice de Valoração no Mercado (IVM)</i>	-	10%
Ambiental	-	-	04	100%
	Sub-Índice de Sustentabilidade Ambiental (SISA) <sup>2</sup>	<i>Variação IQA - Afluente e Efluente</i>	-	20%
		<i>Relação AOL_APP</i>	-	20%
		<i>Índice de Boas Práticas Aquicultura (IBPA)</i>	-	20%
<i>Índice de Legalização Ambiental (LA)</i>		-	40%	
Social	-	-	03	100%
	Sub-Índice de Sustentabilidade Social (SISS) <sup>3</sup>	<i>Uso de mão de obra local (ML)</i>	-	10%
		<i>Acesso a programas de Saúde (APS)</i>	-	5%
		<i>Escolaridade (E)</i>	-	10%
		<i>Permanência na Atividade (PA)</i>	-	10%
		<i>Segurança do trabalho (ST)</i>	-	15%
		<i>Inclusão etária (IE)</i>	-	10%
		<i>Inclusão gênero (IG)</i>	-	10%
		<i>Inclusão Racial (IR)</i>	-	10%
<i>Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)</i>	-	10%		
		<i>Índice de Legalização Trabalhista (LT)</i>	-	10%
Geral	<i>Índice Geral de Sustentabilidade (IGS)<sup>4</sup></i>	-	-	100%

Fonte: Bezerra (2017)

Esses subíndices, de acordo com Bezerra (2017), irão gerar o índice geral de sustentabilidade (IGS), considerando pesos gerais para a dimensão econômica (Peso 3), ambiental (Peso 4) e social (Peso 3). O IGS calculado será comparado com o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do sistema semi-intensivo de cultivo de camarão marinho no estado do Ceará, elaborado por Bezerra (2017), de acordo com a seguinte escala conceitual de sustentabilidade:

Quadro 2: Níveis de sustentabilidade

Nível de Sustentabilidade	Pontuação
Insustentável	$Zero \leq IGS < 1,00$
Baixa Sustentabilidade	$1,01 \leq IGS < 2,00$
Média Sustentabilidade	$2,01 \leq IGS < 3,00$
Potencialmente Sustentável	$3,01 \leq IGS < 4,00$
Sustentável	$4,01 \leq IGS < 5,00$

Fonte: Bezerra (2017)

Os pesos específicos e gerais utilizados para a dimensão de sustentabilidade foram propostos por Bezerra (2017), que levou em consideração os princípios norteadores para a formação de bons indicadores de sustentabilidade e a consonância desses indicadores com legislações vigentes que têm relação direta com a carcinicultura marinha, no que diz respeito às questões ambientais, sociais e trabalhistas no Brasil.

- O cenário *insustentável* indica uma situação crítica que requer mudanças extremas nos sistemas de cultivo que assim o apresente.
- Os cenários de *baixa e média sustentabilidade*, apesar de requererem ajustes menores, podem ser caracterizados como não desejáveis, sob o ponto de vista de se procurar produzir com sustentabilidade.
- Já o cenário *potencialmente sustentável* representa uma transição para um modelo sustentável e que poucos ajustes podem ser necessários para tal.
- Finalmente, o cenário *sustentável* consegue contemplar os indicadores utilizados de forma equilibrada, atendendo aos novos parâmetros de uma aquicultura sustentável exigidos pelo mercado.

### 3.4. Análise dos Dados

Os dados foram analisados tendo por base a análise de conteúdo de Bardin (2016), que se divide em três polos: pré-análise (organização do material e escolha dos documentos), exploração do material (codificação dos dados, que serão transformados sistematicamente e agregados em unidades) e o tratamento dos resultados (inferência e interpretação). Esta técnica permitiu a compreensão, a utilização e a aplicação do conteúdo estudado nesta dissertação.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterização do setor

#### 4.1.1. A Produção Mundial de Pescado

A evolução histórica da produção mundial de pescado mostra um crescimento acentuado no período 1950-1990, quando começa a se estabilizar e inclusive, apresentar um leve declínio. Por outro lado, a aquicultura apresenta um forte crescimento exatamente a partir da década de 1990 (Gráfico 1).

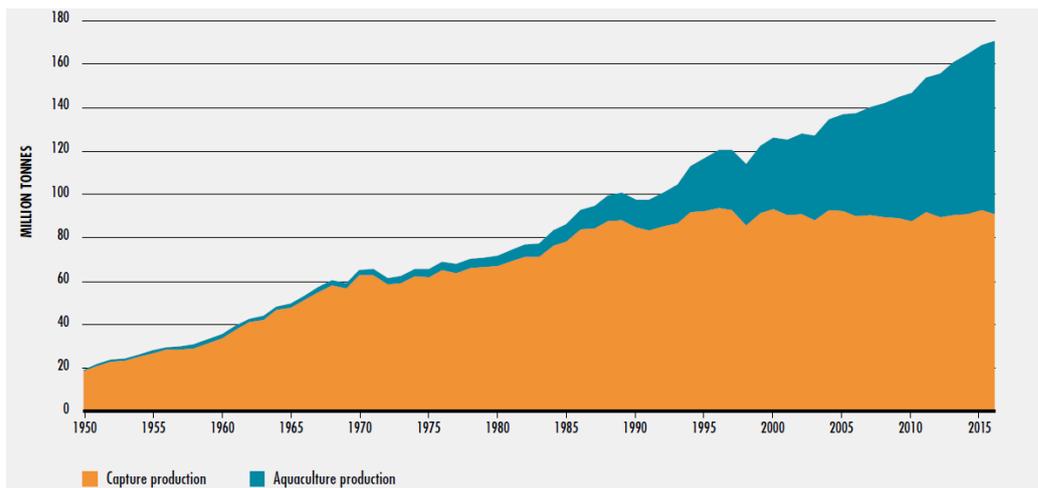


Gráfico 1: Evolução da produção mundial de pescado por captura e por aquicultura, de 1950 a 2015.  
Fonte: FAO, 2018.

A produção de pescado no mundo em 2016, foi de 170,9 milhões de toneladas (FAO, 2018), das quais 90,9 milhões (53%) foram oriundas da pesca ou captura e 80 milhões (47%) da aquicultura ou cultivo (Gráfico 2).

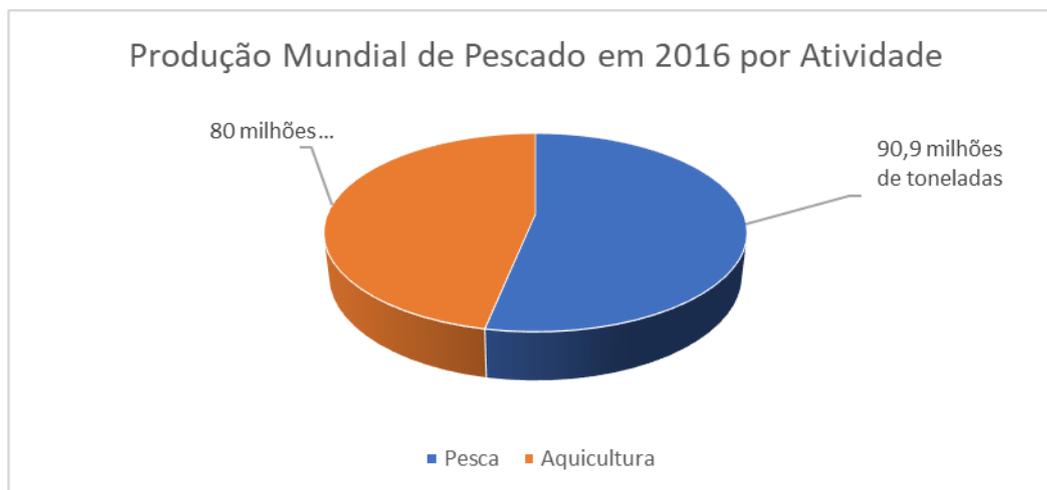


Gráfico 2: Produção mundial de pescado por atividade/ em milhões de toneladas no ano de 2016  
Fonte: FAO (2018)

Deste total, 146,3 milhões de toneladas foram para consumo humano e 20,9 milhões de toneladas para outros usos. Por sua vez, das 151,2 milhões de toneladas de pescado utilizadas para o consumo humano, 80 milhões de toneladas (52,91%) foram de origem aquícola, enquanto 71,2 milhões de toneladas (47,09%) foram de origem pesqueira (Gráfico 3).



Gráfico 3: Participação das atividades em relação ao consumo humano de pescado em 2016, em milhões de toneladas e % no ano de 2016  
Fonte: FAO (2018)

Esses números tornam-se ainda mais relevantes quando recordamos que na década de 1970, a pesca respondia por 99% da produção de pescado no mundo, enquanto a aquicultura era responsável por apenas 1%. Para 2030, a expectativa é que o consumo mundial de pescado seja de 60% via aquicultura e 40% via pesca (Gráfico 4).

