



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE
NÍVEL DOUTORADO



EZIO DOS SANTOS PINTO JÚNIOR

DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE COM INDICADORES DAS
DIMENSÕES AMBIENTAL, SOCIAL, ECONÔMICA E TÉCNICA NO PERÍMETRO
IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA EM SERGIPE

SÃO CRISTÓVÃO

2025

EZIO DOS SANTOS PINTO JÚNIOR

**DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE COM INDICADORES DAS
DIMENSÕES AMBIENTAL, SOCIAL, ECONÔMICA E TÉCNICA NO PERÍMETRO
IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA EM SERGIPE**

Tese apresentada como requisito para obtenção
do título de Doutor pelo Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

ORIENTADOR: Dr. Gregório Guirado Faccioli

Linha de Pesquisa: Tecnologias para o Desenvolvimento

SÃO CRISTÓVÃO

2025

EZIO DOS SANTOS PINTO JÚNIOR

**DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE COM INDICADORES DAS
DIMENSÕES AMBIENTAL, SOCIAL, ECONÔMICA E TÉCNICA NO PERÍMETRO
IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA EM SERGIPE**

Tese apresentada como requisito para obtenção
do título de Doutor pelo Programa de Pós-
Graduação em Desenvolvimento e Meio
Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

Defendida em 07 de fevereiro de 2025

Dr. Gregório Guirado Faccioli - Universidade Federal de Sergipe
Presidente-orientador

Dr. Raimundo Rodrigues Gomes Filho – Universidade Federal de Sergipe
Examinador Interno Rede PRODEMA

Dr. Edson Vicente da Silva – Universidade Federal do Ceará
Examinador Externo da Rede PRODEMA

Dra. Alane Regina Rodrigues Santos – Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMMA) N.
Sra. Socorro
Examinador Externo

Dr. Clayton Moura de Carvalho – AGROMAV
Examinador Externo

DECLARAÇÃO DE VERSÃO FINAL

Este exemplar corresponde à versão da Tese de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente concluído no Programa em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Dr. Gregório Guirado Faccioli
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe.

CESSÃO DE DIREITOS

É concedido ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) responsável pelo Curso de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente permissão para disponibilizar, reproduzir cópia desta Tese e emprestar ou vender tais cópias

Ezio dos Santos Pinto Júnior
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe.

Dr. Gregório Guirado Faccioli
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente - PRODEMA
Universidade Federal de Sergipe.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Pinto Júnior, Ezio dos Santos.

659d P Determinação de índice de sustentabilidade com indicadores das dimensões ambiental, social, econômica e técnica no perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe / Ezio dos Santos Pinto Júnior; orientador Gregório Guirado Faccioli. – São Cristóvão, SE, 2025.

96 f.: il.

Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, 2025.

1. Meio ambiente - Sergipe. 2. Irrigação agrícola. 3. Recursos naturais. 4. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Faccioli, Gregório Guirado, orient. II. Título.

CDU 502.131.1(813.7)

Aos meus pais,

a minha avó

e a meu avô Micias (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade de poder realizar a Tese. Também gostaria de agradecer aos meus pais, Ezio e Kátia, pelo incentivo e dedicação que tiveram por mim. Agradecer a minha avó, Dona Toinha. E em especial Micias Rufino de Lacerda (*in memoriam*) meu avô na qual sempre foi uma referência que eu tive nos estudos e que essa tese defendida é uma homenagem minha para ele, por todos os incentivos e exemplo que ele foi para mim. Vô Micias, sei que de alguma forma você está muito feliz por mim.

Agradeço em especial ao professor Gregório na qual é uma referência de professor e de orientador e nos momentos difíceis sempre foi otimista e quando precisei, ajudou a me incentivar ainda mais nos estudos. Agradecer também a equipe orientada pelo professor Gregório. Fabiano, Cosmira, Talita, Adonai, Luis Felipe, Caciana, Carlos, Gustavo, Isaac e Rogério. Em que ajudaram na coleta de dados e foram fundamentais para a pesquisa, fica aqui o meu agradecimento e um muito obrigado por todos eles.

Agradeço também ao meu co-orientador na Espanha, o prof. Juan Camarillo, em que recebeu com muito carinho e atenção em Sevilla e me deu a oportunidade de estar nessa cidade que só tenho a agradecer pela oportunidade. Agradeço também aos amigos que fiz na US (Universidad de Sevilla) em especial a Germán e Adex, na qual foram muito receptivos para mim na cidade e na universidade. Aos amigos também de lá: Claudia, José, Alex e muitos outros que fizeram parte do laboratório de Geografia Física da Universidad de Sevilla. Agradeço também aos amigos que fiz na universidade de outros países como: Marta (Itália), Qiaotang (China), Marios (Alemanha), Kamil (Alemanha), Annalisa (Itália), Lea (Austria).

Agradeço também pelas pessoas que conheci na Espanha em especial a Ana que sempre incentivou e perguntava como está a tese e o doutorado. Também agradeço a Mónica e a Fernanda.

Fico muito agradecido também a todos os meus professores e aos funcionários da Rede do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), em destaque os da Universidade Federal de Sergipe. E também aos colegas e amigos doutorandos de curso, em especial, a Clériston. Né Clériston?!?!?! Que sempre estiveram próximos, mesmo na pandemia (Covid-19) e cujos incentivos e apoio nas horas mais difíceis foram fundamentais. Inclusive com os amigos que estavam fazendo o mestrado no PRODEMA junto comigo, Joyce Halley, Flavinha, Dayanara, Thiago e Jeisiane.

Agradecimento em especial para Layssa Constantini, que no início do doutorado me ajudou bastante, mesmo sem saber, quando me ajudou a escanear os livros para estudar no doutorado durante a pandemia. E mesmo sem saber, foi uma pessoa muito especial para mim.

Aos meus colegas de Campus Rural pela compreensão e apoio nesse momento de estudos. Lusivaldo, Marise, Gilvan, Júlio e Richard. E aos funcionários do Campus Rural.

Meu agradecimento aos amigos de UFS, da engenharia agrícola Wendel, Thiago (Thiaguinho). E aos amigos que fiz durante o doutorado e que conheci na UFS, Pedin, Genilza, Biazinha, Mariana e Marielle.

Aos Membros Examinadores, Prof.^a Dr.^a Alane Regina Rodrigues dos Santos, Prof. Dr. Edson Vicente da Silva e Prof.^a Dr. Clayton Moura de Carvalho e Prof.^a Dr Raimundo Rodrigues Gomes Filho, pelo aceite em participar da Banca e pelas sugestões e contribuições realizadas ao longo de todo o processo, inclusive no Exame de Qualificação, fica os meus agradecimentos.

Muito obrigado por tudo.

RESUMO

Diversos trabalhos foram realizados com objetivo de obter indicadores de sustentabilidade em recursos hídricos nas dimensões sociais, econômicas e ambientais, porém não foram encontradas pesquisas que determinaram índice de sustentabilidade de perímetros irrigados nas dimensões sociais, econômicas, ambientais e técnicas. Por isso, o objetivo desta tese é de aplicar metodologias, modelos e procedimentos de análises de sustentabilidade que visem melhorar a eficiência do uso da água e energia, bem como as qualidades socioeconômica e ambiental do Perímetro Irrigado Poção da Ribeira do Estado de Sergipe. O índice de sustentabilidade do perímetro irrigado será norteador para tomadas de decisões no manejo, operação e manutenção da água e energia, na qual possibilitará seus usos racionais, permitindo estabelecer mais um parâmetro comparativo para análise de sustentabilidade em sistemas de produção. A hipótese do trabalho é de que quanto maior o índice de sustentabilidade definido, melhor será a eficiência hídrica na propriedade avaliada e maior o incremento de produtividade. O aspecto da interdisciplinaridade da pesquisa está relacionado que além das questões econômicas e agrônomicas, foi necessário avaliar a aceitação por parte do produtor local e compreender a viabilidade ou não desse modelo de planejamento da irrigação da propriedade local, incluindo os fatores culturais e sociais por parte do produtor e de sua família. O perímetro irrigado Poção da Ribeira do Estado de Sergipe, localiza-se entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca, apresenta uma área total desse perímetro irrigado é de 1.970 ha, na qual apresenta área irrigável de 1.100 hectares, mas apenas 507 hectares são irrigados, em 466 lotes. As principais culturas plantadas na região são: alface, amendoim, batata doce, cebolinha, coentro, couve, feijão, entre outros. E o sistema de irrigação predominante é o de aspersão convencional, mas também apresenta outros métodos de irrigação como localizada e de microaspersão. A metodologia para realizar o índice de sustentabilidade para o perímetro de irrigação tem por base o modelo descrito por Sobral (2012) com o intuito de qualificar os índices sociais, ambientais, econômicos e técnicos. O índice de sustentabilidade foi obtido calculando-se o valor da área conformada pelas variáveis (indicadores) quando plotadas em um gráfico do tipo radar, metodologia proposta por Calorio (1997), adaptada por Faccioli e Gomes (2021). Os resultados obtidos foram: o índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira está baixo, tornando insustentável ao longo do tempo visto que o valor do indicador obtido foi de 17,61283. Em uma escala que varia entre 0 e 100. Ou seja, valores entre 0-20 são insustentáveis para o ambiente do estudo da pesquisa. E apresentados os fatores para melhoria do índice de sustentabilidade no perímetro irrigado Poção da Ribeira do Estado de Sergipe que são: realização de campanhas de conscientização, entre elas como utilizar o controle biológico para minimizar o uso de agrotóxicos e de ações ao longo do tempo, como por exemplo, a capacitação do produtor quanto à aplicação da lâmina de água adequada para a cultura possibilitando o uso sustentável da água, capacitações para incremento de renda através da produção de culturas com maior valor econômico agregado e aptas para a região e capacitação para realização de coleta de solo para análise permitindo a correta recomendação de adubação nas propriedades rurais.

Palavras-Chave: Irrigação. Eficiência Hídrica. Olericultura. Produtores Familiares

ABSTRACT

Several studies have been conducted to develop sustainability indicators for water resources in social, economic, and environmental dimensions. However, no research was found that established a sustainability index for irrigated perimeters considering social, economic, environmental, and technical dimensions. Therefore, the objective of this thesis is to apply methodologies, models, and procedures for sustainability analysis to improve water and energy use efficiency, as well as the socioeconomic and environmental qualities of the Poção da Ribeira Irrigation Perimeter in the state of Sergipe, Brazil. The sustainability index of the irrigated perimeter will serve as a guide for decision-making regarding the management, operation, and maintenance of water and energy, enabling their rational use. It will also provide a comparative parameter for sustainability analysis in production systems. The hypothesis is that the higher the defined sustainability index, the better the water efficiency in the evaluated property, leading to greater productivity gains. The interdisciplinary aspect of this research lies in the need to assess not only economic and agronomic issues but also the acceptance of this irrigation planning model by local farmers. This includes understanding its viability while considering cultural and social factors affecting the farmer and their family. The Poção da Ribeira Irrigation Perimeter is located between the municipalities of Itabaiana and Areia Branca in Sergipe. It encompasses a total area of 1,970 hectares, of which 1,100 hectares are irrigable, but only 507 hectares are currently irrigated across 466 plots. The main crops grown in the region include lettuce, peanuts, sweet potatoes, green onions, cilantro, kale, beans, among others. The predominant irrigation system is conventional sprinkling, although localized and micro-sprinkler irrigation methods are also used. For the environmental indicator, the index of irrigated area occupation will be determined. The methodology for determining the sustainability index for the irrigation perimeter is based on the model described by Sobral (2012), which aims to qualify social, environmental, economic, and technical indices. The sustainability index was obtained by calculating the value of the area formed by the variables (indicators) when plotted on a radar-type graph, a methodology proposed by Calorio (1997) and adapted by Faccioli and Gomes (2021). The results revealed that the sustainability index of the Poção da Ribeira Irrigation Perimeter is low, making it unsustainable over time, as the obtained value was 17.61283 on a scale from 0 to 100. Specifically, values between 0 and 20 are considered unsustainable for the studied environment. Recommendations for improving the sustainability index in the Poção da Ribeira Irrigation Perimeter include: Conducting awareness campaigns, such as promoting biological control to reduce pesticide use. Long-term initiatives, such as training farmers on the application of appropriate water depths for specific crops to enable sustainable water use. Capacity-building to increase income by promoting crops with higher economic value suitable for the region. Training for soil sampling and analysis to ensure accurate fertilizer recommendations for rural properties.

Keywords: Irrigation. Water Efficiency. Olericulture. Family Producers

RESUMEN

Diversos trabajos se han llevado a cabo con el objetivo de obtener indicadores de sostenibilidad en recursos hídricos en las dimensiones sociales, económicas y ambientales. Sin embargo, no se encontraron investigaciones que determinaran un índice de sostenibilidad para perímetros irrigados en las dimensiones sociales, económicas, ambientales y técnicas. Por ello, el objetivo de esta tesis es aplicar metodologías, modelos y procedimientos de análisis de sostenibilidad orientados a mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía, así como las cualidades socioeconómicas y ambientales del Perímetro Irrigado Poção da Ribeira, en el estado de Sergipe. El índice de sostenibilidad del perímetro irrigado será una guía para la toma de decisiones en la gestión, operación y mantenimiento del agua y la energía, permitiendo su uso racional y estableciendo un parámetro comparativo adicional para el análisis de sostenibilidad en sistemas de producción. La hipótesis del trabajo es que cuanto mayor sea el índice de sostenibilidad definido, mejor será la eficiencia hídrica en la propiedad evaluada y mayor el incremento en la productividad. El aspecto interdisciplinario de la investigación está relacionado con la necesidad de evaluar, además de las cuestiones económicas y agronómicas, la aceptación por parte del productor local y comprender la viabilidad o no de este modelo de planificación de riego en la propiedad, incluyendo los factores culturales y sociales del productor y su familia. El Perímetro Irrigado Poção da Ribeira, ubicado entre los municipios de Itabaiana y Areia Branca, tiene una superficie total de 1.970 hectáreas, de las cuales 1.100 hectáreas son irrigables, pero solo 507 hectáreas están efectivamente irrigadas en 466 lotes. Los principales cultivos de la región incluyen lechuga, maní, batata dulce, cebollín, cilantro, col rizada, frijoles, entre otros. El sistema de riego predominante es la aspersión convencional, aunque también se utilizan otros métodos como el riego localizado y la microaspersión. Para el indicador ambiental, se determinará el índice de ocupación de la superficie irrigada. La metodología para calcular el índice de sostenibilidad del perímetro de riego se basa en el modelo descrito por Sobral (2012), diseñado para calificar los índices sociales, ambientales, económicos y técnicos. El índice de sostenibilidad se obtuvo calculando el valor del área formada por las variables (indicadores) trazadas en un gráfico de tipo radar, metodología propuesta por Calorio (1997) y adaptada por Faccioli y Gomes (2021). Los resultados muestran que el índice de sostenibilidad del Perímetro Irrigado Poção da Ribeira es bajo, lo que lo hace insostenible a largo plazo, ya que el valor del indicador obtenido fue de 17,61283 en una escala de 0 a 100. Es decir, valores entre 0 y 20 son insostenibles en el contexto del estudio. Se identificaron factores clave para mejorar el índice de sostenibilidad en el Perímetro Irrigado Poção da Ribeira: Realizar campañas de concienciación, incluyendo el uso de control biológico para minimizar los agroquímicos. Implementar capacitaciones sobre la aplicación de la cantidad adecuada de agua para los cultivos, promoviendo un uso sostenible del agua. Ofrecer capacitaciones para aumentar los ingresos mediante la producción de cultivos con mayor valor económico agregado y adaptados a la región. Capacitar en la recolección de muestras de suelo para análisis, permitiendo recomendaciones precisas de fertilización en las propiedades rurales.