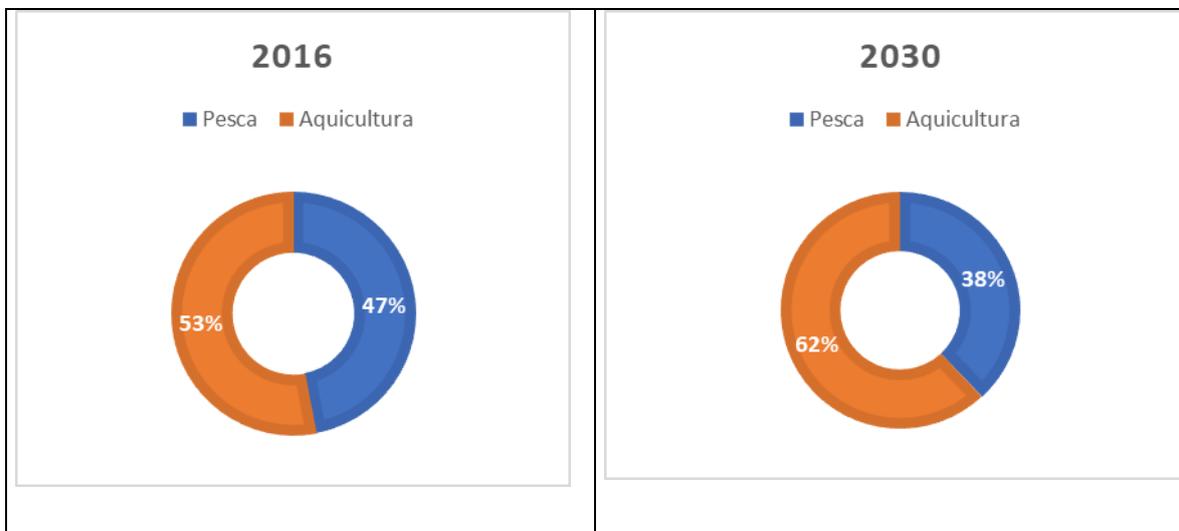


Gráfico 4: Participação relativa estimada de consumo humano de pescado por atividade (2016/ 2030)  
Fonte: FAO (2018)

#### 4.1.2. A Aquicultura

A aquicultura é definida pela FAO (2008) como o cultivo de organismos aquáticos em áreas continentais ou costeiras, que implica por um lado, na intervenção no processo de criação para melhorar a produção e por outro lado, na propriedade individual ou empresarial do estoque cultivado. Pillay (1993) utiliza o termo aquicultura também para definir, dentre outras coisas, o tipo de organismo cultivado (camarão: carcinicultura; peixe: piscicultura; ostras: ostreicultura, etc.).

Segundo a FAO (2018), a produção mundial da aquicultura no ano de 2016 foi de 80 milhões de toneladas e gerou cerca de US\$ 231,6 bilhões. Em relação aos organismos cultivados, temos que os peixes tiveram maior importância, com 54,1 milhões de toneladas e US\$ 138,5 bilhões, seguidos pelos moluscos com 17,1 milhões de toneladas e US\$ 29,2 bilhões, pelos crustáceos com 7,9 milhões de toneladas e US\$ 57,1 bilhões e outros organismos com 1 milhão de toneladas e US\$ 6,8 bilhões (Gráfico 5).

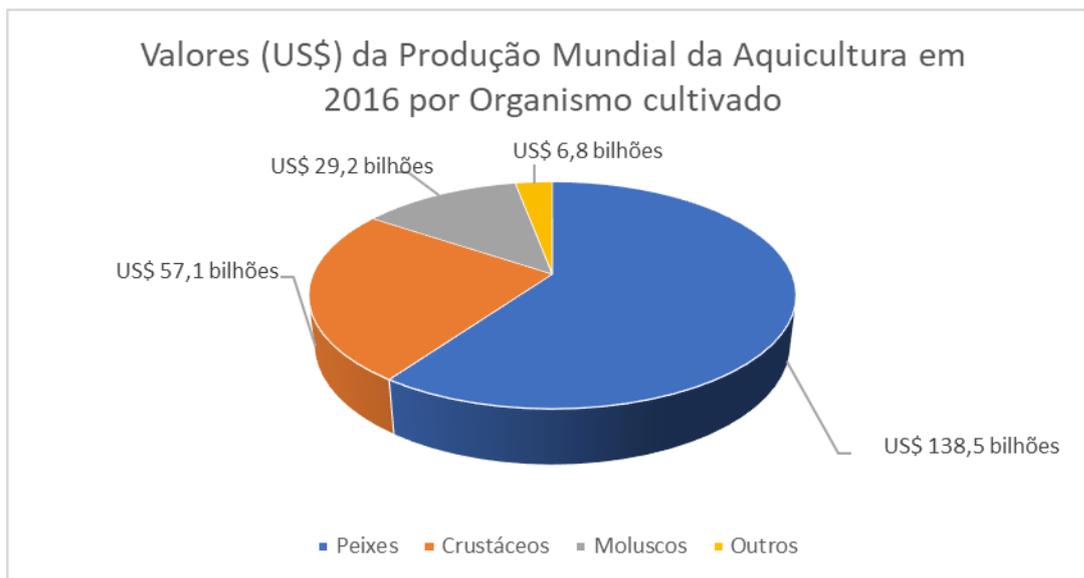


Gráfico 5: Produção Mundial de Aquicultura por Organismo e por Valor (US\$ bilhões) em 2016  
Fonte: FAO (2018)

Embora os crustáceos tenham uma menor produção em toneladas do que os moluscos, possuem quase o dobro destes em termos de valores. Os crustáceos (grupo onde estão inseridos os camarões, objeto deste estudo) foram responsáveis por 7,9 milhões de toneladas e 57,1 bilhões de dólares no ano de 2016. São exemplos de outros organismos cultivados: tartarugas, rãs, pepinos-do-mar, águas-vivas, dentre outros, representaram cerca de 1 milhão de toneladas e US\$ 6,8 bilhões.

#### 4.1.3. A Aquicultura no Brasil

Já no Brasil, a aquicultura é definida como a atividade de cultivo de organismos cujo ciclo de vida em condições naturais, se dá total ou parcialmente na água, implicando a propriedade do estoque sob cultivo, equiparada à atividade agropecuária (BRASIL, 2009). De acordo com o IBGE (2017), a produção aquícola brasileira em 2016 foi de 579,8 mil toneladas de pescado (Gráfico 6):



Gráfico 6: Produção Aquícola Brasileira por organismo cultivado em 2016  
Fonte: IBGE (2017)

Segundo o IBGE (2017), em termos de valores a produção brasileira de pescado em 2016 representou mais de R\$ 4,2 bilhões (Gráfico 7):

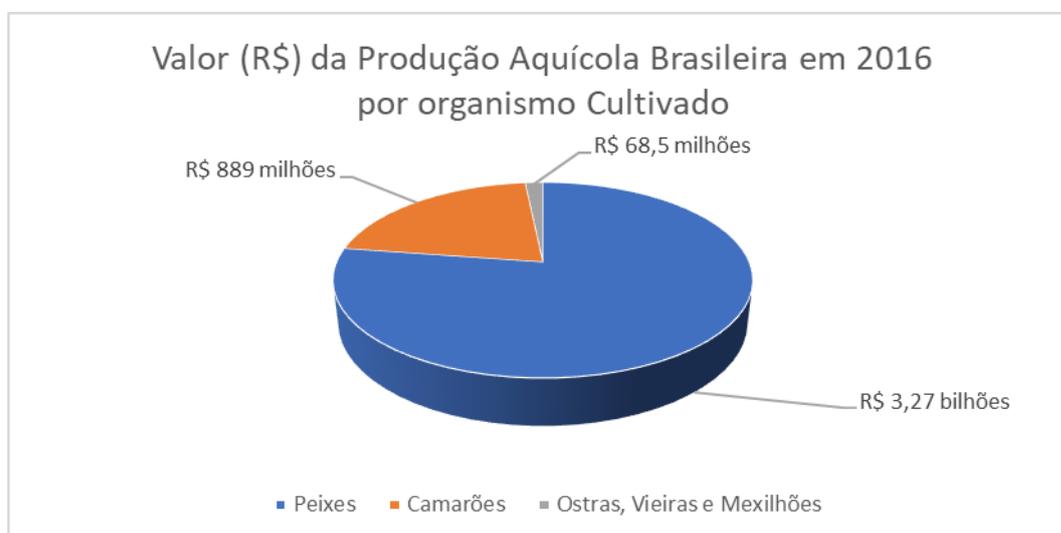


Gráfico 7: Valor da produção aquícola brasileira no ano de 2016 (R\$)  
Fonte: IBGE (2017)

#### 4.1.4. A Carcinicultura no Brasil

No Brasil, a carcinicultura (ramo da aquicultura que trata sobre o cultivo de camarões) iniciou na década de 70 no Nordeste do país e segundo a Associação Brasileira de Criadores de Camarão (REVISTA DA ABCC, 2015), a cadeia produtiva da carcinicultura marinha brasileira em 2014 contava com duas mil fazendas de

engorda, ocupando uma área de 23.000 hectares, totalizando uma produção de 85.000 toneladas de camarões e tendo gerado algo em torno de 2 bilhões de reais.

Também de acordo com a ABCC (2013) é na área rural costeira da região Nordeste que está situada a maioria expressiva das fazendas de camarão marinho do Brasil. Ainda segundo a ABCC (2013), os demais elos desta cadeia produtiva, tais como os laboratórios de produção de pós-larvas (filhotes), as fábricas de ração e os centros de beneficiamento (industrialização) também se encontram majoritária ou exclusivamente na região Nordeste.

#### 4.2. Identificação dos indicadores

Foram identificados os indicadores econômicos, sociais e ambientais que permitiram calcular os subíndices de sustentabilidade e o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do cultivo de camarão marinho no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos (BFT):

##### 4.2.1. Indicadores Econômicos

Os indicadores econômicos IR, a TIR, o VPL, o Payback e a Rb/c foram calculados de acordo com suas respectivas definições e fórmulas matemáticas; enquanto o IVM foi calculado a partir das respostas dadas às perguntas que compõem esse indicador (Bezerra, 2017). Esses dados foram coletados diretamente com o proprietário e o detalhamento das pontuações está descrito nos anexos 1,5,6,7 e 8.

##### 4.2.1.1. Índice de Rentabilidade (IR)

O Índice de Rentabilidade calculado foi de 37,62%, portanto acima de 1,0; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

##### 4.2.1.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno calculada foi de 28,25%, portanto acima de 12% (taxa de atratividade); o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

##### 4.2.1.3. Valor Presente Líquido (VPL)

O Valor Presente Líquido calculado foi de R\$ 561.517,54 e portanto, acima de zero; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.1.4. Payback (PB)

O Payback calculado foi de 2,66 anos, portanto abaixo de 3 anos; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.1.5. Relação benefício/ Custo (Rb/c)

A Relação benefício/ Custo calculada foi de 2,16 e portanto, acima de 1,0; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.1.6. Índice de Valoração no Mercado (IVM)

O índice de Valoração no Mercado calculado teve três respostas Não e duas respostas Sim, portanto ficou entre 50 e 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 3 escores.

#### 4.2.1.7. Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SSE)

Desta forma e levando em consideração a ponderação sugerida por Bezerra (2017), o SSE calculado foi de 4,8 (tabela 13), indicando que, sob a dimensão econômica, o sistema superintensivo é Sustentável.

Tabela 13: Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SSE) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Recirculação de Água e Uso de Bioflocos.

<b>ÍNDICES SISTEMA SUPERINTENSIVO BFT</b>	<b>ESCORES</b>	<b>PESOS</b>	
<b>Indicadores Econômicos</b>	4,8	3	14,4
Índice de Rentabilidade	5	0,15	0,75
Taxa Interna de Retorno (TIR)	5	0,2	1
Valor Presente líquido (VPL)	5	0,2	1
Payback (PB)	5	0,2	1
Relação Benefício/ Custo (Rb/c)	5	0,15	0,75
Índice de Valoração no Mercado (IVM)	3	0,1	0,3
<b>Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SISE)</b>			<b>4,8</b>

Fonte: Dados da dissertação

#### 4.2.2. Indicadores Ambientais

Os indicadores ambientais IQA, Relação AOL/ APP, IBPA e ILA foram calculados de acordo com suas respectivas definições a partir das respostas dadas às perguntas que compõem esse indicador (Bezerra, 2017). Esses dados foram coletados diretamente com o proprietário da unidade de pesquisa e o detalhamento das pontuações está descrito no anexo 2.

#### 4.2.2.1. Variação Afluente/ Efluente (IQA)

O IQA afluente calculado foi maior do que o efluente, visto que é um sistema com recirculação de água, o que proporciona uma mínima perda de água (basicamente evapotranspiração); o que segundo a escala de performance (Bezerra, 2017) gerou 5 escores.

#### 4.2.2.2. Área Ocupada Legalmente/ Área de Preservação Permanente (AOL/ APP)

A Relação AOL/ APP calculada foi de xx%, portanto menor do que 20%; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.2.3. Índices de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)

O IBPA calculado teve seis respostas Sim e nenhuma resposta Não, portanto ficou acima de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.2.4. Índice de Legalização Ambiental (ILA)

O ILA calculado teve três respostas Sim e uma resposta Não, portanto ficou com 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 3 escores.

#### 4.2.2.5. Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA)

Desta forma e levando em consideração a ponderação sugerida por Bezerra (2017), o SSE calculado foi de 4,2 (tabela 14), indicando que, sob a dimensão ambiental, o sistema superintensivo é Sustentável.

Tabela 14: Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Recirculação de Água e Uso de Bioflocos.

<b>ÍNDICES SISTEMA SUPERINTENSIVO BFT</b>	<b>ESCORES</b>	<b>PESOS</b>	
<b>Indicadores Ambientais</b>	4,2	4	16,8
Variação IQA - Afluente e Efluente (IQA)	5	0,2	1
Relação AOL/APP	5	0,2	1
Índice de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)	5	0,2	1
Índice de Legalização Ambiental (LA)	3	0,4	1,2
<b>Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SISA)</b>			<b>4,2</b>

Fonte: Dados da dissertação

### 4.2.3. Indicadores Sociais

Os indicadores sociais uso de mão de obra local (ML), acesso a programas de saúde (APS), escolaridade (E), permanência na atividade (PA), segurança do trabalho (ST), inclusão etária (IE), inclusão de gênero (IG), inclusão racial (IR) e índice de melhoria de renda e consumo (MRC) foram calculados de acordo com suas respectivas definições a partir das respostas dadas às perguntas que compõem esse indicador (Bezerra, 2017). Esses dados foram coletados diretamente com o proprietário e o detalhamento das pontuações está descrito nos anexos 3 e 4.

#### 4.2.3.1. Uso de Mão de Obra Local (ML)

O ML calculado teve cinco respostas Sim e nenhuma resposta Não, indicando que 100% dos funcionários são da população local e portanto, ficou acima de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.3.2. Acesso a Programas de Saúde (APS)

O APS calculado teve cinco respostas Não e nenhuma resposta Sim, indicando que nenhum funcionário possui plano de saúde, portanto ficou abaixo de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 1 escore.

#### 4.2.3.3. Escolaridade (E)

O indicador de Escolaridade calculado teve quatro respostas Não e uma resposta Sim, indicando que um funcionário estuda e quatro não estudam, portanto ficou abaixo de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 1 escore.

#### 4.2.3.4. Permanência na Atividade (PA)

A permanência na atividade (PA) calculada teve um funcionário com menos de um ano de atividade na unidade de pesquisa e quatro funcionários com mais de um ano de atividade na unidade de pesquisa, portanto ficou acima de 75% de repostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores

#### 4.2.3.5. Segurança do Trabalho (ST)

A segurança do trabalho calculada teve nove respostas Sim e seis respostas Não, portanto ficou abaixo de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 1 escore.

#### 4.2.3.6. Inclusão Etária (IE)

O indicador de inclusão etária calculado teve uma pessoa acima de 40 anos e quatro pessoas abaixo de 40 anos, portanto ficou abaixo de 75% com pessoas acima de 40 anos; o que segundo a escala de performance gerou 1 escore.

#### 4.2.3.7. Inclusão de Gênero (IG)

O indicador de inclusão de gênero calculado teve uma funcionária do sexo feminino e quatro funcionários do sexo masculino, portanto ficou abaixo de 75% com pessoas do sexo feminino; o que segundo a escala de performance gerou 1 escore.

#### 4.2.3.8. Inclusão Racial (IR)

O indicador de inclusão racial calculado teve quatro funcionários de minorias étnicas e um funcionário da cor branca, portanto ficou acima de 75% com pessoas de minorias étnicas; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.3.9. Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)

O índice de melhoria de renda e consumo calculado teve quatro respostas Sim e nenhuma resposta Não, portanto ficou acima de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.3.10. Índice de Legalização Trabalhista (LT)

A segurança do trabalho calculada teve quatro funcionários com carteira assinada e um funcionário sem carteira assinada, portanto ficou acima de 75% de respostas Sim; o que segundo a escala de performance gerou 5 escores.

#### 4.2.3.11. Subíndice de Sustentabilidade Social (SSS)

Desta forma e levando em consideração a ponderação sugerida por Bezerra (2017), o SSS calculado foi de 3 (tabela 15), indicando que, sob a dimensão social, o sistema superintensivo é de Média Sustentabilidade.

Tabela 15: Subíndice de Sustentabilidade Social (SSS) para o Cultivo de camarões Marinhos no Sistema Superintensivo com Reuso de Água e Uso de Bioflocos.

ÍNDICES SISTEMA SUPERINTENSIVO BFT	ESCORES	PESOS	
<b>Indicadores Sociais</b>	3	3	9
Uso de Mão de Obra Local (ML)	5	0,1	0,5
Acesso a Programas de Saúde (APS)	1	0,05	0,05
Escolaridade (E)	1	0,1	0,1
Permanência na Atividade (PA)	5	0,1	0,5
Segurança do Trabalho (ST)	1	0,15	0,15
Inclusão Etária (IE)	1	0,1	0,1
Inclusão de Gênero (IG)	1	0,1	0,1
Inclusão Racial (IR)	5	0,1	0,5
Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)	5	0,1	0,5
Índice de Legalização Trabalhista (ILT)	5	0,1	0,5
<b>Subíndice de Sustentabilidade Social (SISS)</b>			<b>3</b>

Fonte: Dados da dissertação

#### 4.3. Cálculo dos Subíndices e Índice Geral de Sustentabilidade (IGS)

O SSE e o SSA do cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos foram de 4,8 (SUSTENTÁVEL) e 4,2 (SUSTENTÁVEL), respectivamente; enquanto o SSS foi de 3,0 (MÉDIA SUSTENTABILIDADE). Finalmente o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) desse sistema de cultivo foi de 4,02 (SUSTENTÁVEL). A tabela 16 apresenta esses resultados:

Tabela 16: Índices de sustentabilidade do cultivo de camarão marinho no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos.

ÍNDICES SISTEMA SUPERINTENSIVO BFT	Valor	Referência
Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SISE)	4,8	SUSTENTÁVEL
Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SISA)	4,2	SUSTENTÁVEL
Subíndice de Sustentabilidade Social (SISS)	3	MÉDIA SUSTENTABILIDADE
Índice Geral de Sustentabilidade (IGS)	4,02	SUSTENTÁVEL

Fonte: Dados da dissertação

#### 4.4. Análise Comparativa entre os dois sistemas estudados

A tabela 17 apresenta os índices de sustentabilidade dos dois sistemas estudados nesta dissertação. A partir destes resultados, tornou-se possível a realização da análise comparativa da sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos nos dois sistemas estudados nesta dissertação.