Palabras Clave: Riego. Eficiencia Hídrica. Hortalizas. Productores Familiares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo	36
Figura 2 - Perímetro Poção da Ribeira.	37
Figura 3 – Aplicação de questionário para entrevista em Poção da Ribeira-SE.	54
Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo.	55
Figura 5 - Perímetro Irrigado de Poção da Ribeira-SE	56
Figura 6 – Estação Experimental Cajamar	75
Figura 7 – Vista externa de uma empresa de controle biológico e de abelhas polinizadoras em Almería.	79
Figura 8 – Divulgação de curso de capacitação em Almería para trabalho na agricultura.	82
Figura 9 – Vista interna de uma Estufa produzindo pimentão na estação experimental de Cajamar .	84
Figura 10 – Estufas (Invernadero) em Almería vista externa	85
Figura 11 – Plástico anti-gotejamento utilizados nas Estufas de Almería	86
Figura 12 – Vista externa das Estufas (“Invernaderos”) em Almería	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico tipo radar com os indicadores mensurados no perímetro de Poção da Ribeira, SE, metodologia proposta por Calorio (1997).	45
Gráfico 2 - Gráfico tipo radar com os indicadores mensurados no perímetro de Poção da Ribeira, SE metodologia proposta por Calorio (1997), adaptada por Faccioli e Gomes (2021)	46
Gráfico 3 – Índice de sustentabilidade do perímetro de Poção da Ribeira, SE.	61

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Indicadores selecionados para determinação de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado de Poção da Ribeira. 39
- Tabela 2 – Índices e valores dos indicadores em médias ponderadas (Mp) e de Vpn (valor de cada eixo adimensionalizado), obtidos pela metodologia de Calório (1997), do Perímetro irrigado Poção da Ribeira. 44
- Tabela 3 – Valor das menores áreas (CALORIO, 1997) [ISC], área mais limitante (AmL), para o Perímetro Irrigado Poção da Ribeira. 47
- Tabela 4 – Índice de sustentabilidade (IS) considerando as médias ponderadas como valor de Vpn (Calório 1997) e Índice de sustentabilidade em escala de 0 a 100% (IS0-100) (Método Modificado por Faccioli e Gomes 2021), para o Perímetro Irrigado Poção da Ribeira. 48
- Tabela 5 – Indicadores selecionados para determinação de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado de Poção da Ribeira 58
- Tabela 6 – Nomenclatura dos indicadores sociais, econômicos, ambientais e culturais utilizados para representação dos eixos do gráfico radar. 77

LISTA DE SIGLAS

CAPF	Curso de Aplicador de Produtos Fitossanitários
CODERSE	Companhia de Desenvolvimento Regional de Sergipe
COHIDRO	Companhia de Desenvolvimento e Recursos Hídricos de Irrigação de Sergipe
COP	Conferência das Partes
DESO	Companhia de Desenvolvimento de Água de Sergipe
EMDAGRO	Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPH	Índice de Pobreza Hídrica
MDA	Ministério de Desenvolvimento Agrário
MIP	Manejo Integrado de Pragas
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações das Nações Unidas
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
WMO	World Meteorological Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
1.1 Problematização	10
1.2 Justificativa	11
1.3 Hipóteses	11
1.4 Objetivos	11
1.4.1 Objetivo gerais	11
1.4.2 Objetivos específicos	12
1.5 Estrutura da Tese	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Desenvolvimento Sustentável	13
2.2 Definição da Sustentabilidade	17
2.3 Indicadores de Sustentabilidade	19
2.4 Índice de Sustentabilidade	21
2.5 Período Antropoceno	22
2.6 ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	23
2.7 ODS relacionadas ao perímetro irrigado de Poção da Ribeira-SE	24
2.8 Olericultura irrigada no perímetro irrigado de Poção da Ribeira-SE	26
2.9 Referências	27
3 CAPÍTULO I: FATORES PARA MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE NO PERÍMETRO IRRIGADO DE POÇÃO DA RIBEIRA/SE	32
3.1 Resumo	32
3.2 Introdução	32

3.3 Material e Métodos	34
3.4 Resultados e Discussões	43
3.5 Considerações Finais	49
3. 6 Referências	49
4 CAPÍTULO II: DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE NO PERÍMETRO IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA EM SERGIPE	52
4.1 Resumo	52
4.2 Introdução	52
4.3 Material e Métodos	54
4.4 Resultados e discussões	60
4.5 Considerações Finais	67
4.6 Referências	68
5 CAPÍTULO III: UTILIZAÇÃO DE INDICADORES NO PERÍMETRO IRRIGADO DE ALMERÍA NA ESPANHA	72
5.1 Resumo	72
5.2 Introdução	72
5.3 Material e Métodos	74
5.4 Resultados e Discussões	83
5.5 Considerações Finais	92
5.6 Referências	93
6 CONCLUSÃO GERAL	95
7 APÊNDICES	96

1. INTRODUÇÃO

Diversos trabalhos foram realizados com objetivo de obter indicadores de sustentabilidade em recursos hídricos nas dimensões sociais, econômicas e ambientais (GABRIELLI et al., 2023; BRANCHI, 2022; ROCHA, 2020), porém não foram encontradas pesquisas que determinaram índice de sustentabilidade de perímetros irrigados nas dimensões do uso da água, técnicas, sociais, econômicas e ambientais. Por isso, o objetivo desta tese é de aplicar metodologias, modelos e procedimentos de análises de sustentabilidade que visem melhorar a eficiência do uso da água, energia, recursos da produção, bem como as qualidades socioeconômica e ambiental do Perímetro Irrigado Poção da Ribeira do Estado de Sergipe. A escolha desse perímetro irrigado decorre da necessidade obter informações de uma região produtora que seja próxima dos centros consumidores de alimentos e na qual possibilite comparar as informações ao longo dos anos.

O índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira será norteador para tomadas de decisões no manejo, operação e manutenção da água e energia, na qual possibilitará seus usos racionais, permitindo estabelecer mais um parâmetro comparativo para análise de sustentabilidade em sistemas de produção. Foram utilizados indicadores sociais, econômicos, ambientais e técnicos. Para os indicadores ambientais foram analisados aspectos de compostagem, uso e devolução de embalagens vazias de agrotóxicos, uso e incorporação de restos culturais no solo, além de controle biológico e coleta de resíduos nas propriedades rurais.

Enquanto que para os indicadores sociais foram avaliados aspectos como a questão de escolaridade dos produtores, a presença ou ausência de assistência técnica na propriedade e também de acesso ou não a cursos de capacitação na região por parte dos serviços públicos e dos agentes públicos. E além de aspectos sociais, foram mesurados os aspectos de indicadores econômicos, como por exemplo, a renda familiar, os custos de produção local e de análises de solo. Visto que, quanto maior o investimento para produção, maior tende a ser o incremento na renda dos produtores locais.

E para avaliar os indicadores técnicos, estes foram escolhidos para avaliar o incremento na produção e na produtividade local, tem como indicadores o uso de EPIs na aplicação de agrotóxicos, sistema de irrigação da propriedade e o uso de lâmina de água apropriado para a cultura e a área de produção.

O aspecto da interdisciplinaridade da pesquisa está relacionado que além das questões econômicas e agronômicas, será necessário avaliar a aceitação por parte do produtor local e

compreender a viabilidade ou não desse modelo de planejamento da irrigação da propriedade local, incluindo os fatores culturais e sociais por parte do produtor e de sua família. Então é necessário ter a visão global das possíveis influências que a pesquisa pode ter no entorno familiar e produtivo das propriedades rurais. E também de considerar o perímetro de irrigação como um todo (conjunto de propriedades vizinhas), e não apenas individualmente por propriedade rural.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A produção agrícola é uma das melhores formas de proporcionar desenvolvimento social e econômico em uma região de baixo nível de desenvolvimento, principalmente quando aliada a perímetros irrigados, visto que é uma das formas de aproveitar a produção durante todo o ano. Por outro lado, produzir em perímetros irrigados apresentam algumas dificuldades a mais em comparação a outros centros produtivos agrícolas.

Por isso, urge a necessidade de avaliar e de mensurar com indicadores sociais, ambientais, econômicos e técnicos de perímetros irrigados. Consequentemente, será possível avaliar a capacidade de determinada região ser sustentável ou não nos aspectos de desenvolvimento local.

E o perímetro irrigado de Poção da Ribeira - SE possui essas características de ser um perímetro irrigado, de ter proximidade de centro consumidor de alimentos (as grandes cidades e regiões metropolitanas) e de apresentar aspectos que demonstram a possibilidade de melhorias locais para um maior desenvolvimento econômico local. Entretanto, para esse incremento do desenvolvimento local, foi necessário avaliar os possíveis fatores que proporcionaram a melhoria e o incremento da qualidade de vida da população local do perímetro irrigado de Poção da Ribeira e que seja sustentável ao longo do tempo para as atuais gerações e as próximas.

Por outro lado, o perímetro de Poção da Ribeira apresenta algumas características peculiares na sua condição de perímetro irrigado que é de ser antigo e de ter ocorrido apenas uma modernização ao longo do uso com o tempo que foi da troca de aspersão convencional de quando foi implantado na região para o uso de microaspersão, atualmente, e mesmo com a mudança dos sistemas de irrigação, ainda apresenta uma condição de necessitar de mais

melhorias para os irrigantes da região. Outra característica é de ser um perímetro menor em comparação com outros perímetros irrigados de Sergipe como o do Platô de Neópolis.

1.2 JUSTIFICATIVA

Justifica-se a realização do presente trabalho em virtude da necessidade de avaliar e mensurar aspectos que permitem a melhoria do desenvolvimento local do perímetro irrigado em estudo. Então buscou-se melhorar aspectos locais da população nos âmbitos sociais, econômicos, ambientais e técnicos quanto a produção agrícola da região.

Por isso, foi avaliado durante a pesquisa aspectos que proporcionarão a melhoria da qualidade de vida local e das futuras gerações dos proprietários e membros familiares dos produtores locais do perímetro de Poção da Ribeira. Como por exemplo, na melhoria da renda da população, melhoria da salubridade do trabalho no campo, além da melhoria do ambiente do perímetro irrigado.

Outro ponto primordial da pesquisa foi de apresentar soluções para os problemas encontrados no perímetro irrigado e de apresentar outros exemplos em outras regiões que serviram de exemplo para Poção da Ribeira. Tanto na região do nordeste como também no exterior na região de Almería na Espanha.

1.3 HIPÓTESES

A hipótese do trabalho é de que quanto maior o índice de sustentabilidade definido, melhor será a eficiência hídrica na propriedade avaliada e maior o incremento de produtividade.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivos gerais

O objetivo principal do trabalho é de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade que visa melhoria da qualidade de vida da população do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe.

1.4.2 Objetivos específicos

E dentre os objetivos específicos estão:

- Definição dos indicadores que serão utilizados na caracterização do perímetro irrigado Poção da Ribeira do Estado de Sergipe;
- Determinar indicadores de sustentabilidade considerando as dimensões ambiental, social, econômica e técnica do perímetro irrigado Poção da Ribeira;
- Elaboração de um índice de sustentabilidade para o perímetro irrigado de Poção da Ribeira;
- Apresentar os fatores que proporcionarão melhorias no perímetro irrigado de Poção da Ribeira;

1.5 ESTRUTURA DA TESE

A estrutura da tese é formada pela Fundamentação Teórica, que servirá de conteúdo base para os conhecimentos apresentados durante o desenvolvimento da pesquisa escrita. Na qual são abordados de forma resumida os principais tópicos relacionados ao desenvolvimento da pesquisa.

Após a fundamentação teórica são apresentados 3 (três) capítulos relacionados com o desenvolvimento do trabalho apresentado em que cada artigo aborda uma etapa da execução do projeto de pesquisa do desenvolvimento da tese. E cada capítulo representa um artigo científico para publicação. Em que no primeiro artigo, este já publicado, apresenta características do local de estudo e teve como objetivo de apresentar os fatores para a melhoria da sustentabilidade no perímetro irrigado de Poção da Ribeira em Sergipe. Então, após definir e determinar o índice de sustentabilidade do perímetro irrigado em estudo, a pesquisa em seu segundo capítulo objetivou-se de apresentar a determinação de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe. Este artigo apresenta a metodologia utilizada para determinar Índice de Sustentabilidade de um perímetro irrigado localizado no município de Itabaiana-SE. Por isso, o objetivo principal do trabalho foi de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade que visa melhorar a eficiência do uso da água e da irrigação do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe.

E, por fim, no terceiro e último capítulo, foi apresentado aspectos e características relacionadas com o perímetro irrigado de Almería na Espanha. Estudar e avaliar as características dos perímetros irrigados baseados em casos de sucesso em todo o mundo é uma forma de desenvolver ainda mais a agricultura local e fomentar o desenvolvimento local sem esquecer dos aspectos de sustentabilidade.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A partir da revolução industrial, que os impactos socioambientais se tornaram cada vez mais frequentes e agressivos nos elementos da natureza, isto é, a intensa procura pelos recursos naturais aumentou gradativamente à medida que o homem em sociedade desenvolveu novas tecnologias e, mais ainda, quando da sua fixação num determinado lugar, através dos seus grupos sociais (NASCIMENTO,2006).

Consequentemente, Dias (2004) afirma que devido ao modelo de desenvolvimento posto pelo capitalismo e pela crescente produção de bens de consumo, a sociedade tem colaborado de maneira contínua e desigual para a deterioração dos recursos naturais da terra. Então realmente, segundo Nascimento (2006), o modelo de desenvolvimento seguido pela humanidade condicionou a pressão sobre os recursos naturais, ocasionando problemas ambientais, uma vez que grande parte da humanidade apresenta uma relação exploratória e degradadora sobre esta dotação de recursos.

Por isso, urge na atual sociedade que sejam implantadas novas medidas e novos modelos de desenvolvimento sustentável, visto que da atual forma que está, o planeta não suportará a atual exploração dos recursos finitos do meio ambiente. Então, a população atualmente busca novos mecanismos para desenvolvimento aliado com o crescimento econômico, que fique sem prejudicar o meio ambiente e que seja de forma sustentável e em equilíbrio com o planeta para que as futuras gerações também possam usufruir da qualidade do meio em que vivem.

Uma importante definição para esse modelo de crescimento é o de Desenvolvimento Sustentável na qual Barbieri (1997) conceitua o desenvolvimento sustentável como uma maneira de apresentar soluções específicas para os impactos globais ocasionados pelo homem que não estejam relacionados apenas ao aspecto ambiental, mas que também estejam incorporados em outras dimensões, como por exemplo: política, social, a pobreza e também cultura.

O conceito de desenvolvimento sustentável, surgiu em meados da década de 1970, com livre pensamento e sobre a influência de diversas guerras e movimentos de libertação, trazendo dessa maneira uma nova percepção de valores de vida e de crescimento econômico. Embora houvesse a pressão dos capitalistas para manter o nível acelerado de produção, o movimento se fortalecia com a finalidade de criar na sociedade, uma consciência participativa e sustentável,

capaz de promover uma radical mudança no estilo de vida das pessoas e principalmente dos meios de produções que visavam somente o lucro (LEFF, 2006).

Segundo Santos (2019), diante da forma que se desenvolve a humanidade, a maneira como o homem utiliza os recursos naturais causa impactos em relação ao meio ambiente, cuja prática poderá trazer limitações ao próprio processo de continuação do desenvolvimento humano. Com efeito, é necessário que as pessoas que estão à frente das decisões sobre a relação entre progresso e sustentabilidade, tenham a possibilidade de ter ao seu alcance dados consideráveis. Neste caso isso será possível através dos indicadores, que são instrumentos que simplificam, quantificam e analisam as informações técnicas e comunicam aos diversos atores sociais a realidade em como um todo (BENETTI, 2006).

O desenvolvimento ambiental consequentemente é possível dentro de uma ética ambiental mais solidária com a natureza e com as gerações futuras, bem como com o determinismo frente à equidade social e econômica (MENÊSES, 2017).

De acordo com Bellen (2002) os indicadores têm por objetivo fundamental reunir e dimensionar informações de forma que sua relevância fique mais evidente. Os indicadores são responsáveis por facilitar as informações sobre acontecimentos ou fatos de grande complexidade e de difícil entendimento, em informações que facilitem o procedimento de comunicação.

Então, os indicadores têm como principal finalidade reunir e quantificar diversas informações, simplificar o fenômeno, em muitos casos ajuda auxiliar nas tomadas de decisões, colaborando desse modo, para a conservação do meio ambiente e com as ações de cunho ambiental (BELLEN, 2002).

Por isso, é possível afirmar que os indicadores de sustentabilidade constituem importantes padrões que evidenciam a realidade, inserido num âmbito de multidisciplinaridade, com o propósito de oferecer informações relevantes para que as decisões sejam tomadas de forma segura (SILVA, 2012). O resultado é que para a implantação de uma agricultura com novas técnicas de aproveitamento de água irrigação, o índice de sustentabilidade apresenta-se como fundamental alternativa para estimar a viabilidade de adoção por parte das regiões produtoras irrigadas. Por ser um bem finito e escasso, as águas de qualidades superiores precisam ter seu uso otimizado.

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, pois está diretamente ligada com a sobrevivência dos seres vivos. Entretanto, um dos grandes problemas

atuais relacionados com a água está na questão da disponibilidade e da qualidade da água, na qual resulta em um produto escasso e que a cada dia que passa exige o aumento por sua demanda.

A disponibilidade da água vem sendo ameaçada devido ao crescimento da população e ao aumento da demanda da quantidade de água para o uso doméstico, da agricultura, da mineração, da produção industrial, da geração de energia e da silvicultura. Esse uso inapropriado pode tanto reduzir a disponibilidade da água, quanto piorar a sua qualidade (BITTENCOURT, 2014).

Segundo a World Meteorological Organization (WMO, 1997), o consumo mundial de água cresceu mais que o dobro da taxa de crescimento da população, e continua a crescer rapidamente com a elevação de consumo dos setores agrícola, industrial e residencial. Por isso, é necessário ter novas estratégias para otimização do uso da água, visto que a demanda deste recurso é cada vez maior.

O manejo da irrigação deve ser realizado no momento correto e em quantidades adequadas para minimizar e evitar problemas de lixiviação de contaminantes e perdas de água por evapotranspiração. Os solos que apresentam boa drenagem interna facilitam a lixiviação dos sais para além da zona radicular das plantas, mas são mais suscetíveis à lixiviação de contaminantes para o lençol freático.

O uso de um índice de sustentabilidade vem a ser uma importante ferramenta para ser utilizada na questão do desenvolvimento sustentável, visto que passa a ser um indicador para aferir o quanto se torna sustentável determinada atividade. Então a determinação de um índice de sustentabilidade é de grande importância para verificação e aceitação da implantação de sistemas de irrigação mais eficientes na agricultura em regiões de potencialidades hídricas.

A sustentabilidade na dimensão econômica deve propiciar limites com o uso extremo do meio ambiente, considerando um planejamento social harmônico entre o bem social e ao meio ambiente. Obstante disso seria um delito à sobrevivência humana e a existência plena do planeta (MENÊSES, 2017).

Consequentemente, a partir de uma análise entre a relação Economia - Meio Ambiente, sob o viés econômico, o conceito de sustentabilidade consiste em aplicar os conceitos da sustentabilidade social tornando viáveis os projetos de construção de uma sociedade composta por tecnologias limpas, processos produtivos sustentáveis, manutenção e preservação dos recursos naturais, que reivindicam uma reestruturação na concepção de gestão ambiental e

responsabilidade socioambiental (MENÊSES, 2017). Não há como determinar um ambiente sustentável sem que se possam relacionar os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Outro aspecto fundamental para utilizar um índice de sustentabilidade é de conhecer a ligação entre o fator social e o econômico para os produtores locais que utilizam sistemas de irrigação na produção agrícola, além de tornar uma atividade mais sustentável, pois o consumo consciente e correto nos projetos de irrigação possibilita um melhor uso do bem finito que são as águas de qualidades presentes no rio Traíras. Visto que, é através de uma agricultura irrigada que otimiza a sustentabilidade hídrica cuja finalidade é do uso mais racional possível das fontes hídricas disponíveis. Consequentemente o tema proposto no projeto vai de encontro com a linha de pesquisa na qual visa buscar novas tecnologias hídricas de modo sustentável e eficiente.

No âmbito social é a que tem os seus objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, a melhoria da qualidade de vida e a justiça social. Segundo dados do IBGE (2015), foram listados 21 indicadores sociais, com os temas que abrangem: população, trabalho e rendimento, saúde, educação, habitação e segurança, na qual retratam o nível educacional, a distribuição da renda, as questões ligadas à equidade e às condições de vida da população, apontando o sentido de sua evolução recente, conforme publicação de indicadores de desenvolvimento sustentável.

Busca-se também a redução das desigualdades sociais, na qual está amplamente relacionada com aspectos sociais e econômicos. Por isso, a desigualdade crescente significa não apenas que uma parcela enorme da humanidade persiste presa na pobreza, mas também que a riqueza aumenta sobretudo em setores limitados da humanidade (MARTINE, 2015).

Também é importante ressaltar que o presente trabalho está relacionado com o aspecto de determinar um índice de sustentabilidade voltado para a região Nordeste, visto que é uma região que apresenta fatores específicos e diferenciados das demais regiões do país. E que necessidade de desenvolvimento para redução das desigualdades e proporcionar melhorias na qualidade de vida da população local do Nordeste. Por outro lado, é importante salientar que o aspecto social é de grande valia no momento de se determinar um índice de sustentabilidade, visto que com a possibilidade de aplicação desse índice na agricultura regional é possível otimizar a fonte de renda para os produtores e melhorar a qualidade de vida dos mesmos.

2.2 DEFINIÇÃO DA SUSTENTABILIDADE

A definição de sustentabilidade é muito ampla e vaga. Na qual muitas correntes se apropriaram do termo para aproveitar e definir a sustentabilidade de diversas formas em que convém ao melhor interesse. Por outro lado, é fundamental definir o termo corretamente de modo que possibilite nortear o objetivo principal que é de alcançar a própria sustentabilidade em si. Então para definir, é preciso conhecer o uso inicial do termo que foi em 1987, no Relatório Brundtland na qual no documento "Nosso Futuro Comum" apresentou pela primeira vez o termo e o conceito de Desenvolvimento Sustentável: “aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”.

Foi durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humana em Estocolmo (1972), que marcou a institucionalização efetiva do debate internacional sobre a crise ambiental moderna. Desde então, esse debate internacional vem ocorrendo mediante vários encontros, conferências, cúpulas, nos quais os líderes mundiais tentam encontrar formas de materializar o chamado “desenvolvimento sustentável”, conceito proposto pela “Comissão Mundial do Meio Ambiente e do Desenvolvimento”, instituída pelas Organizações das Nações Unidas (ONU), em um relatório produzido sob a coordenação da então primeira ministra da Noruega Gro Harlem Brundtland, que tenta conciliar o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental (SANTOS FILHO, 2015).

No dicionário o termo sustentabilidade significa: qualidade ou condição do que é sustentável, ou seja, um modelo de sistema que tem condições de se manter ou conservar. Então a sustentabilidade trata-se de utilizar dos recursos naturais de modo que seu uso seja regenerado para que possa atender as demandas atuais sem comprometer as demandas das gerações futuras e de modo que preserve o meio ambiente e os seres vivos. Entretanto, essa definição de sustentabilidade exige modificar os moldes de economia vigente, mas para tanto, há a necessidade de uma transição sócio-cultural nos valores que dizem respeito ao modo do homem se relacionar com o meio ambiente (SOUZA, 2020).

Mas uma das principais críticas relacionadas ao conceito de sustentabilidade é que esse termo está sendo utilizado de diversas formas em que foge do proposto, principalmente por ser utilizado para mascarar o aspecto ambiental e priorizar apenas aspectos econômicos, corroborando com Brunacci e Philippi Jr. (2005) que afirmam que o termo de desenvolvimento

sustentável está sujeito às mais diversas interpretações e tem sido demasiadamente criticado por múltiplos teóricos envolvidos com as causas ambientais.

Um exemplo a ser citado é o termo “greenwashing” (do inglês “green”, verde, e “whitewash”, branquear ou encobrir) ou banho verde, indica a injustificada apropriação de virtudes ambientalistas por parte de organizações (empresas, governos, etc.) ou pessoas, mediante o uso de técnicas de marketing e relações públicas. Então, mais do que ter responsabilidades ambientais, algumas empresas se preocupam mais com a política de marketing e com a imagem que a empresa transmite. São organizações que apenas mascaram seus reais prejuízos à natureza sem levar em consideração os aspectos ambientais sustentáveis.

Existe uma crítica relacionada com a economia baseada apenas nos aspectos financeiros do capitalista e que levam em considerações as implicações tanto no campo social quanto no ambiental; esse ponto de vista foi o mais comum até o momento, entretanto, após a crise ambiental ficou evidente a necessidade de refletir e considerar outros aspectos fundamentais como os sociais, ambientais e inclusive os culturais. Visto que a busca apenas pelos aspectos econômicos resultou na insustentabilidade mundial do modo de desenvolvimento estabelecido. Por isso, é importante levar em consideração a importância da compreensão das diferentes dimensões que compõem a sustentabilidade. E segundo Souza (2020), pensar em sustentabilidade é pensar em interdisciplinaridade, a colaboração de diferentes saberes e em diferentes aplicações voltados a um mesmo fim: o homem, seu pleno desenvolvimento e sua qualidade de vida. Sendo assim uma sustentabilidade que esteja fundamentada na justiça ambiental para que o desenvolvimento aconteça de maneira em que, para além do acúmulo de riquezas, o bem estar humano seja uma questão primordial.

O debate da sustentabilidade exige mudanças e isso implica em ruptura de costumes, valores e expectativa quanto ao futuro que se planeja alcançar. Por isso, para alcançar o desenvolvimento sustentável é primordial mudar a mentalidade e a forma de agir do homem e isso ocorrerá apenas se existir essa visão de mudança e a educação ambiental é um dos meios para se alcançar esse ideal de ‘ser’ sustentável.

Não há um caminho único e detalhadamente planejado rumo à sustentabilidade. O que existe são diversas possibilidades que incluem os diferentes saberes tanto científicos quando sociais, culturais e atitudes sobre como e quando agir, onde e de que maneira. Uma construção coletiva dentro da diversidade de possibilidades para se alcançar a sustentabilidade (SOUZA, 2020).

A sustentabilidade a cada dia que passa está mais presente na vida das pessoas e que estão cada vez mais conscientes das responsabilidades e da importância das ações de hoje para o futuro das gerações seguintes. E isso só foi possível, graças à conscientização e o debate do tema da sustentabilidade.

A demanda mundial pelos recursos ambientais está cada vez maior, visto que é por meio desses recursos que as empresas e os países geram a produção de riquezas materiais e consequentemente realizam o desenvolvimento econômico. Entretanto, os recursos ambientais são escassos e fundamentais para a sustentabilidade do planeta. Por isso, urge que a sociedade estabeleça critérios para melhorar a preservação das riquezas ambientais para que sejam utilizadas por todos nas atuais e nas futuras gerações de modo sustentável.

Mas para que seja possível distribuir e preservar ao mesmo tempo os recursos naturais é fundamental a participação governamental em todo o planeta. Justamente para evitar a má distribuição dos recursos naturais que favorecem os países ricos e desenvolvidos em detrimento dos países pobres e subdesenvolvidos. Por isso, é fundamental a participação dos governos dos países para regulação do consumo e distribuição dos recursos naturais para agir em prol do coletivo e de toda a sociedade, por meio da ONU e da COP (Conferência das Partes) reunião realizada anualmente pelos países.

O grande desafio enfrentado na gestão pública brasileira para alcançar a sustentabilidade está em conciliar o desenvolvimento sustentável com o fator econômico e social ao mesmo tempo. Apesar dessas dificuldades, o Brasil consegue demonstrar que é possível desenvolver sem afetar a economia e o desenvolvimento social do país. Visto que, o Brasil é um exemplo da produção energética de modo sustentável por meio do uso de matrizes energéticas renováveis como a hidroelétrica, biocombustíveis, solar, eólica e hidrogênio verde. Além de ser exemplo na renovação energética, o país promoverá eventos de sustentabilidade a nível global como a COP 30 que ocorrerá no Estado do Pará em Novembro de 2025.

2.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

A partir do surgimento do termo sustentabilidade e da necessidade de uma nova forma de desenvolvimento, foi de grande importância a formulação de ferramentas para auxiliar a mensuração da sustentabilidade de diferentes sistemas (DEPONTI et al., 2002; VAN BELLEN, 2006). Os indicadores são instrumentos que permitem mensurar as modificações nas características de um sistema. (DEPONTI et al., 2002). Segundo Hammond et al. (1995) o

indicador mostra o progresso em direção a uma meta, e também pode apontar para um fenômeno ou uma tendência que não seja fácil de detectar.

A ideia de desenvolver indicadores de sustentabilidade foi intensificada na Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (Rio-92), conforme registrado no documento final, a Agenda 21. Em que tornou-se necessário definir indicadores que mensuram, monitoram e avaliam o sistema em estudo, considerando todos os aspectos ambientais, econômicos, sociais, éticos e culturais.

Segundo van Bellen (2006), os indicadores devem ser meios de comunicação, de fácil compreensão e transparência, onde todos os seus usuários devem entender seu significado no processo de formação de seus próprios valores.

Uma das mais importantes contribuições ao uso de indicadores de sustentabilidade foi dada por Rees (1992) com o desenvolvimento de um índice denominado Pegada Ecológica ou EF (do inglês “Ecological Footprint”). Em que a metodologia original consistiu em construir uma matriz de consumo/uso de terra, considerando cinco categorias principais do consumo (alimento, moradia, transporte, bens de consumo e serviços) e seis categorias principais do uso da terra (energia da terra, ambiente [degradado] construído, jardins, terra fértil, pasto e floresta sob controle) (MENÊSES, 2017).

Van Bellen (2006) afirma também que a pegada ecológica é uma ferramenta metodológica mais conhecida pelos ambientalistas e especialistas que atuam em diferentes níveis da sociedade e que fomentam o conceito de desenvolvimento sustentável. O autor destaca que os indicadores qualitativos são mais adequados quando não houver informações quantitativas; quando não se pode quantificar o objetivo de estudo; e quando as condições relacionadas aos custos da pesquisa assim o determinarem.

Por isso, a seleção e a mensuração dos indicadores de sustentabilidade só são verdadeiramente úteis se a aplicação for eficiente e se os instrumentos utilizados forem válidos (DEPONTI et al., 2002). Então segundo, Gallopin (1996), para ter indicadores de sustentabilidade com qualidade, precisam ser compreensíveis, seguir requisitos universais como: ser mensurável, ter disponibilidade de dados, metodologia transparente, limpa e padronizada, ser viável economicamente, está disponível para uso e monitoramento além de ter aceitação política dos indicadores.

Outro aspecto importante abordado por Camino e Müller (1993) é que os indicadores não são universais, podendo possuir indicadores específicos e variando de acordo com o

problema ou o objetivo da análise. Para Meneses (2017), os indicadores de sustentabilidade diferenciam-se dos demais por exigirem uma visão de mundo integrada, necessitando relacionar para tanto, a economia, o meio ambiente e a sociedade de uma dada comunidade. Por isso, sabe-se que um bom indicador alerta sobre os problemas antes que eles se tornem muito graves indicando o que precisa ser feito para resolvê-los, é dessa maneira que em comunidades em crise os indicadores são considerados importantes instrumentos para definir soluções e propor um futuro melhor.

Os indicadores foram selecionados de acordo com três dimensões da sustentabilidade apontadas por Sachs (1986): indicadores da dimensão econômica, que apresentam a eficiência econômica para os produtores que utilizam a agricultura irrigada; indicadores sociais, que avaliam a questão da qualidade de vida dos agentes locais nas propriedades; e indicadores ambientais, que apresentam a viabilidade ambiental das áreas irrigadas. E segundo Meneses (2017), o uso de indicadores sob o viés da sustentabilidade apresenta-se como uma nova ferramenta para avaliar o desenvolvimento sustentável em uma determinada atividade e/ou comunidade podendo contribuir para a identificação de um problema ou até mesmo para a busca de soluções que levem à sua reversão. Por isso, urge a necessidade de estudos para a realização de um índice de sustentabilidade para a região de Itabaiana-SE, visto que é uma região com relevância no aspecto da agricultura em seu perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

2.4 ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE

Após a definição dos indicadores a serem utilizados nas dimensões econômicas, sociais e ambientais, os indicadores devem ser mensurados, organizados por categorias e comparados de modo a se obter os índices de sustentabilidade. A escala dos índices determinados para mensurar a sustentabilidade varia de 0 a 1, de acordo com Sobral (2012) na qual: 0 – 0,20 insustentável; 0,20 – 0,40 baixa sustentabilidade; 0,40 – 0,60 média sustentabilidade; 0,60 – 0,80 potencialmente sustentável; e 0,80 - 1 sustentável. Essas escalas poderão servir de referência para ações locais, assim poderem ser utilizadas como ferramentas para os produtores locais com a finalidade de comparar e buscar sempre ao máximo a sustentabilidade das propriedades localizadas em Itabaiana-SE no perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

Com a obtenção dos parâmetros das dimensões ambientais, sociais, econômicas e energéticas, através das variáveis dos seus respectivos indicadores e após a construção do gráfico tipo radar desenvolvido e que será útil para interpretar as interações das dimensões.

Objetiva-se avaliar a capacidade do perímetro irrigado de ser sustentável ou não. Visto que não é possível avaliar apenas em um dos aspectos, mas sim sendo necessário avaliar a interação entre as dimensões e desse modo obter um ambiente local cada vez melhor para a população local e ao meio ambiente localizado no perímetro irrigado.

2.5 PERÍODO ANTROPOCENO

O período antropoceno está relacionado com a época em que o fator humano tem maior influência sobre o planeta Terra. Conforme visto por Martine (2015), outra grande ameaça que tem sido pouco alardeada, mas que poderá ter impactos tão significativos quanto as conhecidas mudanças climáticas, é a redução drástica da flora e da fauna e, portanto, da diversidade biológica. O fato de a humanidade ocupar cada vez mais espaço no planeta significa que ela tem avançado de forma danosa sobre todas as outras formas de vida ecossistêmicas da Terra, aumentando os riscos globais. Por isso, que urge a humanidade se ater mais sobre a preservação ambiental e a conservação dos ecossistemas, independentemente da localização no planeta.

O antropoceno é caracterizado como a era do planeta Terra que foi modificada pelo homem. Ou seja, trata-se de uma era geológica que teve influência direta do ser humano nas características do planeta Terra, entretanto, esse aspecto modificador do planeta está afetando o planeta e a sustentabilidade futura em virtude do grande consumo dos recursos ambientais.

Em decorrência que a demanda dos recursos naturais é maior do que a capacidade do planeta de regeneração ambiental. Então, o planeta está afetado pelas modificações das demandas humanas por recursos ambientais. E dentre as consequências ambientais do antropoceno estão o aumento do efeito estufa, devido ao aumento da liberação de Gases de Efeito Estufa (GEEs), como dióxido de carbono, gás metano e óxido nitroso. Na qual resultam no aquecimento global e geram as mudanças climáticas. Consequentemente, modificam o habitat da fauna e flora do planeta que ameaçam a sobrevivência de algumas espécies e podem causar a extinção.

E além de afetar a população como um todo, pode causar também a emigração populacional de áreas afetadas em que as pessoas atingidas pelos desastres climáticos tentam fugir de áreas desérticas e inóspitas para seres vivos, consequentemente, tornou-se uma preocupação mundial.