Tabela 17: Índices de Sustentabilidade do cultivo de camarões marinhos nos sistemas superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos) e no sistema semi-intensivo (tradicional).

Índices	Sistema Superintensivo	Sistema Semi-intensivo
Sub-Índice de Sustentabilidade Econômica (SSE)	4,8	4,2
Índice de Rentabilidade	5	5
Taxa Interna de Retorno (TIR)	5	5
Valor Presente Líquido (VPL)	5	5
Payback (PB)	5	3
Relação Benefício/ Custo (Rb/c)	5	5
Índice de Valoração no Mercado (IVM)	3	1
Sub-Índice de Sustentabilidade Ambiental (SSA)	4,2	3,8
Variação IQA - Afluente e Efluente (VIQA)	5	5
Relação AOL/APP	5	3
Índice de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)	5	5
Índice de Legalização Ambiental (LA)	3	3
Sub-Índice de Sustentabilidade Social (SSS)	3	3
Uso de Mão de Obra Local (ML)	5	5
Acesso a Programas de Saúde (APS)	1	1
Escolaridade (E)	1	1
Permanência na Atividade (PA)	5	5
Segurança do Trabalho (ST)	1	1
Inclusão Etária (IE)	1	5
Inclusão de Gênero (IG)	1	1
Inclusão Racial (IR)	5	5
Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)	5	5
Índice de Legalização Trabalhista (ILT)	5	1
Índice Geral de Sustentabilidade (IGS)	4,02	3,68

Fonte: Dados da dissertação e Bezerra (2017)

Os resultados obtidos nesta dissertação nos mostram que o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos – BFT apresentou 5 dos 6 indicadores de sustentabilidade econômica com escores 5 (Índice de Rentabilidade, Taxa Interna de Retorno, Valor Presente Líquido, Payback e Relação Benefício/ Custo) e 1 indicador com escore 3 (Índice de Valoração no Mercado). Assim, o Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SSE) calculado foi de 4,8; o que significa dizer que foi considerado *sustentável*. Bezerra (2017) obteve 4 destes indicadores com escores 5 (IR, TIR, VPL e Rb/c), 1 indicador com escore 3 (Payback) e 1 indicador com escore 1 (IVM). Assim, o SSSE do sistema semi-intensivo foi de 4,2 ou também considerado *sustentável*. Desta forma, ambos os sistemas, sob a dimensão econômica foram considerados *sustentáveis*, porém, o sistema superintensivo foi considerado *mais sustentável*.

Em relação à dimensão ambiental, o sistema superintensivo apresentou 3 dos 4 indicadores com escores 5 (Variação IQA Afluente e Efluente, Relação da Área Ocupada Legalmente com a Área de Preservação Permanente e o Índice de Boas Práticas de Aquicultura) e um indicador com escore 3 (Índice de Legalização Ambiental). Assim, o Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA) calculado foi de 4,2; o que significa dizer que foi considerado *sustentável*. Bezerra (2017) obteve 2 indicadores com escore 5 (VIQA e IBPA) e 2 indicadores com escore 3 (Relação AOL/ APP e ILA). Assim, o SSA do sistema semi-intensivo foi de 3,8; o que significa dizer que foi considerado potencialmente sustentável. Desta forma, sob a dimensão ambiental o sistema superintensivo foi considerado *sustentável*, enquanto o sistema semi-intensivo foi considerado *potencialmente sustentável*.

Já em relação à dimensão social, o sistema superintensivo apresentou 5 dos 10 indicadores com escores 5 (Uso da Mão de Obra Local, Permanência na Atividade, Inclusão Racial, Índice de Melhoria de Renda e Consumo e Índice de Legalização Trabalhista) e 5 indicadores com escores 1 (Acesso a Programas de Saúde, Escolaridade, Segurança do trabalho, Inclusão Etária e Inclusão de Gênero). Assim o Subíndice de Sustentabilidade Social (SSS) calculado foi de 3; o que significa dizer que foi considerado de *média sustentabilidade*. Bezerra (2017) também obteve 5 indicadores com escores 5 (ML, PA, IE, IR e MRC) e 5 indicadores com escores 1 (APS, E, ST, IG e ILT). Assim o SSS do sistema semi-intensivo também foi considerado de *média sustentabilidade*.

Por fim, de posse dos resultados dos subíndices de sustentabilidade econômica, ambiental e social, tornou-se possível calcular o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) para o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos – BFT, que foi de 4,02 (considerado como *sustentável*). Bezerra (2017) obteve um IGS de 3,68 (considerado como *potencialmente sustentável*) para o cultivo de camarões marinhos no sistema semi-intensivo.

## 5. CONCLUSÕES

Esta dissertação teve como objetivo geral realizar uma análise comparativa da sustentabilidade dos cultivos de camarão marinho nos sistemas semi-intensivo (tradicional) e superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos - BFT). Para isto foram descritas as características gerais desses dois sistemas de cultivo; calculado o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do cultivo no sistema superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos - BFT e realizada a comparação do IGS calculado com o IGS do cultivo no sistema semi-intensivo.

O problema de pesquisa discutido nesta dissertação foi a busca por novos sistemas produtivos que sejam mais sustentáveis do que os atualmente utilizados e a pergunta de pesquisa foi: *dos sistemas de cultivo de camarão marinho utilizados no Brasil, qual o mais sustentável?*

Para responder a esta pesquisa foi formulado o seguinte pressuposto: *o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo (com reuso de água e uso de bioflocos) é mais sustentável do que o cultivo no sistema semi-intensivo (tradicional).*

Os resultados apresentados confirmaram o pressuposto formulado e tornaram possível a conclusão de que *o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo com reuso de água e uso de bioflocos é mais sustentável do que o cultivo no sistema semi-intensivo (tradicional)*; o que pode ser comprovado pela análise comparativa realizada entre os subíndices e índices gerais de sustentabilidade (IGS) dos dois sistemas estudados.

A primeira etapa do trabalho possibilitou identificar definições e conceitos a respeito da aquicultura, da sustentabilidade e de suas formas de mensuração, realizar um levantamento de dados estatísticos sobre a aquicultura e carcinicultura em nível mundial e no Brasil e descrever as características gerais dos sistemas semi-intensivo e

superintensivo de cultivo de camarões marinhos com reuso de água e uso de bioflocos – BFT, atingindo assim o primeiro objetivo específico.

Neste caso, os resultados evidenciaram que o sistema superintensivo apresentou maiores produtividades, menor consumo de água, maior biossegurança, maiores densidades de estocagem, menores quantidades de rações consumidas por kg de camarão produzidos, menores taxas de efluentes, menores custos de produção, maiores margens de lucro e menor ponto de equilíbrio.

O segundo objetivo específico era calcular o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo e foi realizado por meio da metodologia adotada por Bezerra (2017). Esta metodologia nos permitiu calcular os subíndices de sustentabilidade econômica (SSE), ambiental (SSA) e social (SSS), que por sua vez tornaram possível calcular o IGS. Os resultados foram: SSE= 4,8 (sustentável); SSA = 4,2 (sustentável); SSS = 3,0 (média sustentabilidade) e IGS = 4,02 (sustentável).

De posse desses resultados foi possível atingir o terceiro objetivo específico desta dissertação, que era realizar uma análise comparativa entre os IGS dos sistemas superintensivo e semi-intensivo (calculado por Bezerra, 2017). Verificou-se que os subíndices de sustentabilidade econômica, ambiental e social, assim como o Índice Geral de Sustentabilidade calculados para o sistema superintensivo, em geral, apresentaram resultados melhores do que os do sistema semi-intensivo.

O Subíndice de Sustentabilidade Econômica (SSE) do sistema superintensivo apresentou sempre resultados superiores aos do cultivo semi-intensivo, em todos os indicadores; o que sugere um melhor retorno dos investimentos e uma maior atratividade neste sistema.

O Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA) do sistema superintensivo também apresentou sempre resultados superiores aos do cultivo semi-intensivo, em todos os indicadores; o que sugere um melhor uso dos recursos naturais e menores impactos da aquicultura sobre o meio ambiente neste sistema.

O Subíndice de Sustentabilidade Ambiental (SSA) do sistema superintensivo também apresentou, em sua grande maioria, resultados superiores aos do cultivo semi-intensivo. Somente no indicador de inclusão etária, o SSA do sistema semi-intensivo foi superior ao do sistema superintensivo e mesmo assim, sugere-se que pode ter sido um fator contingencial e não característico do sistema.

Porém, sob a ótica da sustentabilidade social, os dois sistemas não apresentaram diferenças contundentes e, pelo contrário, de forma geral apresentaram muitas similaridades, indicando que ambos ainda necessitam realizar grandes melhorias sob o ponto de vista das demandas legais e satisfação dos funcionários.

Por fim, o Índice Geral de Sustentabilidade (IGS) do sistema superintensivo apresentou um valor significativamente superior (4,02 - sustentável) ao IGS do sistema semi-intensivo (3,68 – potencialmente sustentável); o que caracteriza diretamente a conclusão principal desta pesquisa e confirma a hipótese formulada de que o cultivo de camarões marinhos no sistema superintensivo é mais sustentável do que o cultivo no sistema semi-intensivo.

Durante o desenvolvimento da pesquisa observou-se algumas limitações em relação à mensuração da sustentabilidade para sistemas aquícolas:

- Existem diversos métodos para se mensurar a sustentabilidade da aquicultura, porém não há uma padronização e nem uniformidade entre esses métodos;
- Mesmo na matriz de indicadores, considerado como a metodologia mais adequada para mensurar a sustentabilidade da aquicultura, existem enormes diferenças em relação à forma de escolha dos indicadores, da ponderação dada aos indicadores e à cada dimensão de sustentabilidade, o que impede uma padronização e uniformização metodológica;
- Diversos trabalhos que realizaram a mensuração da sustentabilidade pela matriz de indicadores não detalham a forma de cálculo desses indicadores, mas simplesmente os apresentam com seus valores de forma direta;
- A aquicultura é uma atividade muito diversa. De acordo com a FAO (2018) quase 600 diferentes espécies foram cultivadas no mundo em 2016; o que causa uma enorme complexidade para que seja mensurada a sustentabilidade desta atividade;
- Observou-se ainda, que diversas pesquisas focaram na mensuração da sustentabilidade de um sistema aquícola de forma estática, sem aprofundar essa mensuração diante de uma série temporal; o que possibilitaria verificar o nível de evolução da sustentabilidade destes sistemas.

Apesar destas limitações, a metodologia proposta proporcionou o atingimento dos objetivos geral e específicos desta dissertação de forma satisfatória;

fato este comprovado pelos resultados apresentados; porém permite-nos recomendar sugestões para estudos futuros:

- Definição de uma metodologia uniforme de mensuração da sustentabilidade da aquicultura para cada organismo cultivado. Desta forma será possível realizar análises comparativas entre os diferentes sistemas de cultivo utilizados por cada espécie;
- Realização de pesquisas que analisem os diferentes sistemas aquícolas dentro de um horizonte temporal, pois assim será possível analisar a evolução da sustentabilidade destes sistemas aquícolas;
- A metodologia utilizada nesta dissertação pode ser utilizada para mensurar a sustentabilidade de outros organismos aquáticos (peixes, ostras, mexilhões, algas, etc.), nos mais diversos sistemas aquícolas nos quais estes organismos são cultivados.

Finalmente, esta dissertação apresenta uma importante contribuição ao trabalhar a proposta de novos sistemas produtivos inovadores, não somente sob o ponto de vista técnico, mas também sob o viés da estratégia e sustentabilidade; linha de pesquisa sob a qual ela está submetida no Mestrado Profissionalizante em Administração e Controladoria da Universidade Federal do Ceará; dando assim subsídios da área de gestão à área técnica.

Por outro lado, espera-se também que este trabalho consiga despertar pesquisadores das áreas de gestão estratégica, sustentabilidade e inovação tecnológica sobre a enorme importância e relevância desta atividade produtiva do agronegócio brasileiro, a aquicultura e em especial, a carcinicultura. Como já visto no decorrer do trabalho, o consumo de pescado aumenta cada vez mais e este aumento vem sendo e vai ser cada vez mais suprido pela aquicultura. Desta forma, esta atividade se consolida cada vez mais como uma das mais promissoras para o agronegócio brasileiro e como uma ferramenta na luta contra a fome e a pobreza.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO. **Levantamento da infraestrutura produtiva e dos aspectos tecnológicos, econômicos, sociais e ambientais da carcinicultura marinha no Brasil em 2011.** Convênio ABCC/MPA, n. 756578/2011. Natal, RN: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2013.
- ABREU FILHO, J. C. F.; SOUZA, C. P.; GONÇALVES, D. A.; CURY, M. V. Q. **Finanças corporativas.** 2. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2003.
- ALHADDI, H. Triple bottom line and sustainability: a literature review. **Business and Management Studies**, v. 1, n. 2, sept. 2015.
- ALIGLERI, L.; ALIGLERI, L. A.; KRUGLIANSKAS, I. **Gestão socioambiental: responsabilidade e sustentabilidade do negócio.** São Paulo: Atlas, 2009.
- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade.** São Paulo: Nova Fronteira, 2002.
- ALMEIDA, R. de. **Indicadores de sustentabilidade do cultivo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) em tanques-rede em reservatório tropical.** Dissertação (Mestrado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2013.
- AUBIN J.; PAPATRYPHON, E.; VAN DER WERF, H. M. G.; PETIT, J.; MORVAN, Y. Characterization of the environmental impact of a turbot (*Scophthalmus maximus*) re-circulating production system using Life Cycle Assessment. **Aquaculture**, v. 261, n. 4, p. 1259-1268, 2006.
- AUBIN, J.; PAPATRYPHON, E.; VAN DER WERF, H. M. G.; CHATZIFOTIS, S. Assessment of the environmental impact of carnivorous finfish production systems using life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, p. 354-361, 2009.
- BALBINOT, Z.; BORIM-DE-SOUZA, R. Sustainable development and sustainability as quasi-objects of study in management: a search for styles of reasoning. **Management Research – Journal of the Iberoamerican Academy of Management**, v. 10, n. 3, p. 153-186, 2012.
- BARBIERI, J. C.; VASCONCELOS, I. F. G.; ANDREASSI, T.; VASCONCELOS, F. C. Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **Rev. Adm. Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 50, n. 2, p. 146-154, abr./jun. 2010.
- BARBIERI, J. C. O local e o global na implementação do desenvolvimento sustentável. In: CABRAL, A.; COELHO, L. (Org.). **Mundo em transformação, caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p. 23-46.
- BARBIERI, J. C.; SILVA, D. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Rev. Adm. Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 12, n. 3, ed. esp., p. 51-82, maio/jun. 2011.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BASTOS, N. M. G. **Introdução à metodologia do trabalho acadêmico.** 5. ed. Fortaleza: Nacional, 2012. 104 p.

BAUER, W. **Documento técnico descrição e histórico sobre o cultivo de camarão marinho em sistema de bioflocos**. Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/09/003. Produto 1. Brasília, DF, 2017.

BEZERRA, M. A. **Indicadores de sustentabilidade na aquicultura brasileira: um estudo de caso da carcinicultura marinha no estado do Ceará**. Tese (Doutorado) – Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

BRASIL. Lei n. 11.959/2009. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aqüicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a Lei n. 7.679, de 23 de novembro de 1988 e dispositivos do Decreto-Lei n. 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 30 jun. 2009.

BRIZOLLA, M. M. B. **Apostila de contabilidade gerencial**. Ijuí: Unijuí, 2008.

BRÜSEKE, F. J. O problema do desenvolvimento sustentável. In: CAVANCANTI, C. (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável**. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1998. p. 29-37.

CAO, L., DIANA, J.S., KEOLEIAN, G.A., 2013. Role of life cycle assessment in sustainable aquaculture. *Rev. Aquac.* 5 (2), 61–71.

CARVALHO, O.; VIANA, O. Ecodesenvolvimento e equilíbrio ecológico: algumas considerações sobre o estado do Ceará. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 29, n. 2, abr./jun. 1998.

CIEGIS, R.; RAMANAUSKIENE, J.; MARTINKUS, B. The concept of sustainable development and its use for sustainability scenarios. **Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics**, p. 28-37, 2009. ISSN 1392-2785.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CORBIN, J. S.; YOUNG, L. Planning, regulation, and administration of sustainable aquaculture. In: BARDACH, J. E. (Ed.). **Sustainable aquaculture**. New York: John Wiley & Sons, 1997. p. 201-233.

COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. **Conservation Biology**, v. 6, p. 37-46, 1992.

CRAB, R.; KOCHVA, M.; VERSTRAETE, W.; AVNIMELECH, Y. Bio-flocs technology application in over-wintering of tilápia. **Aquacultural Engineering**, v. 40, p. 105-112, may 2009.

DALÉ, L. B. C.; ROLDAN, L. B.; HANSEN, P. B. Analysis of sustainability incorporation by industrial supply chain in Rio Grande do Sul state (Brazil). **JOSCM – Journal of Operations and Supply Chain Management**, v. 4, n. 1, p. 25-36, 2011.

DALY, H. E. **A economia ecológica e o desenvolvimento sustentável**. Tradução de John Cunha Comerford. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços e Projetos em Agricultura Alternativa, 1991. 21 p. (Textos para Debate, n. 34).

DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd30/society.pdf>>.

DIELLO, M.; TORRES, R. A carcinicultura já para em pé. **Seafood Brasil**, n. 7, out./dez. 2014.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: triple bottom line of 21st century business**. Stoney Creek, CT: New Society Publishers, 1997.

ELKINGTON, J. **A teoria dos três pilares**. São Paulo: Makron Books, 2001.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. São Paulo: Makron Books, 2012.

\_\_\_\_\_. Enter the triple bottom line. In: HENRIQUES, A.; RICHARDSON, J. (Ed.). **The triple bottom line: does it all add up**. London: EarthScan, 2004.

FAO. El estado mundial de la pesca e la acuicultura 2006. Roma: FAO, 2008. 176 p.

\_\_\_\_\_. The state of fisheries and aquaculture 2018. Roma: FAO, 2018.

FERREIRA, L. da C. **A questão ambiental: sustentabilidade e políticas públicas no Brasil**. São Paulo: Boitempo, 1998.

FEZZARDI, D.; MASSA, F.; ÀVILA-ZARAGOZA, P.; RAD, F.; YÜCEL-GIER, G.; DENIZ, H.; SALEM, M. H. A.; HAMZA, H. A.; SKANDER, B. S. **Indicators for sustainable aquaculture in Mediterranean and Black Sea countries: guide for the use of indicators to monitor sustainable development of aquaculture**. Rome: FAO, 2013.

FOESA. **Sustainability indicators for aquaculture sea cages in the Mediterranean**. Madrid: FOESA, 2011. 116 p.

GAN, X.; GUO, J.; FERNANDEZ, I. C.; WU, J. When to use what: methods for weighting and aggregating sustainability indicators. **Ecological Indicators**, v. 81, p. 491-502, 2017.