Outro aspecto relacionado ao período antropoceno está de acordo com a sustentabilidade social, na qual é um componente crítico da sustentabilidade global. Embora o crescimento

econômico tenha melhorado as condições de vida de bilhões de pessoas, seus frutos têm sido distribuídos de forma crescentemente desigual. Por isso, a ONU buscou desenvolver através da Agenda 2030, formas de proporcionar um melhor equilíbrio entre o desenvolvimento e a distribuição desse desenvolvimento entre os países e também para redução das desigualdades por todo o planeta. Consequentemente acarretou na criação e definição das ODS – Objetivos de desenvolvimento sustentável.

2.6 ODS – OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A ONU (Organização das Nações Unidas) apresentou para os países signatários das Nações Unidas 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, mais conhecidos como ODS, na qual buscam serem alcançadas até a Agenda 2030. E dentro desses objetivos estabelecidos está o ODS da meta 2 que é de Fome Zero. Um dos principais propósitos do segundo ODS está relacionado com acabar com a fome no mundo, além de alcançar uma produção de alimentos que seja saudável, sustentável e que tenha segurança alimentar.

Então o conceito de segurança alimentar está em produzir um alimento que seja saudável em termos nutricionais, com qualidade e que seja sustentável e que possa ser produzido sem degradar o meio ambiente e disponível para toda a sociedade. E para isso, urge que existam investimentos sustentáveis de produção como o caso da agricultura familiar e da produção orgânica. Visto que com as mudanças climáticas o desafio é cada vez maior em produzir em larga escala de modo sustentável e que consiga suprir a demanda alimentar de uma população cada vez maior em todo o mundo.

Por isso, a meta do 2º ODS (Fome Zero) quanto aos sistemas sustentáveis de produção está em aumentar a produção e a produtividade agrícola de forma sustentável e que esteja adaptado às mudanças climáticas na qual modificam as características produtivas das áreas agrícolas em todo o mundo. E a forma de aumentar a produção sustentável é por meio de técnicas agrícolas de produção diversificada e qualificada como agricultura familiar e a produção orgânica.

No Brasil, a política pública de incentivo à agricultura familiar é o PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) que são ferramentas de incentivo ao produtor familiar para produzir alimentos por linhas de créditos, financiamentos e de seguro

rural. Na qual são mantidos anualmente no Plano Safra de Agricultura Familiar do MDA (Ministério do Desenvolvimento Agrário).

E devido a urgência climática causada pelo aquecimento global, o mundo atualmente precisa produzir alimentos por meio de uma agricultura sustentável e ao mesmo tempo que produza cada vez mais, em virtude do aumento populacional. Então é necessário que exista uma preocupação ambiental na agricultura e ao mesmo tempo gerar renda e emprego para a população do campo no meio rural. E a solução para essa questão vem pela agricultura familiar e da agricultura orgânica como uma das formas de produzir com qualidade.

A agricultura familiar tem um aspecto primordial que é o da capacidade de manter a população no campo e gerar emprego e renda para as pessoas que vivem no meio rural, além de produzir alimentos de qualidade para abastecer os grandes centros urbanos com alimentos saudáveis como frutas e verduras. Esses alimentos, principalmente as hortaliças, precisam da agricultura familiar, visto que, são culturas que empregam grandes quantidades de pessoas para produzirem alimentos durante todo o ano.

As práticas agrícolas voltadas para a agricultura orgânica estão cada vez mais evidenciadas, principalmente, por causa da necessidade de produzir alimento de qualidade e que seja ao mesmo tempo sustentável. O alimento orgânico é aquele produzido sem o uso de agrotóxicos e sem o uso de fertilizantes industriais, e que utilizam o controle biológico e técnicas culturais para aumentar a fertilidade do solo e produzir com qualidade sem agredir ao meio ambiente e preservando o solo por meio de técnicas de conservação de solo para evitar a erosão.

Então, busca-se sempre a sustentabilidade ambiental, social e econômica. E a demanda por esse tipo de alimento está cada vez maior. Visto que urge na sociedade uma procura pela produção agrícola que seja feita de modo sustentável, na qual não agrida o meio ambiente e que gere renda e emprego para as famílias do campo. De modo que permita a permanência das famílias no interior e no meio rural, por meio da agricultura familiar e da agricultura orgânica que são formas de alcançar a sustentabilidade no campo.

2.7 ODS RELACIONADAS AO PERÍMETRO IRRIGADO DE POÇÃO DA RIBEIRA-SE

Os ODS são uma coleção de 17 metas globais, estabelecidas pela Assembleia Geral das Nações Unidas. Na qual ficou conhecida como Agenda 2030. Essas metas são amplas e interdependentes, mas cada uma tem uma lista separada de metas a serem alcançadas. Elas

foram ratificadas em 2015 por 193 países, essa Agenda é distribuída por 17 Objetivos – os ‘ODS, Objetivos do Desenvolvimento Sustentável’ – compostos por 169 metas que devem ser cumpridas até o ano de 2030 (MOREIRA et al., 2019).

Segundo Leon Pupo (2019), em geral as ODS, visam reduzir as desigualdades, combater as mudanças climáticas, proteger o planeta e garantir condições de vida dignas para todos os seres humanos. Cada um possui metas e indicadores que permitem focar esforços em elementos específicos e medir os resultados alcançados; os objetivos não são isolados, estão intimamente relacionados e em muitos casos o sucesso de um depende do trabalho realizado em outro.

Os ODS foram construídos em um processo de negociação mundial, que teve início em 2013 e contou com a participação do Brasil em suas discussões e definições a respeito desta agenda. O país tem se posicionado de forma firme em favor de contemplar a erradicação da pobreza como prioridade entre as iniciativas voltadas ao desenvolvimento sustentável. Os ODS são integrados, inseparáveis e aglutinam, equilibradamente, as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômica, social e ambiental. A exemplo dos ODM, seu alcance requer a participação de órgãos governamentais, da iniciativa privada e da sociedade civil (GUIMARÃES e FERREIRA, 2020).

Para abordar o tema deste trabalho que objetiva analisar os impactos sociais e ambientais no perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe foram selecionados os seguintes ODS:

2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável (Zero Hunger)

5 – Igualdade de Gênero (Gender Equality)

6 – Água Limpa e Saneamento (Clear Water and Sanitation)

Em virtude de serem temas pertinentes a abordagem por tratar do aspecto de ser uma área de produção vegetal e do uso racional da água para irrigação e produção de alimentos. Então para desenvolver a região do perímetro irrigado de Poção da Ribeira um dos aspectos fundamentais é desenvolver nessa região uma agricultura que seja sustentável e que produza alimentos de qualidade e supra as demandas internas da população local, visto que não basta apenas produzir alimento, gerar renda e não haver o retorno para a comunidade local da região produtora.

Também é necessário frisar a necessidade de igualdade ao acesso a emprego e renda nos gêneros, pois não basta haver geração de empregos para determinada parte da população local em detrimento de uma minoria que não consegue a qualificação e a inserção ao mercado de

trabalho, é o caso das mulheres locais que não conseguem a mesma empregabilidade nas propriedades rurais da mesma forma que os homens nas fazendas de fruticultura (MOTA, 2005), em que apenas o trabalho do gênero feminino se destina ao período de colheita.

Outro ponto de fundamental aspecto na abordagem é através do uso de uma fonte de água limpa e de qualidade na qual é oriunda do rio Traíras, e outro aspecto de grande importância trata-se de utilizar o recurso da hídrico da melhor forma possível, tendo em vista que na agricultura que ocorrem os maiores consumos de água para produção vegetal e a fruticultura irrigada, por conseguinte, é um dos setores que mais consomem esse recurso escasso para produção de frutas e de olerícolas na região do perímetro irrigado.

2.8 OLERICULTURA IRRIGADA NO PERÍMETRO IRRIGADO DE POÇÃO DA RIBEIRA-SE

Segundo Siqueira (2007), a produção de alimentos é o principal fator a ser considerado por uma sociedade em desenvolvimento, e sendo assim a agricultura tem um papel relevante a desempenhar quando imaginamos melhorar as ações recíprocas nos ambientes rurais voltadas para uma melhor a qualidade de vida humana como um todo. É um fato da vida real a necessidade das pessoas por alimentos e uma população crescente oferece não somente um desafio relacionado às questões ambientais, mas também uma oportunidade única para que seja promovida a cooperação entre diferentes setores para melhorar os conceitos de desenvolvimento sustentável (SIQUEIRA, 2007).

Então visto que urge a necessidade do aumento da produção de alimentos, a irrigação aparece como de fundamental importância para atender as necessidades hídricas das culturas, seja corrigindo a distribuição natural das chuvas ou modificando as possibilidades agrícolas de determinada região, a exemplo do semiárido nordestino, que se caracteriza por apresentar baixas precipitações pluviométricas e má distribuição temporal das chuvas, visando a assegurar a produção de alimentos de forma adequada (SIQUEIRA, 2007).

A região dos Tabuleiros Costeiros exerce um papel relevante no cenário econômico do Nordeste, principalmente por expressar uma grande contribuição no desenvolvimento da agropecuária local, na qual contribui para a geração de renda e emprego local (CUENCA, 2001). E um dos setores que mais empregam e apresentam importância para o desenvolvimento econômico local é a produção de olericultura. Visto que é uma região que abastece grandes

centros urbanos no estado de Sergipe, como a região de metropolitana da grande Aracaju e suas cidades vizinhas e a região do município de Itabaiana-SE.

O desenvolvimento de uma região é fundamental para a melhoria da qualidade de vida de uma determinada população e uma das formas de obter essa melhoria é através de políticas públicas que fomentem o crescimento e o desenvolvimento de determinada região através da aptidão e dos fatores geográficos que promovam esse desenvolvimento. E em relação aos impactos ambientais vale citar que o manejo racional da irrigação deve considerar os aspectos sociais, econômicos, técnicos e ecológicos de uma região (SIQUEIRA, 2007). E o local de estudo para essa pesquisa é o perímetro irrigado de Poção da Ribeira, localizado no estado de Sergipe entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca. Então é através dessa aptidão e da localização e proximidade com o rio Traíras afluente do rio Vaza Barris que resulta na possibilidade do uso para irrigação nas áreas perimetrais do município de Itabaiana para desenvolvimento e implantação de áreas agricultáveis e de culturas econômicas no local.

Desse modo, abre a possibilidade para o surgimento de uma demanda que acarretará no desenvolvimento econômico e social dessa região através do perímetro irrigado. Por outro lado, surge a necessidade de avaliar e dimensionar os impactos sociais e ambientais desse perímetro irrigado, sendo assim o objetivo deste trabalho.

2.9 REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento e meio ambiente: as estratégias de mudança da Agenda 21**. Petrópolis, Vozes, 1997.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade**: uma análise comparativa. (Tese de doutorado) defendida na Universidade de Santa Catarina, centro de Tecnológico no curso de pós-graduação em engenharia da produção. Florianópolis, novembro de 2002.

BENETTI, Luciana Borba. **Avaliação Do Índice De Desenvolvimento Sustentável (Ids) Do Município De Lages/Sc Através Do Método Do Painel De Sustentabilidade**. Florianópolis, julho de 2006. (Tese de doutorado) apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006.

BITTENCOURT, C. Tratamento de Água e Efluentes: **Fundamentos de Saneamento Ambiental e Gestão de Recursos Hídricos**. São Paulo: Érica, 2014.

BRUNACCI, A.; PHILIPPI JÚNIOR, A. Dimensão humana do desenvolvimento sustentável. In: PHILIPPI JÚNIOR, A.; PELICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. Barueri, SP: USP, 2005, p. 255- 283 (Coleção Ambiental, v. 3).

CAMINO, R.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para La Agricultura/Projeto IICA/GTZ, Serie Documentos de Programas/IICA, 38, p. 134, 1993.

CUENCA, Manuel Alberto Gutiérrez. **Importância econômica dos Tabuleiros Costeiros Nordestinos na agropecuária da região**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 28p. Série Documentos, 31. 2001.

DEPONTI, C. M.; ECKERT, C.; AZAMBUJA, J. L. B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroec. Desenvolv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 44-52, 2002.

DIAS, A. V. F. **Complexidade, desenvolvimento sustentável, comunicação**: o Programa Um Milhão de Cisterna em Comunidades do Ceará. Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Prodema), da Universidade Federal do Ceará (UFC), 2004.

GALLOPIN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators: a system approach. **Environmen. Model. Assessm.**, v.1, p.101-117, 1996.

GUIMARÃES, É.; FERREIRA, M. I. **Na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável: avaliação da pobreza hídrica na região estuarina do Rio Macaé, Macaé/RJ**. Saúde e Sociedade, v. 29, n. 2, p. e190070, 2020.

HAMMOND, A. et al. **Environmental indicators**: a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development. Washington, D.C.: World Resources Institute, 1995.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais**: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro, 2015.

LEFF, Enrique. **Racionalidade Ambiental**: A Reapropriação Social da Natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEON PUPO, Neysi Ileana et al. Investigación en la Universidad de Holguín: compromiso con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. **Rev. Actual. Investig. Educ**, San José, v.19, n.1, p.348-378, Apr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.15517/aie.v19i1.35699>.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D.. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 433–460, set. 2015.

MENÊSES, A. A. **Determinação do índice de sustentabilidade da comunidade Mem de Sá – Itaporanga d’Ajuda-SE com base em indicadores das dimensões ambiental, econômica e social**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

MOREIRA, M. R.; KASTRUP, É.; RIBEIRO, J. M.; CARVALHO, A. I. DE .; BRAGA, A. P.. O Brasil rumo a 2030? Percepções de especialistas brasileiros(as) em saúde sobre o potencial de o País cumprir os ODS Brazil heading to 2030. **Saúde em Debate**, v. 43, n. spe7, p. 22–35, 2019.

MOTA, Dalva Maria da. Trabalho regular para os homens e precário para as mulheres na produção de frutas. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.29, n.4, p.899-906, Aug. 2005.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues do. **Degradação ambiental e desertificação no nordeste Brasileiro: o contexto da Bacia hidrográfica do rio Acaraú – Ceará.** (tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em geografia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

REES, W. **Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economies leaves out.** Environment and Urbanization, v. 4, n. 2, p. 121-130, 1992.

SACHS, I. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. **Terra dos Homens.** 1ª ed. São Paulo, SP: Editora Vértice, 207p. 1986.

SANTOS FILHO, Agripino Alexandre dos. **Crise ambiental moderna: um diagnóstico interdisciplinar.** Porto Alegre - RS: Redes Editora, 2015.

SANTOS, Alane Regina Rodrigues dos. **Indicadores socioambientais do alto sertão sergipano: relações de poder e convivência com a seca.** (tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SILVA, S. S. F. da; *et al.* **Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB.** REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, nº 3 – Edição Especial Rio +20, Ago., p.76-93, 2012.

SIQUEIRA, Carlos Henrique de Goes. **Otimização dos recursos energéticos no distrito de irrigação do Platô de Neópolis.** 2007. 94 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2007.

SOUZA, Alessandra Barbosa. **A dimensão ética da sustentabilidade.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 147p., 2020.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade**: uma análise comparativa. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2006.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world**. Genebra/Suíça: WMO, 1997.

3 CAPÍTULO I: FATORES PARA MELHORIA DA SUSTENTABILIDADE NO PERÍMETRO IRRIGADO DE POÇÃO DA RIBEIRA/SE

3.1 RESUMO

O local de estudo da pesquisa é o perímetro irrigado de Poção da Ribeira, localizado entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca, o perímetro localiza-se na zona agreste do Estado de Sergipe. A agricultura familiar é a predominante em lotes, na grande maioria inferiores a 5 hectares. E dos 650 hectares irrigáveis, apenas 507 hectares são irrigados, em 466 lotes. As principais culturas são alface, batata-doce, coentro e quiabo. O objetivo principal da pesquisa foi de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade utilizando indicadores das dimensões ambiental, social econômico e técnico para indicar medidas mitigadoras que visam melhorar a eficiência do uso da água e da irrigação do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe. Os resultados obtidos a partir do índice de sustentabilidade foram considerados baixos quando analisados os aspectos sociais, econômicos, ambientais e técnicos. Quando avaliados todos os indicadores selecionados, constata-se que o resultado do perímetro é que o índice de sustentabilidade obtido é classificado como insustentável. O valor mensurado deste índice em uma escala de 0 a 100 foi de 17,61283. Para aumentar o índice de sustentabilidade obtido sugere-se a realização de campanhas de conscientização, entre elas como utilizar o controle biológico para minimizar o uso de agrotóxicos e de ações ao longo do tempo, como por exemplo, a capacitação do produtor quanto à aplicação da lâmina de água adequada para a cultura possibilitando o uso sustentável da água, capacitações para incremento de renda através da produção de culturas com maior valor econômico agregado e aptas para a região.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável. Medidas Mitigadoras. Eficiência do Uso da Água. Produtividade. Produção.

3.2 INTRODUÇÃO

Segundo Santos (2019), diante da forma que se desenvolve a humanidade, a maneira como o homem utiliza os recursos naturais causa impactos em relação ao meio ambiente, cuja prática poderá trazer limitações ao próprio processo de continuação do desenvolvimento

humano. Com efeito, é necessário que as pessoas que estão à frente das decisões sobre a relação entre progresso e sustentabilidade, tenham a possibilidade de ter ao seu alcance dados consideráveis. Neste caso isso será possível através dos indicadores, que são instrumentos que simplificam, quantificam e analisam as informações técnicas e comunicam aos diversos atores sociais a realidade em como um todo (BENETTI, 2006).

Por isso, é possível afirmar que os indicadores de sustentabilidade constituem importantes padrões que evidenciam a realidade, inserido num âmbito de multidisciplinaridade, com o propósito de oferecer informações relevantes para que as decisões sejam tomadas de forma segura (SILVA, 2012).

No dicionário o termo sustentabilidade significa: qualidade ou condição do que é sustentável, ou seja, um modelo de sistema que tem condições de se manter ou conservar. Então a sustentabilidade trata-se de utilizar os recursos naturais de modo que seu uso seja regenerado para que possa atender as demandas atuais sem comprometer as demandas das gerações futuras e de modo que preserve o meio ambiente e os seres vivos. Entretanto, essa definição de sustentabilidade exige modificar os moldes de economia vigente, mas para tanto, há a necessidade de uma transição sócio-cultural nos valores que dizem respeito ao modo do homem se relacionar com o meio ambiente (SOUZA, 2020).

Os indicadores das diversas dimensões da sustentabilidade, entre elas, econômica, social, ambiental e técnica devem ser mensurados, organizados por categorias e agrupados de modo a se obter um índice de sustentabilidade final. Uma das escalas de representação do índice de sustentabilidade determinado varia de 0 a 1, de acordo com Sobral (2012) na qual: 0 – 0,20 insustentável; 0,20 – 0,40 baixa sustentabilidade; 0,40 – 0,60 média sustentabilidade; 0,60 – 0,80 potencialmente sustentável; e 0,80 - 1 sustentável.

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a humanidade, pois está diretamente ligada com a sobrevivência dos seres vivos. Entretanto, uns dos grandes problemas atuais são a sua disponibilidade e qualidade, resultando em um produto escasso em função do aumento da demanda e muitas vezes inadequado para alguns usos.

A crescente demanda por alimentos em função do crescimento populacional indica que muitas áreas agricultáveis com regime de chuva inadequado para produção necessitam ser irrigadas. O manejo da irrigação que representa a reposição adequada de água para as plantas no momento adequado é fundamental para que este recurso possa ser utilizado de forma racional.

O local de estudo da pesquisa foi o perímetro irrigado de Poção da Ribeira, localizado entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca. A agricultura familiar é a predominante em lotes inferiores a 5 hectares. E dos 650 hectares irrigáveis do perímetro, apenas 507 hectares são irrigados e dividido em 466 lotes. As principais culturas cultivadas são alface, batata-doce, coentro e quiabo.

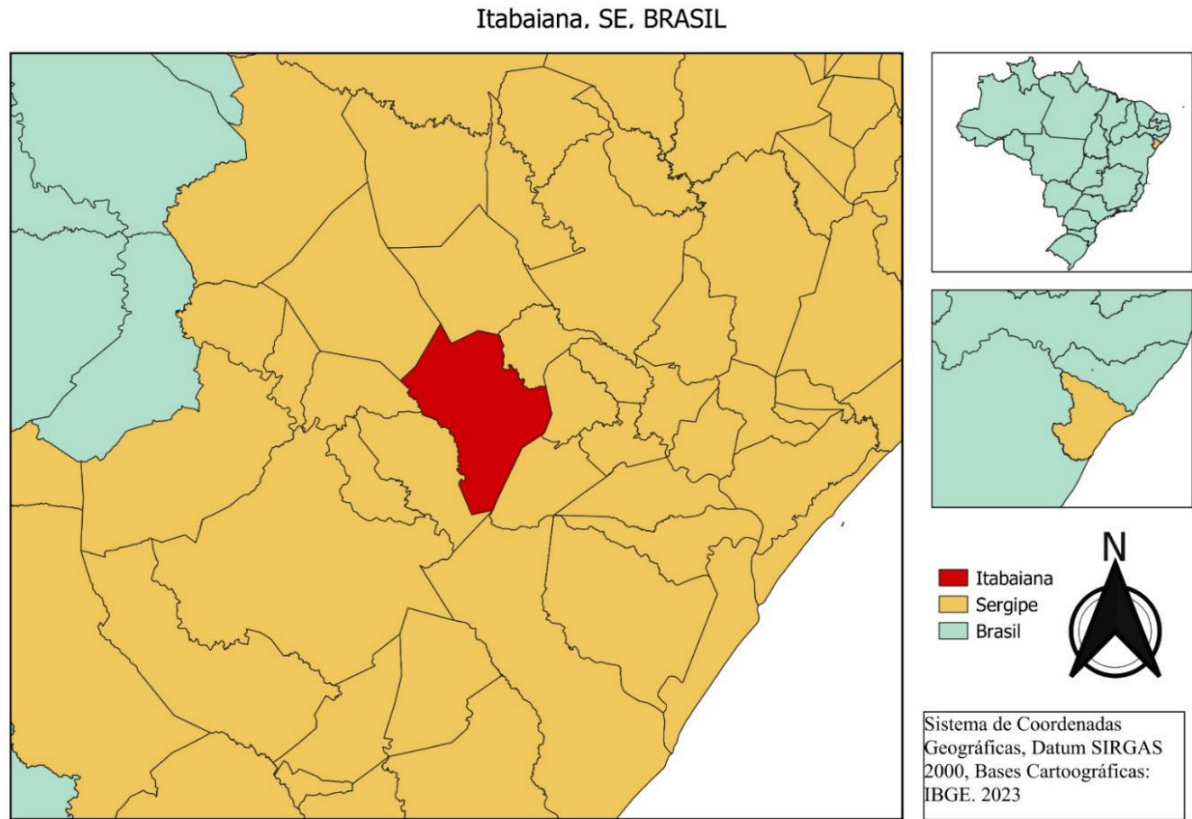
O objetivo principal da pesquisa foi de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade para indicar medidas mitigadoras que visam melhorar a eficiência do uso da água e da irrigação do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

O local de estudo da pesquisa é o perímetro irrigado de Poção da Ribeira (Figuras 1 e 2), localizado entre os municípios de Itabaiana e Areia Branca. O perímetro localiza-se na zona agreste do Estado de Sergipe, distante 59 km de Aracaju, é composto pelos povoados Cajaíba, Dendezeiro, Forno, Gandu I, Gandu II, Lagoa do Forno, Mangabeira, Mangueira, Rios das Pedras, São José e Várzea da Cancela, pertencentes ao município de Itabaiana, e os povoados Boqueirão II, Canjinha, Junco, Serra Comprida e Três Bodegas, também conhecido como Rio

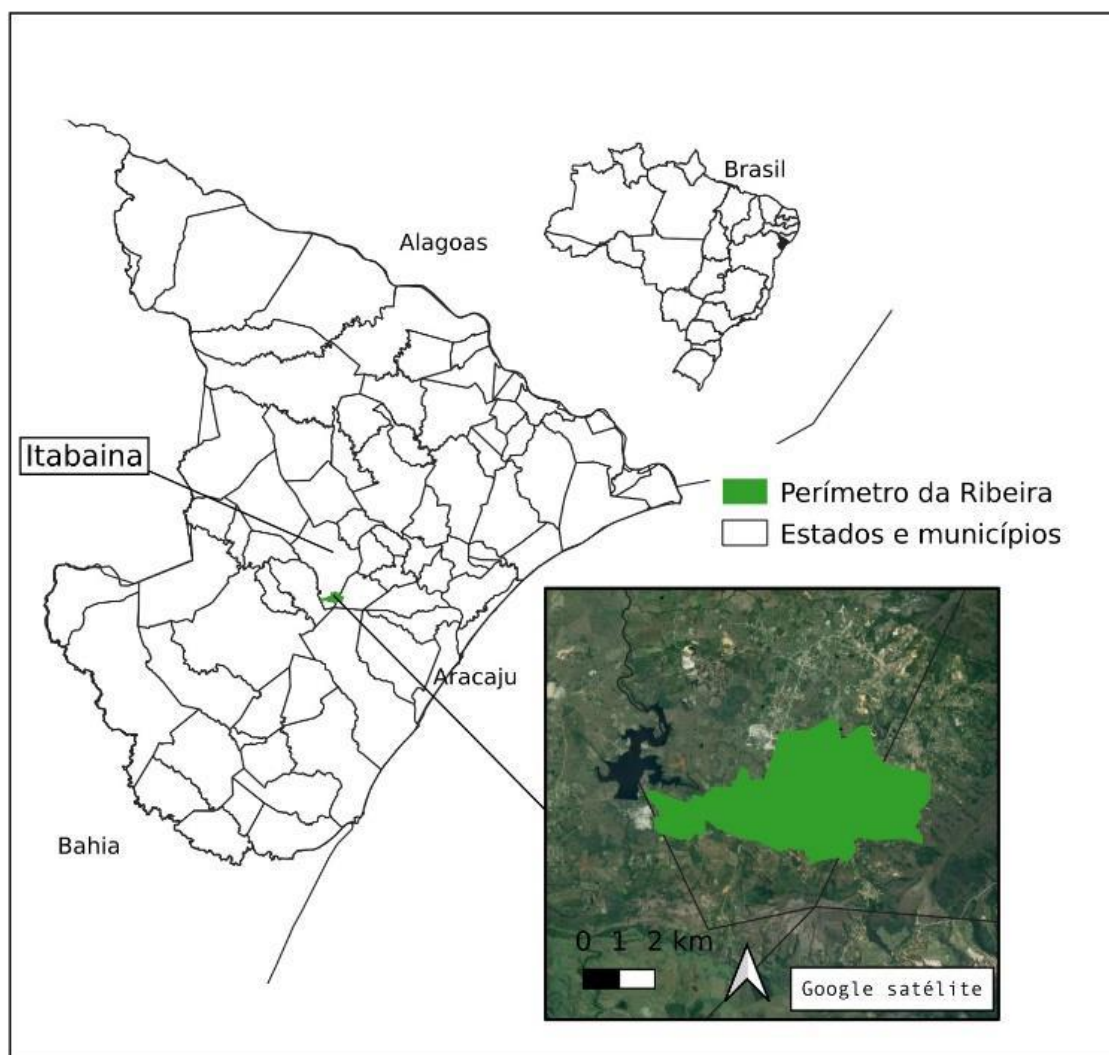
das Pedras, fazem parte do município de Areia Branca. A água utilizada para irrigação é bombeada da barragem denominada Poção da Ribeira. (CODERSE, 2023).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor, 2024.

Figura 2 - Perímetro Poção da Ribeira



Fonte: Autor, 2024.

O perímetro irrigado encontra-se dentro da bacia hidrográfica do rio Traíras, na qual faz parte da bacia hidrográfica do rio Vaza Barris, e que por sua vez, está dentro da região hidrográfica do Atlântico Leste. Ainda de acordo com a CODERSE (2023), a bacia hidrográfica do rio Traíras possui uma área de 195,34 km², localizada no município de Itabaiana, no agreste do estado de Sergipe. O perímetro irrigado Poção da Ribeira é um projeto de irrigação pública estadual, em que os estudos iniciais e de viabilidade econômico e social foram realizadas em 1984, a execução do projeto foi concluído em 1985 e teve como inauguração da obra em 1987. A área total desse perímetro irrigado é de 1.970 ha, na qual apresenta área irrigável de 650 hectares.

A agricultura familiar é a predominante em lotes, na grande maioria inferiores a 5 hectares. E dos 650 hectares irrigáveis, apenas 507 hectares são irrigados, em 466 lotes. Os

cultivos já plantados na região foram: alface, amendoim, batata doce, cebolinha, coentro, couve, feijão vargem, hortelã, maxixe, milho verde, pepino, pimentão, quiabo, salsa e tomate. Entretanto, atualmente as principais culturas são alface, batata-doce, coentro e quiabo. (CODERSE, 2023).

O sistema de irrigação predominante era o de aspersão convencional, entretanto, depois foi substituído por outros métodos de irrigação mais eficientes como localizada e de microaspersão. E, atualmente, o mais utilizado é o de microaspersão. Segundo a COHIDRO, o sistema de adução é constituído por duas estações de bombeamento (EB - 1 e EB - 2), duas adutoras de recalque, duas caixas de passagem (CP - 01 e CP - 02) e dois reservatórios. A barragem da Ribeira, construída em 1987, no rio Traíras localiza-se entre os municípios de Campo do Brito e Itabaiana, cujo intuito é de dar suporte à implementação do perímetro irrigado Poção da Ribeira e desenvolver a economia local. E a partir de 1998, a DESO (Companhia de Saneamento de Água de Sergipe) iniciou a captação de água na barragem para abastecimento humano.

A irrigação é feita diariamente nas quais as duas estações de bombeamento (EB – 1 e EB – 2) são totalmente pressurizadas. A EB - 1 apresenta 4 motores de 250 cv. Já no caso da EB – 2 são 4 motores mas quais 3 são de 500 cv e 1 de motor de 600 cv. Na adutora principal (T1) a água é distribuída pressurizada para 63 produtores e nos ramais T1 (os demais 319 produtores) e T2 (147 produtores). Totalizando 466 produtores no ano de 2022. O turno de rega do perímetro é diário, sendo das 05h até às 17h divididos em 2 momentos: 05h até 11h e e de 11h até 17h. O produtor que recebe água pela manhã, no dia seguinte recebe pela tarde e vice versa. Inicialmente o projeto de irrigação do perímetro irrigado foi dimensionado para irrigação por aspersão convencional (Aspersor de impacto ZE 30), com vazão de 1540 l/h e pressão de serviço de 25 m.c.a., sendo permitido até 6 aspersores por propriedade.

Então, a partir do ano de 2006 foi implementada no perímetro irrigado uma substituição nos sistemas de irrigação, substituindo a irrigação de aspersão para irrigação localizada por microaspersão. Dentre os produtores locais, apenas um ainda mantém o sistema de irrigação por aspersão convencional. Todos os outros demais produtores utilizam o sistema de

microaspersão com a vazão de 50 a 52 l/h e pressão de 15 m.c.a, com espaçamento entre micro de 4m x 4m.

A coleta de dados para obtenção dos resultados ocorreu entre o período de agosto de 2023 a outubro de 2023, na qual foram realizadas entrevistas nas propriedades do perímetro de Poção da Ribeira.

Ao todo foram realizadas 82 entrevistas com perguntas relacionadas aos aspectos ambientais, sociais e econômicos das áreas produtivas. O resultado obtido serviu de base para

a determinação do índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira. A amostra (número de entrevistas) foi definida utilizando o modelo proposto por Barbetta (2006).

$$n_0 = \left(\frac{1}{E}\right)^2 \quad (1)$$

$$n = \left(\frac{n_0 \times P}{n_0 + P}\right) \quad (2)$$

em que:

E = erro amostral (10% ou 0,10);

n_0 = valor original do indicador n ;

P = população (466 lotes); e

n = amostra;

Dentre os indicadores escolhidos estão, indicadores das dimensões ambiental, social, econômica e técnica. A Tabela 1 apresenta os indicadores utilizados nos questionários.

Tabela 1 - Indicadores selecionados para determinação de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

INDICADORES AMBIENTAIS

Realiza Compostagem	IA1
Devolução de embalagens vazias de agrotóxicos	IA2
Incorporação de restos culturais no solo	IA3
Coleta de Esgoto ou Fossa	IA4
Controle Biológico para minimizar uso de agrotóxicos	IA5

INDICADORES SOCIAIS

Grau de escolaridade	IS1
Presença de Assistência Técnica na Propriedade	IS2
Acesso à cursos de capacitação	IS3

INDICADORES ECONÔMICOS

Renda Familiar	IE1
Custo com Fertilizantes Minerais	IE2
Custo com Análises de solo	IE3

INDICADORES TÉCNICOS

Uso de EPI na Aplicação de Agrotóxico	IT1
Tipo de Sistema de Irrigação	IT2
Manejo da Irrigação	IT3

Fonte: Autor, 2024.

Para cada indicador acima foi observado à resposta e a partir da definição do critério de sustentabilidade e insustentabilidade foi inicialmente calculado o percentual e posteriormente

calculado a média ponderada. O percentual da resposta é calculado através da relação do número de vezes que uma alternativa foi escolhida com o número total de entrevistados (82). Como para cada indicador existe um percentual para o critério sustentabilidade e um percentual para o critério insustentabilidade posteriormente foi calculado a média ponderada destes dois percentuais transformando o resultado para um único valor. Quando um indicador apresentou o percentual do critério insustentabilidade maior que 50%, a média ponderada foi ajustada, considerando a média ponderada final como 100% menos a média ponderada inicialmente calculada. Segundo Faccioli, Gomes, 2021, p. 559, “indicador considerado insustentável deve apresentar uma média ponderada final menor que 50% para que possa ser comparado com outros e não indicasse uma condição de sustentabilidade, ou seja, maior que 50%”.

Para o IA1 (realiza compostagem) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, para o IA2 (devolução de embalagens vazias de agrotóxicos) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, para o IA3 (incorporação de restos culturais no solo) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, para o IA4 (coleta de esgoto ou fossa) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim e para o IA5 (controle Biológico para minimizar uso de agrotóxicos) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim.