GARCIA, F.; KIMPARA, J. M. Aquicultura e sustentabilidade – parte II. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012.

GIANNETTI, B. F.; ALMEIDA, C. M. B. V. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. ISBN 85-212-40870-5.

GOEL, P. Triple bottom line reporting: an analytical approach for corporate sustainability. **Journal of Finance, Accounting, and Management**, v. 1, n. 1, p. 27-42, 2010.

GONÇALVES, F. H. A. S. B. **Sustentabilidade dos sistemas de produção do lambari do rabo amarelo**. Tese (Doutorado) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2017.

HALL, J. K.; DANEKE, G. A.; LENOX, M. J. Sustainable development and entrepreneurship: past contributions and future directions. **Journal of Business Venturing**, v. 25, n. 5, p. 439-448, 2010.

- HENRIKSSON, P. J. G.; GUINÉE, J. B.; KLEIJN, R.; SNOO, G. R. Life cycle assessment of aquaculture systems: a review of methodologies. **Int. J. Life Cycle Assess.**, v. 17, p. 304-313, 2012.
- HOPKINS, J. S.; SANDIFER, P. A.; DeVOE, M. R.; HOLLAND, A. F.; BROWDY, C. L.; STOKES, A. D. Environmental impacts of shrimp farming with special reference to the situation in the continental United States. **Estuaries**, v. 18, n. 1, p. 25-42, 1995.
- HUBBART, G. Measuring organizational performance: beyond the triple bottom line. **Business Strategy and the Environment**, v. 18, n. 3, p. 177-191, 2006.
- IBGE. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2017.
- JACOBI, P. R.; RAUFFLET, E.; ARRUDA, M. P. Educação para a sustentabilidade nos cursos de administração: reflexão sobre paradigmas e práticas. **Rev. Adm. Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 12, n. 3, ed. esp., p. 21-50, maio/jun. 2011.
- KATES, R. W.; CLARKE, W.C.; COREL, R.; HALL, J.M.C. Sustainability science. **Science**, v. 292, n. 5517, p. 641-642, 2001.
- KIMPARA, J. M.; ZADJBAND, A. D.; VALENTI, W. C. **Métodos para medir a sustentabilidade na aquicultura**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2012.
- KUBITZA, F. Split Pond: uso eficiente de grandes viveiros na produção de peixes e camarões. **Panorama da Aquicultura**, v. 25, n. 147, p. 14-23, jan./fev. 2015.
- LARSSON, L.; FOLKE, C.; KAUTSKY, N. Ecological limitations and appropriation of ecosystem support by shrimp farming in Colombia. **Environ. Manag.**, v. 18, n. 5, p. 663-676, 1994.
- MAIA, A. G.; PIRES, P. S. Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais. **Rev. Adm. Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 12, n. 3, ed. esp., p. 177-206, maio/jun. 2011.
- MARCONATTO, D. A. B.; TREVISAN, M.; PEDROZO, E. A.; SAGGIN, K. D.; ZONIN, V. J. Saindo da trincheira do desenvolvimento sustentável: uma nova perspectiva para a análise e a decisão em sustentabilidade. **Rev. Adm. Mackenzie – RAM**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 15-43, jan./fev. 2013.
- McNEILL, J. **Something new under the sun: an environmental history of the twentieth century**. London: Penguin Books, 2000.
- MORSE, J. M. Approaches to qualitative-quantitative methodological triangulation. **Nursing Research**, v. 40, n. 1, 1991.
- MUNCK, L.; BORIM-DE-SOUZA, R. Responsabilidade social empresarial e sustentabilidade organizacional: a hierarquização de caminhos estratégicos para o desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Estratégia**, v. 2, n. 2, p. 185-202, 2009.

NASCIMENTO, I. A.; MANGABEIRA, F. C.; EVANGELISTA, A. J. A.; SANTOS JR., A.; PEREIRA, S. A.; SILVANY, M. A. A. E.; CARVALHAL, D. F. Cultivo integrado de camarões e ostras: busca de uma tecnologia limpa para desenvolvimento sustentado. In: AQUACULTURA BRASIL'98, 1998, Recife. **Anais...** Recife: Persona, 1998. p. 503-514. v. 2.

NUNES, A. J. P.; MADRID, R. M.; ANDRADE, T. P. Carcinicultura marinha no Brasil: passado, presente e futuro. **Panorama da Aquicultura**, v. 21, n. 124, p. 26-33, mar./abr. 2011.

ODUM, E. P. **Ecology**: the link between the natural and social sciences. 2. ed. New York: Holt Saunders, 1975. 244 p.

OLIVEIRA FILHO, J. E. Gestão ambiental e sustentabilidade: um novo paradigma econômico para as organizações modernas. **Domus On Line – Revista de Teoria Política, Social e Cidadania**, Salvador, v. 1, n. 1, jan./jun. 2004.

OTOSHI, C. A.; TANG, L. R.; DAGDAGAN, D. V.; HOLL, C. M.; TALLAMY, C. J.; MOSS, D. R.; ACRE, S. M.; MOSS, S. M. Super intensive growout of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*: recent advances at the Oceanic Institute. In: INTERNACIONAL CONFERENCE RECIRCULATING AQUACULTURE, 6., 2006, Blacksburg. **Anais...** Blacksburg, VA: Virginia Tech University, 2006.

PELLETIER, N.; TYEDMERS, P. Feeding farmed salmon: is organic better? **Aquac.**, v. 272, n. 1, p. 399-416, 2007.

PEREGRINO, L. H. Carcinicultura intensiva no Brasil: realidade ou sonho ainda distante? **Panorama da Aquicultura**, v. 24, n. 145, p. 44-45, set./out. 2014.

PHILIPPI, L. S. A construção do desenvolvimento sustentável. In: LEITE, A. L. T. A.; MININIMEDINA, N. **Educação ambiental**. Curso básico a distância. Questões ambientais – conceitos, história, problemas e alternativa. 2. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2001. v. 5.

PILLAY, T. V. R. **Aquaculture**: principles and practices. [s.l.]: Fishing News Books, 1993. 575 p.

PORRIT, J. **Actuar con prudencia**: ciencia y medio ambiente. Barcelona: Blume, 2003.

RATTNER, H. Sustentabilidade: uma visão humanista. **Ambiente & Sociedade**, n. 5, 1999.

REIS, A. C. R. **Demonstrações contábeis**: estrutura e análise. São Paulo: Saraiva, 2003.

REY-VALETTE, H.; CLÉMENT, O.; AUBIN, J.; MATHÉ, S.; CHIA, E.; LEGENDRE, M.; CARUSO, D.; MIKOLASEK, O.; BLANCHETON, L.-P.; SLEMBROUCK, J.; BARUTHIO, A.; RENÉ, F.; LEVANG, P.; MORRISSENS, P.; LAZARD, L. **Guide to the co-construction of sustainable development indicators in aquaculture**. Montpellier: CiradIfremer/INRAIRD/ Université Montpellier 1, 2008. 144 p.

REVISTA DA ABCC. Natal, RN: Associação Brasileira de Criadores de Camarão, ed. esp., ago. 2015.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

RIECHMANN, J.; BUEY, F. F. **Redes que dan libertad**: introducción a los nuevos movimientos sociales. Barcelona: Paidós Ibérica, 1994.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

\_\_\_\_\_. **Desenvolvimento includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAFATLE, A. A fórmula do casamento. **Adiante – Inovação para Sustentabilidade**, São Paulo, n. 3, mar. 2006.

SAMPAIO, Y.; COSTA, E. F. Geração de empregos diretos e indiretos na cadeia produtiva do camarão cultivado. **Revista da Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC**, Recife, a. 5, n. 1, mar. 2003.

SAVITZ, A. W.; WEBER, K. **The triple bottom line: how today's best-run companies are achieving economic, social and environmental success and how you can too**. San Francisco: John Willey & Sons, 2006.

SILVA, C. L. O. Desenvolvimento sustentável: um conceito multidisciplinar. In: \_\_\_\_\_; MENDES, J. T. G. (Org.). **Reflexões sobre o desenvolvimento sustentável**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005. p. 11-40. (Empreendedorismo Sustentável e *Stakeholders*).

SLAPER, T. F.; HALL, T. J. The triple bottom line: what is it and how does it work? **Indiana Business Review**, v. 86, n. 1, spr. 2011.

STANNERS, D.; BOSCH, P.; DOM, A.; GABRIELSEN, P.; GEE, D.; MARTIN, J.; RICKARD, L.; WEBER, J.-L. Frameworks for environmental assessment and indicators at the EEA. In: HÁK, T.; MOLDAN, B.; DAHL, A. L. (Ed.). **Sustainability indicators: a scientific assessment**. Washington, Covelo, London: Island Press, 2008. p. 127-144. 448 p.

STEURER, R.; LANGER, M. E.; ASTRID, K.; MARTINUZZI, A. Corporations, stakeholders and sustainable development I: a theoretical exploration of business-society relations. **Journal of Business Ethics**, v. 61, n. 3, p. 263-281, 2005. DOI 10.1007/s10551-005-7054-0.

SUSTAINAQUA – Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture. **SustainAqua handbook: a handbook for sustainable aquaculture**, 2009. 110 p.

TEIXEIRA, A. P. G.; GUERRELHAS, A. C. de B. Cultivo intensivo pode ser a solução para o aumento da produção da carcinicultura? Parte II. **Panorama da Aquicultura**, v. 21, n. 124, p. 34-39, mar./abr. 2011.

TIMOTHY, R. W.; TILLEY, D. R.; CAMPBELL, E. Emergy analysis to evaluate the sustainability of two oyster aquaculture systems in the Chesapeake Bay. **Ecological Engineering**, v. 85, p. 103-120, dec. 2015.