Para o IS1 (grau de escolaridade) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi “pelo menos ensino médio incompleto”, para o IS2 (presença de assistência técnica na propriedade) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim e para o IS3 (acesso a cursos de capacitação) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim.

Para o IE1 (renda familiar) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi renda familiar superior a três salários mínimos, para o IE2 (custos com fertilizantes minerais) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, pois sem fertilizantes a produtividade seria afetada tornando a atividade com baixo ou nenhum retorno financeiro e para o IE3 (custos com análise de solo) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, pois a análise de solo permite correção química do solo adequada para o plantio e o desenvolvimento da espécie cultivada.

Para o IT1 (uso de EPI na Aplicação de Agrotóxico) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi sim, para o IT2 (tipo de sistemas de irrigação) foi considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi “utilização de sistema de irrigação por microaspersão ou por gotejamento”. Os sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento são os que apresentam a maior eficiência do uso da água e para o IT3 (manejo da irrigação) foi

considerado sustentável quando a resposta para esta pergunta foi que a lâmina de água aplicada pelo sistema de irrigação representava a demanda hídrica da planta. Ou seja, a quantidade de água aplicada na planta foi a ideal para a cultura produzida.

O critério das escolhas dos indicadores foram estabelecidas após visitas técnicas preliminares no perímetro irrigado. E após as entrevistas preliminares, foram selecionadas os indicadores mais condizentes com as características do perímetro irrigado de Poção da Ribeira-SE. Então, após a escolha dos indicadores foram realizadas as visitas técnicas para as entrevistas com os 82 irrigantes do perímetro.

Outro aspecto analisado no perímetro irrigado está relacionado com a necessidade de um novo dimensionamento do sistema de irrigação para a região. Visto que, desde 2006, pouco foi feito para atualizar e modernizar a irrigação do perímetro. Desse modo, os irrigantes estão engessados no aspecto de escolha mais eficiente de irrigação para o local, então, tornam-se dependentes da gestão da COHIDRO na irrigação e ficam impossibilitados de irrigar quando querem, consequentemente, ficam na dependência dos dias e horários estabelecidos pela COHIDRO para a região.

Então, urge a necessidade de modernização e atualização do acordo entre a COHIDRO que é o gestor da irrigação do local com os irrigantes do perímetro e por meio de pesquisa e análise de projeto para a região feito por pesquisadores, demanda-se um novo planejamento para o perímetro de Poção da Ribeira. Justamente para melhoria da produção local e aumento da competitividade local para produção agrícola.

O índice de sustentabilidade foi obtido calculando-se o valor da área conformada pelas variáveis (indicadores) quando plotadas em um gráfico do tipo radar, metodologia proposta por Calorio (1997), adaptada por Faccioli e Gomes (2021). Cada um dos eixos do gráfico corresponde a um indicador, cujos aumentos de valores significam maiores valores de sustentabilidade. Calorio (1997) recomenda os seguintes passos:

a) Transformação dos valores dos indicadores: visa padronizar os valores dos indicadores para vpn, conforme descrito abaixo, eliminando os efeitos de escala e de unidade

de medida, uma vez que representam indicadores diferentes, o que assegura que cada um deles tenha o mesmo peso relativo na determinação do índice:

$$vp_n = \frac{5 + (x_n - \bar{x})}{s} \quad (3)$$

Em que:

vp_n = valor do indicador n padronizado;

x_n = valor original do indicador n;

$\bar{x}$ = valor médio de todos os indicadores;

S = desvio-padrão para todos os indicadores; e

5 = constante acrescentada por CALORIO (1997).

b) Cálculo da área de cada triângulo identificado no gráfico (S_n), a partir do valor padronizado de dois indicadores adjacentes e do ângulo definido no passo anterior (b):

b1) Obtenção do lado desconhecido do triângulo:

$$d_n = \sqrt{(vp_n)^2 + (vp_{n+1})^2 - 2 \times (vp_n \times vp_{n+1}) \times \cos \alpha} \quad (4)$$

em que:

d_n = lado desconhecido do triângulo;

vp_n e vp_{n+1} = valores padronizados dos indicadores n e n+1; e

α = ângulo formado entre dois indicadores ($360^\circ / n^\circ$ de indicadores)

b2) Cálculo do semiperímetro do triângulo:

$$p_n = \frac{vp_n + vp_{n+1} + d_n}{2} \quad (5)$$

em que

p_n = semiperímetro do triângulo n ;
 vp_n , vp_{n+1} e d_n = lados do triângulo.
 b3) Cálculo da área do triângulo:

$$S_n = \sqrt{p_n(p_n - vp_n) \times (p_n - vp_{n+1}) \times (p_n - d_n)} \quad (6)$$

c) Cálculo do índice de sustentabilidade (IS):

$$IS = \sum_{n=1}^N S_n \quad (7)$$

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 são apresentados os valores dos indicadores em médias ponderadas, os valores de V_{pn} (valor de cada eixo, devidamente adimensionalizado), pela metodologia de Calório (1997) do Perímetro irrigado Poção da Ribeira.

Os resultados obtidos foram abaixo do esperado e do ideal para o perímetro irrigado de Poção da Ribeira, mas também são valores justificados por causa da falta de investimentos na região para o sistema de irrigação, visto que a última modernização ocorreu em 2006, então está defasada. Além da falta de assistência técnica por parte dos órgãos públicos e de capacitações para os produtores locais. Também carecem de acompanhamento para melhoria de indicadores econômicos e sociais na região, por isso, ressalta-se a importância do trabalho

realizado durante a pesquisa para promover as melhorias na região do perímetro de Poção da Ribeira-SE.

Tabela 2 - Índices e valores dos indicadores em médias ponderadas (Mp) e de Vpn (valor de cada eixo adimensionalizado), obtidos pela metodologia de Calório (1997), do Perímetro irrigado Poção da Ribeira.

DESCRIÇÃO	Índice	Mp	Vpn
Indicadores ambientais			
Realiza Compostagem	IA1	38,10	4,19704
Devolução de embalagens vazias de agrotóxicos	IA2	70,11	5,58792
Incorporação de restos culturais no solo	IA3	49,52	4,69324
Coleta de Esgoto ou Fossa	IA4	45,72	4,52796
Controle Biológico para minimizar uso de agrotóxicos	IA5	13,56	3,13061
Indicadores sociais			
Grau de escolaridade	IS1	39,26	4,24745
Presença de Assistência Técnica na Propriedade	IS2	48,54	4,65076
Acesso à cursos de capacitação	IS3	40,36	4,29528
Indicadores econômicos			
Renda Familiar	IE1	2,41	2,64587
Custo com Fertilizantes Minerais	IE2	57,61	5,04501
Custo com Análises de solo	IE3	17,61	3,30641
Indicadores técnicos			
Uso de EPI na Aplicação de Agrotóxico	IT1	50,48	4,73478
Sistema de Irrigação	IT2	88,55	6,38936
Lâmina de água aplicada adequada	IT3	19,54	3,39043
Média		41,53	
Desvio Padrão		23,01	

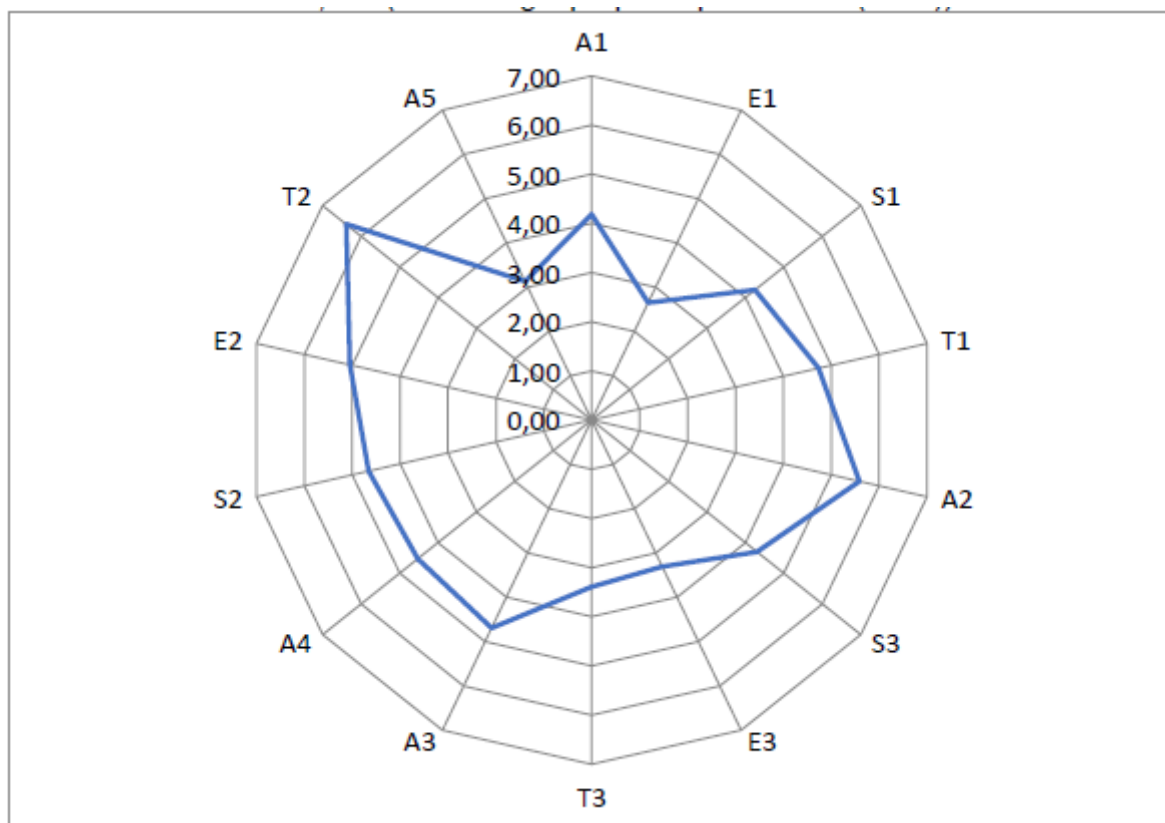
Fonte: Autor, 2024.

O Gráfico 1 apresenta o gráfico tipo radar com os valores obtidos dos indicadores das dimensões ambiental, econômica, social e técnica utilizando a metodologia proposta por Calório (1997).

Os resultados obtidos no Gráfico 1 apresentaram o resultado global da pesquisa realizada, entretanto, o mesmo apresenta-se abaixo de valores ideais para a região do estudo da pesquisa. Por isso, urge a necessidade de apresentar fatores que poderão proporcionar melhorias nas condições locais para os produtores do perímetro de Poção da Ribeira-SE. Inclusive, para melhoria de renda local, visto que, foi o aspecto analisado que apresentou o menor valor dentre os avaliados durante a pesquisa. Pois a renda média local foi um pouco acima da renda de 1 salário mínimo. Desse modo, conclui da necessidade de melhoria de aspectos econômicos para

os produtores locais de poção da Ribeira por meio de ações como melhoria de produtividade e de comercialização da produção da região, além da necessidade de diversificação das culturas produzidas na região para sair do padrão de produzir apenas batata doce e coentro.

Gráfico 1 – Gráfico tipo radar com os indicadores mensurados no perímetro de Poção da Ribeira, SE, metodologia proposta por Calorio (1997).

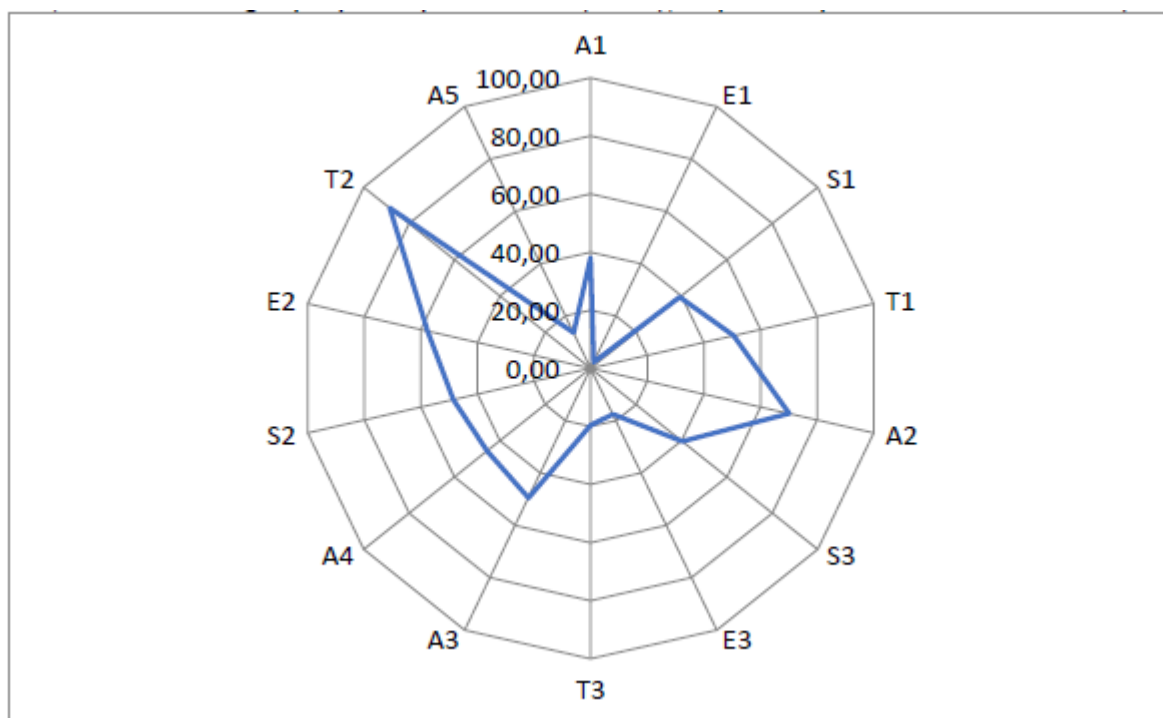


Fonte: Autor, 2024.

Quando analisa o gráfico 2, em comparação com gráfico 1, esse foi ajustado pela metodologia de Faccioli e Gomes (2021), então os valores absolutos foram transformados em

uma unidade adimensional e proporcional a mínima e máxima de 0 a 100, desse modo, facilita a comparação entre os indicadores analisados na pesquisa.

Gráfico 2 – Gráfico tipo radar com os indicadores mensurados no perímetro de Poção da Ribeira, SE metodologia proposta por Calorio (1997), adaptada por Faccioli e Gomes (2021).



Fonte: Autor, 2024.

A constante adotada na fórmula do cálculo do V_{pn} , para que esta não apresentasse valores negativos, foi 100. Quanto ao posicionamento de cada eixo, foi definido através de um arranjo fatorial. Importante afirmar que qualquer outro arranjo de posicionamento dos indicadores selecionados não alterariam o resultado do índice final encontrado. Permitiram apenas análises e discussões específicas para cada indicador e suas inter-relações.

Analisando-se os indicadores isoladamente, observa-se na Tabela 2 que a maioria se enquadra na insustentabilidade (IA1, IA3, IA4, IA5, IS1, IS2, IS3, IE1, IE3 e IT3), pois seus valores em médias ponderadas foram inferiores a 50%. Apenas 4 (quatro) indicadores são apresentados como sustentáveis para o perímetro irrigado Poção da Ribeira – IA2, IE2, IT1 e IT2. Importante salientar que dois destes quatro indicadores sustentáveis estão concentrados na dimensão técnica, indicando que a EMDAGRO (Empresa de Desenvolvimento Agropecuário

de Sergipe) tem desenvolvido assistência técnica satisfatória junto ao perímetro apesar da limitação de recursos financeiros e de técnicos disponíveis para a prestação desta assistência.

Pela Tabela 2 o indicador que apresentou a condição mais insustentável foi o indicador econômico IE1 (renda familiar), porém é importante salientar que para essa pesquisa foi considerado uma situação de insustentabilidade quando a renda familiar era inferior a 3 (três) salários mínimo.

Analisando as inter-relações entre dois indicadores sequenciais observa-se pelos Gráficos 1 e 2 e pela Tabela 2 que a menor área do triângulo (área mais limitante) formado por dois indicadores sequenciais são: dos indicadores representados pelo IA1 (realiza compostagem) com IE1 (renda familiar), cujo valor encontrado em Sn (área de cada triângulo identificado no gráfico) foi 2,40337 e dos indicadores representados pelo IE3 (custo com análises de solo) com IT3 (lâmina de água aplicada adequada), cujo valor encontrado em Sn (área de cada triângulo identificado no gráfico) foi 2,43196. Esta análise permite identificar as situações de maior insustentabilidade (menores áreas) e, portanto as ações mitigadoras e de promoção da sustentabilidade deverão inicialmente serem voltadas para melhoria destes indicadores e suas inter-relações.

A Tabela 3 apresenta as áreas mais limitantes (AmL).

Tabela 3 - Valor das menores áreas (CALORIO, 1997) [ISC], área mais limitante (AmL), para o Perímetro Irrigado Poção da Ribeira.

Local	Valor área (Sn)	AmL
Perímetro Irrigado Poção da Ribeira	2,40337	IA1/IE1
	2,43196	IE3/IT3

Fonte: Autor, 2024.

Deve-se observar também pela Tabela 4 que o segundo pior indicador foi o IA5 (controle biológico para minimizar o uso de agrotóxico) que apresentou uma média ponderada de 13,56, porém suas inter-relações com os indicadores sequenciais escolhidos para a composição do gráfico de radar (Gráficos 1 e 2) não foram as mais limitantes.

A Tabela 4 apresenta o índice de sustentabilidade (IS) considerando as médias ponderadas como valor de Vpn (Calório 1997) e o índice de sustentabilidade em escala de 0 a

100% (IS₀₋₁₀₀) (Método Modificado por Faccioli e Gomes 2021), para o Perímetro Irrigado Poção da Ribeira.

Tabela 4. Índice de sustentabilidade (IS) considerando as médias ponderadas como valor de Vpn (Calório 1997) e Índice de sustentabilidade em escala de 0 a 100% (IS₀₋₁₀₀) (Método Modificado por Faccioli e Gomes 2021), para o Perímetro Irrigado Poção da Ribeira

Local	IS	IS ₀₋₁₀₀
Perímetro Irrigado Poção da Ribeira	57,57979	17,61283

Fonte: Autor, 2024.

O valor final do índice de sustentabilidade mensurado (que representa a área formada no interior do polígono) utilizando a metodologia proposta por Calório (1997) foi de 57,57979. Nesta metodologia o valor do índice de sustentabilidade varia de zero a infinito, ou seja, não é possível classificar o nível de sustentabilidade, porém é possível identificar quais os indicadores e suas correlações apresentam a necessidade de ações prioritárias mitigadoras.

O valor final do índice de sustentabilidade mensurado (que representa a área formada no interior do polígono) utilizando a metodologia proposta por Calório (1997), adaptada por Faccioli e Gomes (2021), foi de 17,61 em uma escala que varia entre 0 e 100. Este valor permite classificar a sustentabilidade do perímetro irrigado Poção da Ribeira considerando os indicadores utilizados nesta pesquisa como ruim ou insustentável segundo Sobral (2012).

Resultado semelhante foi encontrado no perímetro irrigado Ayres de Souza, localizado no Vale do Acaraú, Ceará. Cujo índice de sustentabilidade estimado registrou uma situação de sustentabilidade fragilizada ou de insustentabilidade reversível (CARNEIRO NETO, 2008). Silva et al., 2024 calculando o índice de sustentabilidade como proposta para avaliação socioambiental do desempenho do tribunal de justiça estadual de Alagoas-Brasil utilizando a metodologia proposta por Calório (1997) e a adaptada por Faccioli e Gomes (2021), com indicadores das dimensões ambiental, econômica e social encontrou um índice final de 20,24 em uma escala de 0 a 100. De forma semelhante a presente pesquisa, Meneses (2017), Leite (2017), Foppel (2018), Santos (2019) e outros, determinaram o índice de sustentabilidade utilizando da mesma metodologia utilizada neste trabalho, verifica-se portanto, que esta

metodologia permite elucidar realidades positivas e fragilidades considerando diversas dimensões da sustentabilidade.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para aumentar o índice de sustentabilidade obtido sugere-se a realização de campanhas de conscientização, entre elas como utilizar o controle biológico para minimizar o uso de agrotóxicos e de ações ao longo do tempo, como por exemplo, a capacitação do produtor quanto à aplicação da lâmina de água adequada para a cultura possibilitando o uso sustentável da água, capacitações para incremento de renda através da produção de culturas com maior valor econômico agregado e aptas para a região e capacitação para realização de coleta de solo para análise permitindo a correta recomendação de adubação nas propriedades rurais. Acrescido a estas campanhas e ações, o apoio governamental apresentando políticas públicas para o Perímetro é fundamental. Fato esse corrobora com Holanda et al. (2024) na qual afirma que os gastos públicos podem influenciar a trajetória de desenvolvimento de um país, incentivando a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

O conhecimento do índice de sustentabilidade é fundamental para nortear ações mitigadoras dos gargalos encontrados e especificamente nesse trabalho promover o uso racional do recurso água e aumentar a rentabilidade dos produtores.

Sugere-se também em pesquisas futuras que o índice de sustentabilidade possa ser mensurado novamente utilizando uma amostra maior, ou seja, diminuindo o erro amostral para 1% ou de 5%, lembrando que para esta pesquisa foi utilizado um erro amostral de 10%.

3.6 REFERÊNCIAS

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 6 ed. Ed. UFSC, 2006.

BENETTI, Luciana Borba. **Avaliação Do Índice De Desenvolvimento Sustentável (Ids) Do Município De Lages/Sc Através Do Método Do Painel De Sustentabilidade**. Florianópolis, julho de 2006. (Tese de doutorado) apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2006.

CALORIO, Cláudia Maria. **Análise de sustentabilidade em estabelecimentos agrícolas familiares no vale do Guaporé- MT**. Cuiabá: UFMT, 105p. 1997. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Faculdade de Agricultura e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá. 1997.

CARNEIRO NETO, J. A. et al. **Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza**. Ciência e Agrotecnologia, v. 32, n. 4, p. 1272–1279, jul. 2008.

CODERSE. **Companhia de Desenvolvimento e Recursos Hídricos de Irrigação de Sergipe**. 2023 Acessado em: 20 de dezembro 2023. <https://coderse.se.gov.br/perimetros/perimetros-irrigados/perimetro-irrigado-pocao-da-ribeira-itabaiana-se/>

FACCIOLI, G. G.; GOMES FILHO, R. R. Índice de sustentabilidade: contribuições das ciências ambientais na agricultura irrigada. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (Org). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico** [recurso eletrônico]. Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. p. 549-568.

FOPPEL, Ernesto Frederico da Costa. **Determinação de um índice de sustentabilidade no estuário do rio Vaza-Barris, litoral sul do Estado de Sergipe**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2018.

HOLANDA, T. C.; RICARTE, T. L.; OLIVEIRA, F. M.; KLOECKNER, N. V. da R.; RIBEIRO, K. V. **Classificação e avaliação dos gastos públicos ambientais: um ensaio teórico**. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 3023–3038, 2024.

LEITE, Danielle Thaís Barros de Souza. **Indicadores de sustentabilidade: subsídios para o gerenciamento da logística reversa de pós-consumo de pneus inservíveis no município de**

Aracaju/SE. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

MENÊSES, Amanda Alcântara. **Determinação do índice de sustentabilidade da Comunidade Mem de Sá – Itaporanga D’Ajuda/SE – com base em indicadores das dimensões ambiental, econômica e social.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

SANTOS, Alane Regina Rodrigues dos. **Indicadores socioambientais do alto sertão sergipano: relações de poder e convivência com a seca.** (tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SILVA, C. S. ; **FACCIOLI, G. G.** ; GOMES FILHO, R. R. ; DOS SANTOS, A. R. R. ; PINTO JUNIOR, E. S. ; MACHADO, T. P. . Sustainability Index as A Proposal for Socio-Environmental Evaluation of The Performance of The State Court of Justice of Alagoas-Brazil. RGSA (ANPAD), v. 18, p. e04782, 2024.

SILVA, S. S. F. da; *et al.* **Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB.** REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, nº 3 – Edição Especial Rio +20, Ago., p.76-93, 2012.

SOBRAL, Ivana Silva; ALMEIDA, José Antônio P. de. E GOMES, Laura Jane. **Indicadores de sustentabilidade e ecologia da paisagem:** Planejamento e gestão ambiental em assentamentos de reforma agrária. Novas edições acadêmicas, 2012.

SOUZA, Alessandra Barbosa. **A dimensão ética da sustentabilidade.** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 147p., 2020.

4 CAPÍTULO II: DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE NO PERÍMETRO IRRIGADO POÇÃO DA RIBEIRA EM SERGIPE

4.1 RESUMO

Este artigo apresenta a metodologia utilizada para determinar Índice de Sustentabilidade de um perímetro irrigado localizado no município de Itabaiana-SE. Por isso, o objetivo principal do trabalho é de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade que visa melhorar a eficiência do uso da água e da irrigação do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe. Ao todo foram determinadas quatro dimensões para serem analisadas no estudo, essas quatro dimensões do Índice de Sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira são, respectivamente, indicadores ambientais, indicadores sociais, indicadores econômicos e indicadores técnicos. A coleta de dados para obtenção dos resultados ocorreu entre o período de agosto de 2023 a outubro de 2023, na qual foram realizadas entrevistas nas propriedades do perímetro de Poção da Ribeira. Ao todo foram realizadas 82 entrevistas, nas quais foram respondidas através de um questionário de perguntas relacionadas aos aspectos ambientais, sociais e econômicos das áreas produtivas. Na qual o valor final do índice de sustentabilidade foi de 17,61283. Em uma escala que varia entre 0 e 100. Consequentemente, o valor obtido foi bastante baixo para o perímetro irrigado, justamente apresentando os problemas e falhas decorrentes do local investigado na pesquisa. Por isso, afirma-se que o local apresenta pelo critério de sustentabilidade um valor muito baixo tornando-se insustentável ao longo dos anos.

Palavras-Chaves: uso de água, eficiência, irrigação, indicadores ambientais, dimensão.

4.2 INTRODUÇÃO

O perímetro irrigado de Poção da Ribeira apresenta como característica marcante o aspecto de ser um perímetro irrigado próximo ao município de Itabaiana no Estado de Sergipe. Então, o objetivo principal do trabalho é de mensurar e determinar o índice de sustentabilidade que visa melhorar a eficiência do uso da água e da irrigação do perímetro irrigado Poção da Ribeira em Sergipe.

Os indicadores são fundamentais para guiar e orientar na tomada de decisão, visto que facilitam o processo da tomada de decisão e auxiliar na mensuração de desempenhos de políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável (FRAINER et al., 2017). De acordo com Pereira (2016), os indicadores são como um espelho da realidade, na qual reflete de forma fiel

a situação. Ou, sendo ainda mais preciso, os indicadores seriam como uma fotografia, que permite uma visão geral, ainda que reduzida a poucos parâmetros, mas que seja passível de utilização e análise para a tomada de decisão.

O presente artigo busca definir os indicadores de sustentabilidade que são mais apropriados para o perímetro irrigado de Poção da Ribeira e apresentar a metodologia utilizada para o estudo da área de pesquisa. Além de detalhar a importância de cada parâmetro analisado para melhor compreensão do perímetro estudado.

Ao todo foram determinadas quatro dimensões para serem analisadas no estudo, essas quatro dimensões do Índice de Sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira são, respectivamente, indicadores ambientais, indicadores sociais, indicadores econômicos e indicadores técnicos, e se apresentam conforme o quadro da tabela 5. Os indicadores foram selecionados após pesquisa de campo no local da área em estudo e após pesquisas relacionadas ao tema proposto. Além de que a estrutura dos indicadores deve levar em consideração, dentro de cada dimensão, temas que possam selecionar um número mínimo de indicadores para que um determinado tema possa ser explorado (FRANER et al., 2017). Consequentemente foram escolhidas entre 3 e 5 indicadores por dimensão relacionada à pesquisa.

Ainda de acordo com Pereira (2016), os indicadores objetivam explicitar uma realidade em análise, em que fornecem subsídios para sua explicação. Também auxilia na função de controle, visto que permite o monitoramento da realidade estudada, além de transformar leituras qualitativas, abstratas e subjetivas em análises quantitativas, concretas e objetivas, facilitando a compreensão e permitindo a medição. E também se apresentar como medida padronizada. Em que fornece informações para a tomada de decisão por parte de gestores e de pessoas interessadas do local de estudo da pesquisa.

Consequentemente, é fundamental que exista o uso de indicadores que sejam capazes de mensurar o desempenho em diversos aspectos e consequentemente gerar um índice para acompanhar e monitorar determinada região geográfica.

Por isso, o trabalho em estudo surge como de grande importância para a região do perímetro irrigado de Poção da Ribeira, em que os resultados obtidos servirão para subsidiar órgãos públicos, produtores locais e instituições de pesquisa para melhoria local de aspectos econômicos, sociais, técnicos e ambientais voltadas para o perímetro irrigado.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de dados para obtenção dos resultados ocorreu entre o período de agosto de 2023 a outubro de 2023, na qual foram realizadas entrevistas nas propriedades do perímetro de Poção da Ribeira. Ao todo foram realizadas 82 entrevistas, nas quais foram respondidas através de um questionário de perguntas relacionadas aos aspectos ambientais, sociais, técnicos e econômicos das áreas produtivas (Figura 3). O resultado obtido serviu de base para a determinação do índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

Figura 3 – Aplicação de questionário para entrevista em Poção da Ribeira-SE.

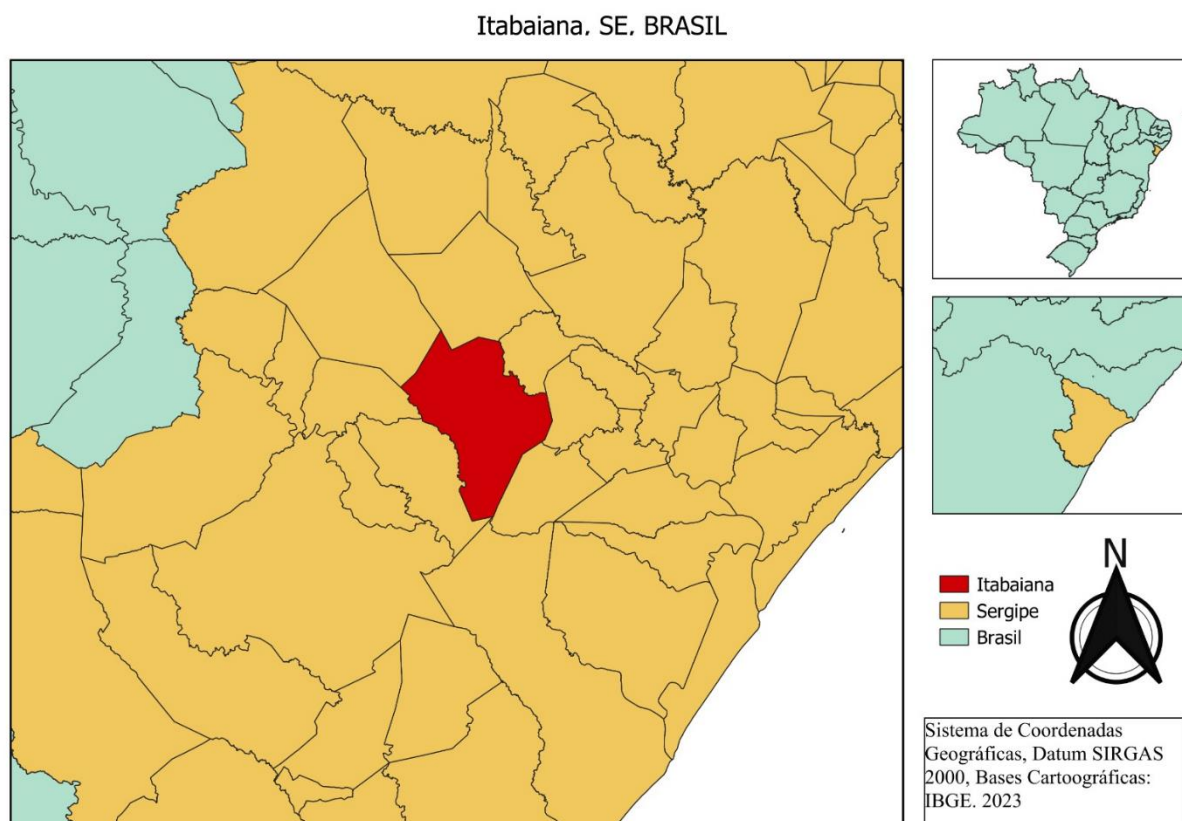


Fonte: Autor, 2023.

Área de Estudo

O local de estudo da pesquisa é o perímetro irrigado de Poção da Ribeira, localizado entre os municípios de Itabaiana (Figura 4) e Areia Branca, cujo fornecedor de águas com o seu manancial é a barragem de Poção da Ribeira. O perímetro localiza-se na zona agreste do Estado de Sergipe, distante 59 km de Aracaju, é composto pelos povoados Cajaíba, Dendezeiro, Forno, Gandu I, Gandu II, Lagoa do Forno, Mangabeira, Mangueira, Rios das Pedras, São José e Várzea da Cancela, pertencentes ao município de Itabaiana. E os povoados Boqueirão II, Canjinha, Junco, Serra Comprida e Três Bodegas, também conhecido como Rio das Pedras, fazem parte do município de Areia Branca (CODERSE, 2023).

Figura 4 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autor, 2023.

O perímetro irrigado encontra-se a uma distância aproximada de 13 km do município de Itabaiana. E a bacia hidrográfica do perímetro encontra-se dentro da bacia do rio Traíras, na qual faz parte da bacia do rio Vaza Barris, e que por sua vez, está dentro da região hidrográfica

do Atlântico Leste. E no caso da bacia de Vaza Barris, são catorze municípios que integram parcialmente ou totalmente a bacia, sendo os principais tributários os rios Tinguê e Tejupeba (na margem direita) e os rios Traíras, Salgado e Riacho da Lomba (na margem esquerda).