ULGIATI, S.; ODUM, H. T.; BASTIANONI, S. Emergy use, environmental loading and sustainability: an emergy analysis of Italy. **Ecological Modelling**, v. 73, p. 215-268, 1994.

VALENTI, W. C. Aquicultura sustentável. In: CONGRESSO DE ZOOTECNIA, 12., 2002, Vila Real, Portugal. **Anais...** Vila Real: Associação Portuguesa dos Engenheiros Zootécnicos. p. 111-118.

\_\_\_\_\_. A aquicultura brasileira é sustentável? In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AQUICULTURA, MARICULTURA E PESCA, AQUAFAIR, 4., 2008, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2008. p. 1-11.

\_\_\_\_\_. Midiendo la sostenibilidad en sistemas acuícolas. **Rev. Colomb. Cienc. Pecu.**, v. 26, p. 303, 2011.

\_\_\_\_\_; KIMPARA, J. M.; PRETO, B. L.; MORAES-VALENTI, P. Indicators of sustainability to assess aquaculture systems. **Ecological Indicators**, v. 88, p. 402-413, may 2018. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X17308646>>.

VALENTI, W. C.; KIMPARA, J. M.; PRETO, B. L. Measuring aquaculture sustainability. **World Aquaculture**, v. 42, n. 93, p. 26-30, sep. 2011.

VANCHON, S.; KLASSEN, R. D. Green project partnership in the supply chain: the case of the package printing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 6-7, p. 661-671, 2006.

VIEIRA, P. F. (Org.). Ecodesenvolvimento: do conceito à ação. In: SACHS, I. **Rumo à ecossocioeconomia: teoria e prática do desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 2007.

VILLENEUVE, C. **Qui a peur de l'an 2000?:** guide d'éducation relative à l'environnement pour le développement durable. Paris: Unesco, 1998.

VINATEA, L. A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável:** subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura. Florianópolis, SC: EduFSC, 1999. 310 p.

WANG, G.; DONG, S.; TIAN, X.; GAO, Q.; WANG, F. Sustainability evaluation of different systems for sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) farming based on emergy theory. **J. Ocean Univ. China**, v. 14, n. 3, p. 503-510, 2015. DOI 10.1007/s11802-015-2453-z. ISSN 1672-5182.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report our common future**. Genebra, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>>. Acessado em: 10 abr. 2018.

ANEXOS

## Anexo 1: Detalhamento dos Indicadores Econômicos

Indicadores Econômicos	Escores
IR	5
TIR	5
VPL	5
PB	5
Rb/c	5
IVM	3

AVALIAÇÃO ECONÔMICA	
Discriminação	Valores
Investimentos (R\$/kg)	R\$ 654.985,00g
Custo Fixo (R\$)	R\$ 116.169,85
Custo Variável	R\$ 96.818,72
Custo Total	R\$ 212.988,57
Produção	19.973 kg
Receita Total	R\$ 459.374,40
Lucro Total	R\$ 246.385,83
Índice de Rentabilidade	37,62%
TIR	28,25%
VPL	R\$ 561.517,54
Payback	2,66 anos
Rb/c	2,16
Taxa de Atratividade	12%

IVM	S	N	Abaixo de 50% de Sim	Entre 50 e 75% de Sim	Acima de 75% de Sim
Destina recursos para ações comerciais		X		3 escores	
Tem pelo menos 2 canais de comercialização		X			
Produz valor agregado		X			
Produz diferentes tamanhos	x				
Tem sinergia com outras atividades locais	x				

## Anexo 2: Detalhamento dos Indicadores Ambientais

Indicadores Ambientais	Escore
Variação IQA - Afluente e Efluente (IQA)	5
Relação AOL/APP	5
Índice de Boas Práticas de Aquicultura (IBPA)	5
Índice de Legalização Ambiental (LA)	3

IQA			IQA afluente > efluente	IQA afluente = efluente	IQA afluente < efluente
			5		
AOL X APP			< 20%	20%	> 20%
			5		
IBPA	S	N	Abaixo de 75%	75%	Acima de 75%
Realiza PMA	X				5 escores
Realiza controle de matéria orgânica	X				
Realiza controle de fugas	X				
Realiza controle de enfermidades	X				
Realiza programa de combate à enfermidades	X				
Realiza programa de combate à erosão física das instalações	X				
ILA	S	N	Abaixo de 75%	75%	Acima de 75%
Tem licença ambiental		X		3	
Tem RGP (Registro Geral da Pesca)	X				
Tem CTF (Cadastro Técnico Federal) do IBAMA válido	X				
Tem Cadastro Ambiental Rural (CAR)	X				

## Anexo 3: Detalhamento dos Indicadores Sociais

Indicadores Sociais	
Uso de Mão de Obra Local (ML)	5
Acesso a Programas de Saúde (APS)	1
Escolaridade (E)	1
Permanência na Atividade (PA)	5
Segurança do Trabalho (ST)	1
Inclusão Etária (IE)	1
Inclusão de Gênero (IG)	1
Inclusão Racial (IR)	5
Índice de Melhoria de Renda e Consumo (MRC)	5
Índice de Legalização Trabalhista (ILT)	5

\* 5 funcionários fixos

	S	N	Abaixo de 75%	75%	Acima de 75%
Uso de mão de obra local	5	0			5
Acesso a programas de saúde	0	5	1		
Escolaridade	1	4	1		
Permanência na atividade (mais de 1 ano)*1	4	1			5
Segurança do trabalho *2	9	6	1		
Inclusão etária (acima de 40 anos)*3	1	4	1		
Inclusão de gênero (masculino ou feminino)*4	1	4	1		
Inclusão racial (branco ou minorias étnicas)*5	4	1			5
Índice de melhoria de renda e consumo*6	4	0			5
Índice de legalização trabalhista	4	1			5

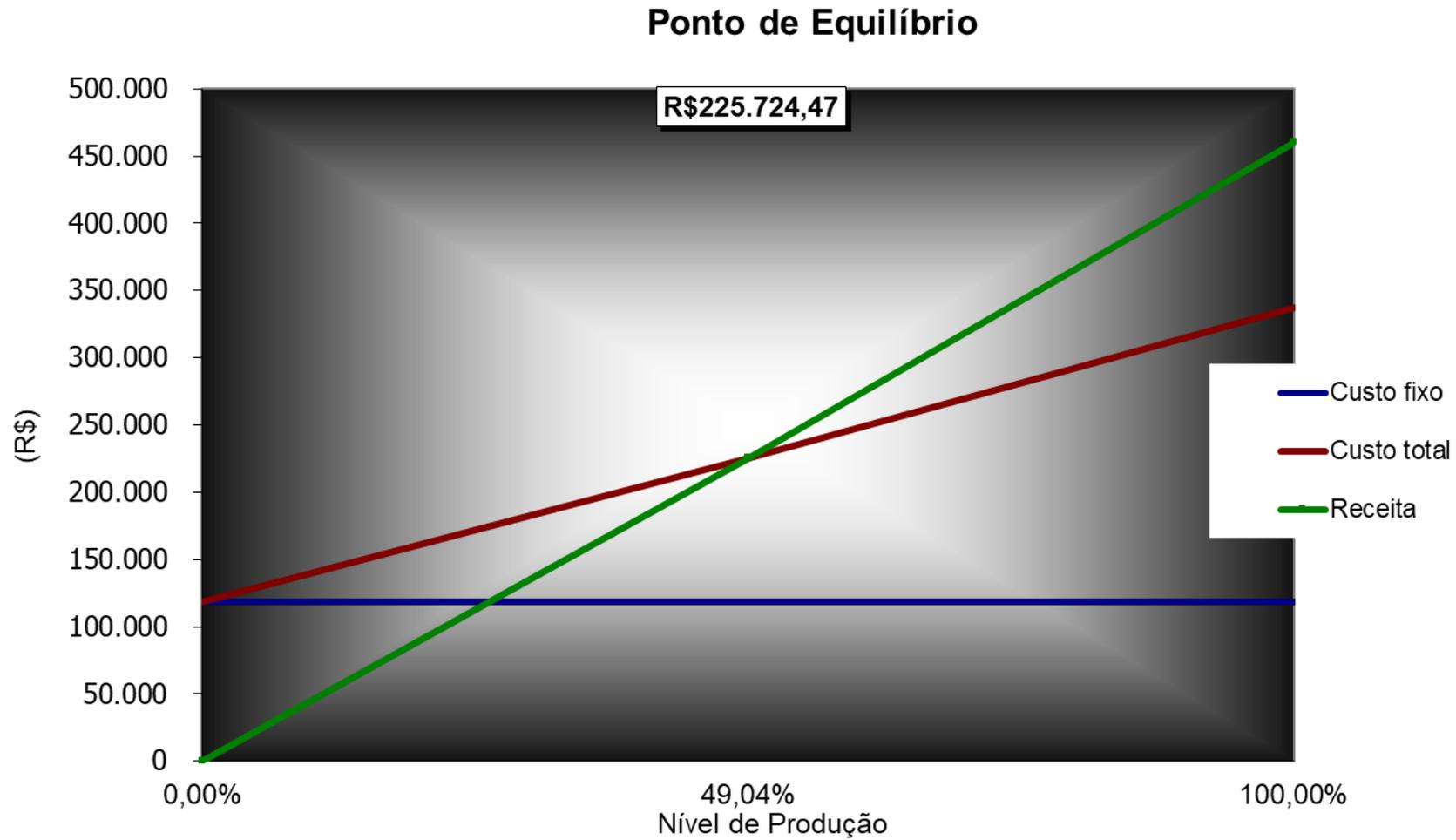
## Anexo 4: Detalhamento dos Indicadores Sociais (continuação)

Segurança do trabalho*2	S	N
Uso de coletes salva-vidas		X
Uso de óculos de proteção solar	X	
Uso de óculos de proteção contra lama, escamas, etc.		X
Uso de luva apropriada	X	
uso de bota impermeável anti-derrapante		X
Uso de roupa própria para permanência ao sol ou à chuva	X	
Uso de equipamentos que aliviem o esforço físico		X
Uso de iluminação adequada nos locais	X	
Uso de instalações elétricas e hidráulicas apropriadas	X	
Uso de máquinas e equipamentos que proporcionem boa postura, visualização, movimentação e operação	X	
Uso de máquinas e equipamentos por profissional qualificado		X
Uso de avental de proteção quando indicado	X	
Garantidas pausas para descanso para atividades realizadas em pé	X	
Caixa de primeiros socorros bem equipada e de fácil acesso	X	
Sinalização de eventuais perigos		X
Índice de Melhoria de Renda e Consumo*6	S	N
Atende ao consumo de bens duráveis	X	
Atende ao consumo de bens semi-duráveis	X	
Atende ao consumo de lazer	X	
Atende ao consumo de alimentação	X	

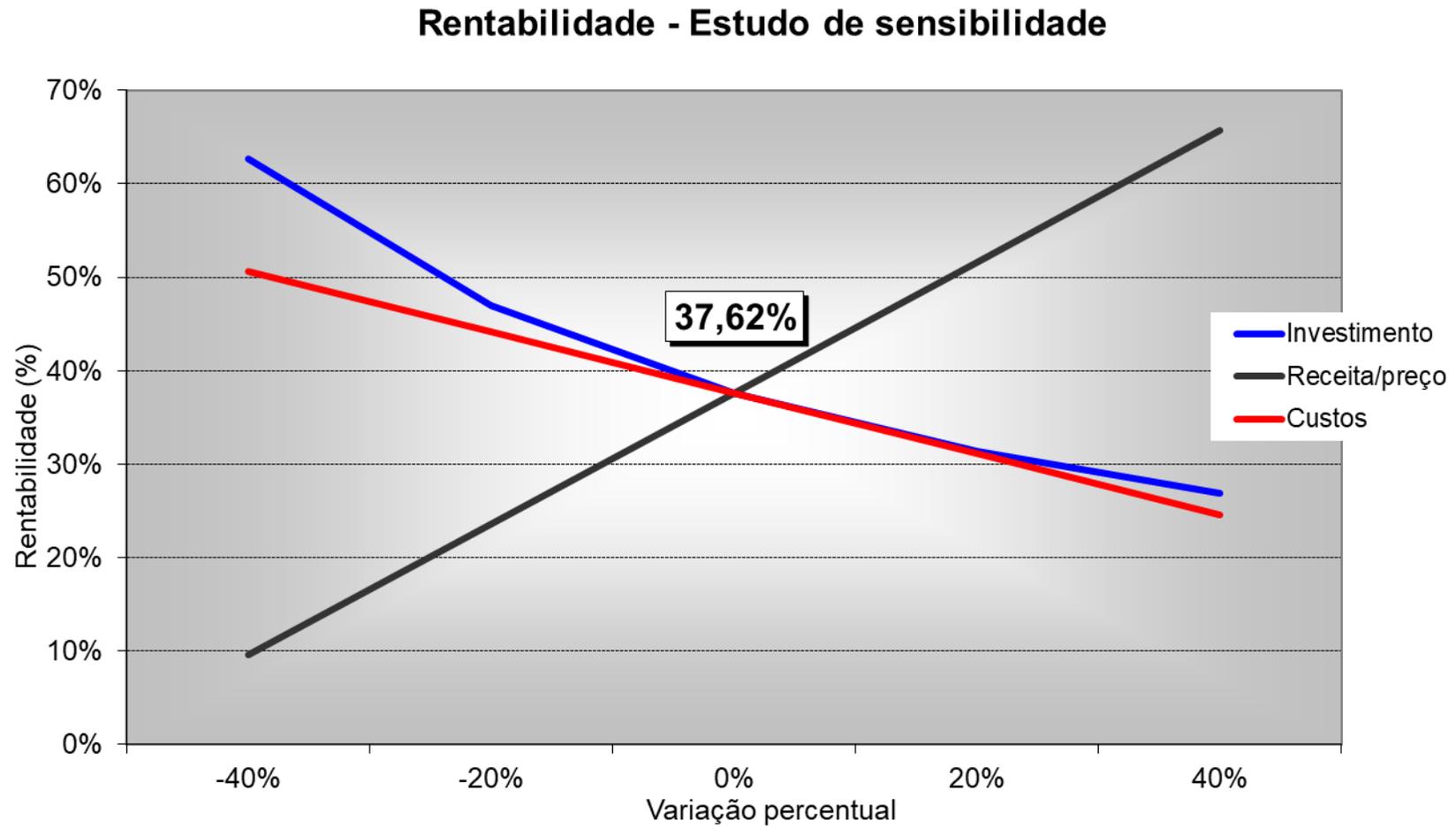
	S	N	Abaixo de 75%	75%	Acima de 75%
Permanência na atividade*1 (1 ano)	4	1			5
Inclusão etária*3 (acima de 40 anos)	1	4	1		
Inclusão de gênero (masculino ou feminino)*4	1	4	1		
Inclusão racial*5 (branco ou minorias étnicas)	4	1			5



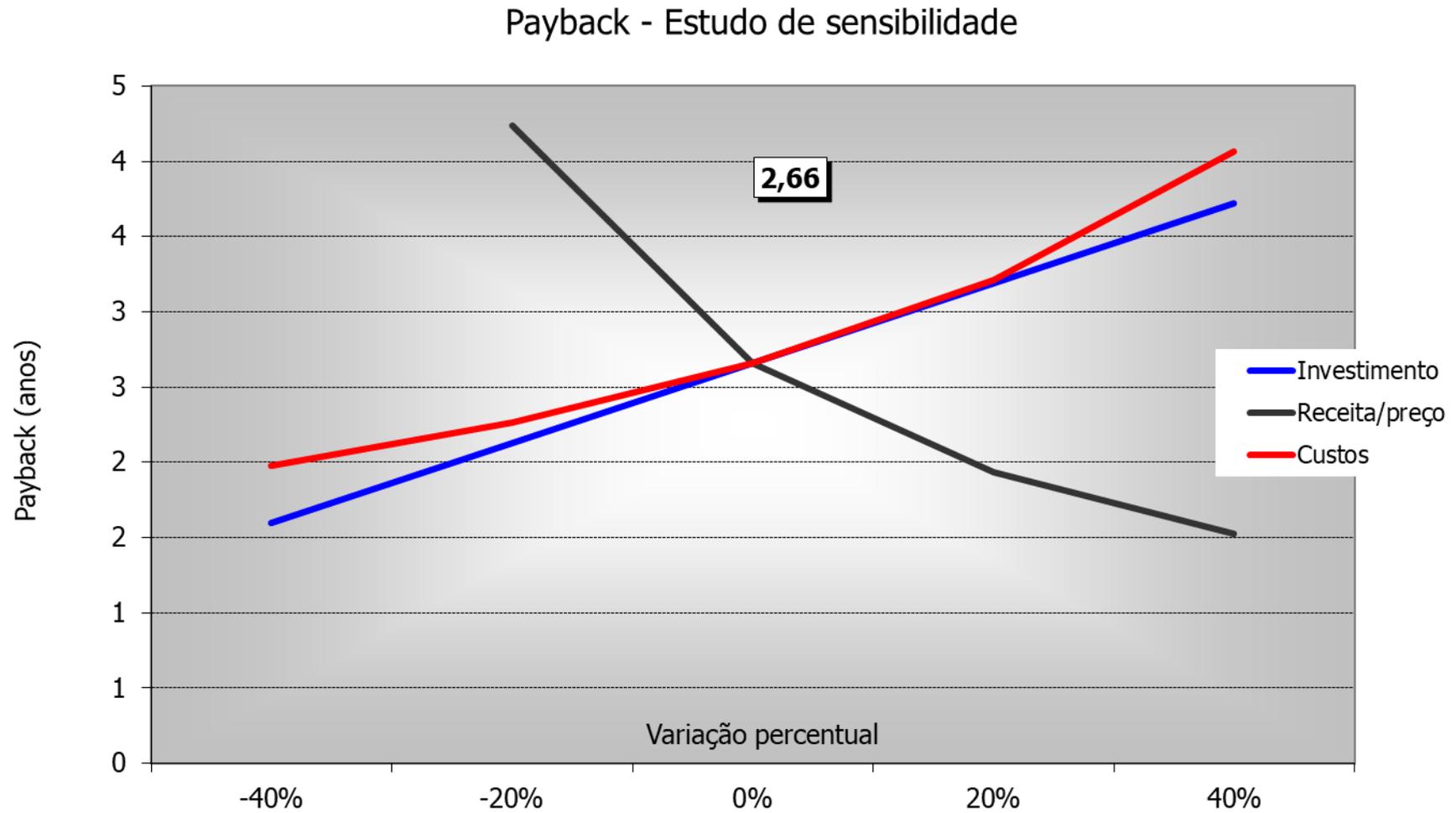
## Anexo 5: Ponto de Equilíbrio da Unidade de Pesquisa



## Anexo 6: Rentabilidade da Unidade de Pesquisa



## Anexo 7: Payback da unidade de Pesquisa



## Anexo 8: Custo de Produção da Unidade de Pesquisa