Ainda de acordo com a CODERSE (2023), a bacia hidrográfica do rio Traíras possui uma área de 195,34 km², localizada no município de Itabaiana, no agreste do estado de Sergipe. O perímetro irrigado Poção da Ribeira é um projeto de irrigação pública estadual, em que os estudos iniciais e de viabilidade econômico e social foram realizadas em 1984, a execução do projeto foi concluído em 1985 e teve como inauguração da obra em 1987. A área total desse perímetro irrigado é de 1.970 ha, na qual apresenta área irrigável de 650 hectares.

A agricultura familiar é a predominante em lotes, na grande maioria inferiores a 5 hectares (Figura 5). E dos 650 hectares irrigáveis, apenas 507 hectares são irrigados, em 466 lotes. E dentre os cultivos já plantados na região foram: alface, amendoim, batata doce, cebolinha, coentro, couve, feijão vargem, hortelã, maxixe, milho verde, pepino, pimentão, quiabo, salsa e tomate. Entretanto, atualmente as principais culturas são alface, batata-doce, coentro e quiabo. (CODERSE, 2023).

Figura 5 – Perímetro Irrigado de Poção da Ribeira-SE



Fonte: Autor, 2023.

Escolha dos Indicadores

De acordo com Bellen (2002) os indicadores têm por objetivo fundamental reunir e dimensionar informações de forma que sua relevância fique mais evidente. Os indicadores são responsáveis por facilitar as informações sobre acontecimentos ou fatos de grande complexidade e de difícil entendimento, em informações que facilitem o procedimento de comunicação. Outro aspecto relevante dos indicadores segundo Andrade (2007) é de gerar informações que auxiliam nos processos decisórios em todos os níveis da sociedade.

Então, os indicadores têm como principal finalidade reunir e quantificar diversas informações, simplificar o fenômeno, em muitos casos ajuda auxiliar nas tomadas de decisões, colaborando desse modo, para a conservação do meio ambiente e com as ações de cunho ambiental (BELLEN, 2002).

Por isso, é possível afirmar que os indicadores de sustentabilidade constituem importantes padrões que evidenciam a realidade, inserido num âmbito de multidisciplinaridade, com o propósito de oferecer informações relevantes para que as decisões sejam tomadas de forma segura (SILVA, 2012). O resultado é que para a implantação de uma agricultura com novas técnicas de aproveitamento de água irrigação, o índice de sustentabilidade apresenta-se como fundamental alternativa para estimar a viabilidade de adoção por parte das regiões produtoras irrigadas. Por ser um bem finito e escasso, as águas de qualidades superiores precisam ter seu uso otimizado.

No presente trabalho, buscou-se analisar além da concepção de sustentabilidade tridimensional de Mauerhofer (2008), o qual corresponde de três dimensões essenciais ou pilares de sustentação (social, econômica e ambiental), ou seja, um sistema em equilíbrio, utilizou uma quarta dimensão, que foi de parâmetros técnicos para um perímetro irrigado e para agricultura local.

E dentre os indicadores escolhidos estão, indicadores ambientais, sociais, econômicos e técnicos. Na qual os indicadores ambientais escolhidos foram: Compostagem, devolução de embalagens vazias de agrotóxicos, incorporação de restos culturais no solo, coleta de esgoto ou fossa e o controle biológico para minimizar o uso de agrotóxicos.

No aspecto da escolha dos indicadores sociais, os parâmetros escolhidos para pesquisa foram: grau de escolaridade, presença de assistência técnica na propriedade rural e acesso a cursos de capacitação.

Quanto aos indicadores econômicos foram escolhidos para a pesquisa: Renda familiar, custo com fertilizantes minerais e custo com análise de solos. Quanto aos indicadores técnicos, foram escolhidos os pontos de: Uso de EPI na aplicação de agrotóxico, sistema de irrigação e se a lâmina de água aplicada está adequada.

Tabela 5 - Indicadores selecionados para determinação de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

INDICADORES AMBIENTAIS	
Compostagem	A1
Devolução de embalagens vazias de agrotóxicos	A2
Incorporação de restos culturais no solo	A3
Coleta de Esgoto ou Fossa	A4
Controle Biológico para minimizar uso de agrotóxicos	A5
INDICADORES SOCIAIS	
Grau de escolaridade	S1
Presença de Assistência Técnica na Propriedade	S2
Acesso à cursos de capacitação	S3
INDICADORES ECONÔMICOS	
Renda Familiar	E1
Custo com Fertilizantes Minerais	E2
Custo com Análises de solo	E3
INDICADORES TÉCNICOS	

Uso de EPI na Aplicação de Agrotóxico	T1
Sistema de Irrigação	T2
Lâmina de água aplicada adequada	T3

Fonte: autor (2023).

Determinação do índice de sustentabilidade

O uso de um índice de sustentabilidade vem a ser uma importante ferramenta para ser utilizada na questão do desenvolvimento sustentável, visto que passa a ser um indicador para aferir o quanto se torna sustentável determinada atividade. Então a determinação de um índice de sustentabilidade é de grande importância para verificação e aceitação da implantação de sistemas de irrigação mais eficientes na agricultura em regiões de potencialidades hídricas.

A sustentabilidade na dimensão econômica deve propiciar limites com o uso extremo do meio ambiente, considerando um planejamento social harmônico entre o bem social e ao meio ambiente. Obstante disso seria um delito à sobrevivência humana e a existência plena do planeta (MENÊSES, 2017).

Consequentemente, a partir de uma análise entre a relação Economia - Meio Ambiente, sob o viés econômico, o conceito de sustentabilidade consiste em aplicar os conceitos da sustentabilidade social tornando viáveis os projetos de construção de uma sociedade composta por tecnologias limpas, processos produtivos sustentáveis, manutenção e preservação dos recursos naturais, que reivindicam uma reestruturação na concepção de gestão ambiental e responsabilidade socioambiental (MENÊSES, 2017). Não há como determinar um ambiente sustentável sem que se possam relacionar os aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Para determinar o índice de sustentabilidade foi utilizada a metodologia de Faccioli e Gomes (2021), na qual consiste em após da definição dos indicadores a serem utilizados nas dimensões econômicas, sociais, ambientais e técnicas, os indicadores foram mensurados, organizados por categorias e comparados de modo a se obter os índices de sustentabilidade. A escala dos índices determinados para mensurar a sustentabilidade varia de 0 a 100, de acordo com Faccioli e Gomes (2021) na qual: 0 – 20 insustentável; 20 – 40 baixa sustentabilidade; 40 – 60 média sustentabilidade; 60 – 80 potencialmente sustentável; e 80 - 100 sustentável. Essas

escalas poderão servir de referência para ações locais, assim poderem ser utilizadas como ferramentas para os produtores locais com a finalidade de comparar e buscar sempre ao máximo a sustentabilidade das propriedades localizadas em Itabaiana-SE no perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

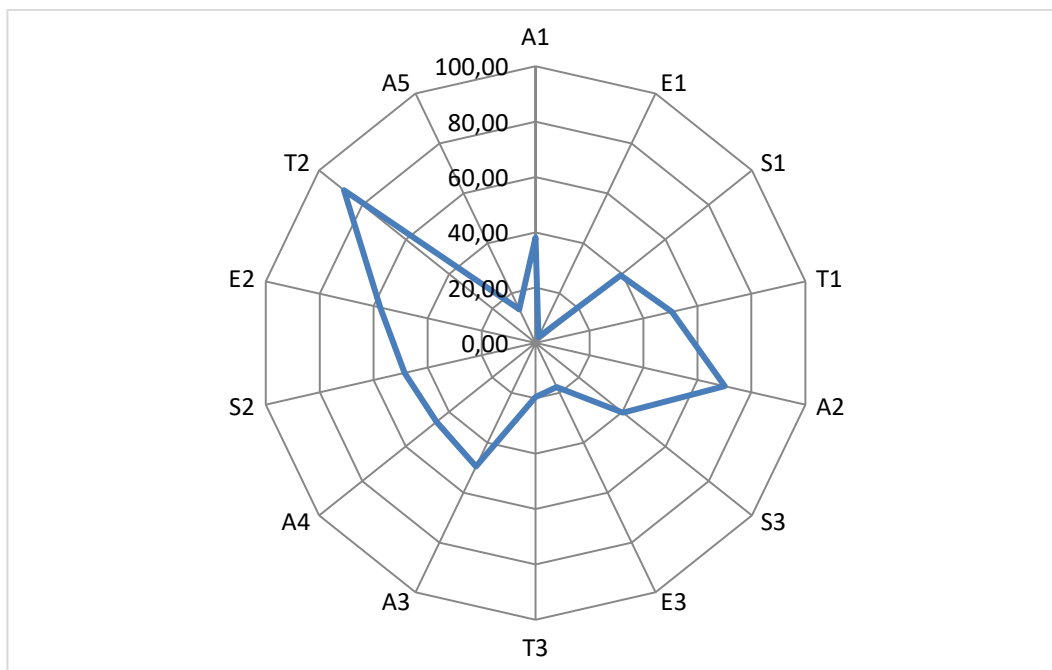
As dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais do desenvolvimento sustentável são complexas e envolvem sinergias e relacionamentos de influência mútua (SILVA et al., 2018).

A obtenção dos parâmetros das dimensões ambientais, sociais, econômicas e técnicas, através das variáveis dos seus respectivos indicadores e após a construção do gráfico tipo radar desenvolvido e que será útil para interpretar as interações das dimensões. Objetiva-se avaliar a capacidade do perímetro irrigado de ser sustentável ou não. Visto que não é possível avaliar apenas em um dos aspectos, mas sim sendo necessário avaliar a interação entre as dimensões e desse modo obter um ambiente local cada vez melhor para a população e ao meio ambiente localizado no perímetro irrigado.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos a partir do índice de sustentabilidade foram representados no seguinte gráfico do tipo radar:

Gráfico 3. Índice de sustentabilidade do perímetro de Poção da Ribeira, SE.



Fonte: autor (2023)

Na qual o valor final do índice de sustentabilidade foi de 17,61283. Em uma escala que varia entre 0 e 100.

Consequentemente, o valor obtido foi bastante baixo para o perímetro irrigado, justamente apresentando os problemas e falhas decorrentes do local investigado na pesquisa. Por isso, afirma-se que o local apresenta pelo critério de sustentabilidade um valor muito baixo tornando-se insustentável ao longo dos anos. Resultado semelhante ocorreu no perímetro irrigado Ayres de Souza, localizado no Vale do Acaraú, Ceará. Cujo índice de sustentabilidade estimado a partir dos indicadores selecionados registrou uma situação de sustentabilidade fragilizada ou de insustentabilidade reversível (CARNEIRO NETO, 2008).

Diagnóstico da Área de Estudo

Então após realizada a pesquisa de investigação e da determinação do índice de sustentabilidade do perímetro irrigado. Constatou-se a necessidade de melhorias no local de estudo em todos os aspectos analisados, desde o ambiental, social, econômico e técnico.

No âmbito ambiental ficou constatado que necessita realizar melhorias na questão de realizar mais o uso de compostagem nas propriedades. Por outro lado, um dos aspectos positivos

detectado foi no ponto relacionado com a devolução de embalagens vazias, ação essa que é realizada por 81,70% das propriedades visitadas. Isso ocorreu devido a grande quantidade de campanhas para devolução de embalagens vazias realizadas pela EMDAGRO (Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe).

No outro aspecto ambiental avaliado ficou constatado que uma parte significativa do quantitativo dos produtores realizam a incorporação de restos culturais, consequentemente favorece a qualidade do solo e a recuperação dos nutrientes do solo. Ao todo foram 45,12% dos entrevistados que realizam a incorporação dos restos vegetais.

A coleta de esgoto é realizada por apenas 35,36% dos entrevistados, representando pouco mais de um terço das propriedades locais, mas isso significa que muita coisa ainda pode ser feita para melhorar na coleta e no trato dos resíduos gerados. Visto que existe uma relação direta entre segurança hídrica e as variáveis socioeconômicas, de acordo com Alves et al. (2024). Consequentemente, com a melhoria da coleta de esgoto e dos resíduos gerados é possível melhorar indicadores econômicos e ambientais ao mesmo tempo.

E o último indicador relacionado a parte ambiental foi o do uso de controle biológico para minimizar o uso de agrotóxico nas fazendas produtivas, o resultado obtido foi de que apenas 7,31% dos entrevistados realizam o uso de controle biológico, enquanto que 92,69% não utilizam essa técnica ambiental.

Já quanto aos aspectos sociais analisados foram obtidos os seguintes resultados: Na questão de grau de escolaridade apenas 26,83% dos entrevistados iniciaram o nível médio de estudos e por outro lado 73,17% dos produtores locais entrevistados não concluíram os estudos fundamentais. Consequentemente, baixando a taxa de do nível de sustentabilidade da pesquisa. Mas a boa notícia está relacionada com a grande quantidade de produtores familiares que apresentam os descendentes com o nível de educação maior aos dos pais. Ou seja, a expectativa é que as próximas gerações de familiares, elevem consideravelmente o valor desse índice. Apesar de que muitos familiares não se mantem no meio rural e busquem melhores condições de trabalho na cidade.

Outro indicador social avaliado foi relacionado com a questão da presença de assistência técnica na propriedade rural em que 41,46% foi sustentável na qual apresenta sim assistência técnica por parte dos governantes, mas 58,54% afirmaram não haver nenhuma assistência técnica. Consequentemente, esse indicador se apresentou insustentável apesar de alguns ainda

assim terem algum tipo de assistência técnica por parte de órgão como EMDAGRO, CODERSE, entre outros.

O último indicador social avaliado foi quanto a questão de haver acessos a cursos de capacitação e o resultado obtido foi de que apenas 28,05% dos entrevistados tiveram algum tipo de capacitação para produzir no perímetro irrigado, enquanto que 71,95% não tiveram nenhum tipo de capacitação. Tornando esse aspecto avaliado como insustentável para esse perímetro analisado.

Então, em relação a dimensão social que é um aspecto fundamental no estudo realizado, ainda de acordo com Aguiar (2023), a busca por um olhar mais aprofundado sobre questões que envolveram comunidades pode gerar resultados concretos e positivos na identificação de suas potencialidades e limitações. Ressaltando assim os estudos realizados no âmbito da dimensão social para essa pesquisa.

Também conforme o trabalho de Silva (2022), ressalta a importância de avaliar a dimensão social com a escolaridade e a assistência técnica, na qual a assistência técnica e o fato de o produtor possuir ensino médio como escolaridade mínima foram variáveis que condicionaram positivamente a eficiência econômico-ecológica dos municípios do bioma Amazônia. Consequentemente, em seu trabalho Silva (2022), reafirma a importância de políticas educacionais na promoção de um ambiente mais sustentável nas práticas agropecuárias. Desse modo, corrobora com as escolhas dos indicadores sociais para a pesquisa no perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

Avaliando os aspectos econômicos o primeiro indicador analisado foi o de renda familiar em que praticamente todas as famílias apresentaram uma renda inferior a 3 (três) salários mínimos, o que seria abaixo da renda per capita média do brasileiro pelas famílias. Consequentemente esse indicador foi insustentável para 98,78% dos entrevistados. Apesar de que possivelmente umas das causas da baixa renda per capita deve-se a falta de conhecimentos relacionados com a produtividade e a produção para otimização da renda através do retorno da comercialização.

Apara avaliar o aspecto econômico também foi avaliado o uso de insumos e de fertilizantes pelos produtores locais do perímetro irrigado e constatou-se que os mesmos utilizam os insumos necessários para aumentar a produção em 69,51% das propriedades visitadas, resultando esse que torna sustentável visto que são insumos que aumentarão a produção local.

Mas também foi constatado que ao mesmo tempo que os produtores utilizamos os insumos necessários para a produção, os mesmos poderiam otimizar ainda mais a produtividade e a redução de custos de produção caso aplique algumas ações como análises de solo, correção de pH e realização de calagem na produção. Entre outras técnicas agrícolas para produzir cada vez mais. E justamente o outro aspecto analisado dos indicadores econômicos foi a mensuração de uso de análise de solo naqueles que realizam foi verificado um percentual de apenas 9,75% dos produtores, enquanto que os demais 90,25% não realizam nenhum tipo de análise de solo e nem foliar para estimar as doses corretas de adubos e fertilizantes necessários para produzir.

E os indicadores técnicos selecionados para a pesquisa foram: uso de EPI na aplicação de agrotóxicos, sistema de irrigação e lâmina de água adequada aplicada. No indicador técnico de uso de EPI na aplicação de agrotóxicos, constatou-se que 45,12% dos produtores não utilizam corretamente o EPI ou quando utilizam é de maneira inadequada ou incompleta. E os demais 54,88% utilizam o EPI corretamente, esse percentual foi até maior que o esperado e ocorre devido a realização de algumas campanhas por parte da EMDAGRO sobre a conscientização do uso correto de EPI nas aplicações de agrotóxicos e no descarte correto de embalagens vazias.

Ou seja, os produtores têm o conhecimento da importância do uso de EPI, sabiam dos significados do EPI (Equipamento de Proteção Individual) e da necessidade de uso, graças a campanhas realizadas pelo governo estadual voltado a fiscalização de agrotóxicos. Então se demonstrou que através de campanhas e de informações a serem realizadas no perímetro, é possível sim, mudar a realidade local e melhorar a qualidade de vida dos produtores locais do perímetro irrigado.

Os resultados obtidos no perímetro irrigado de Poção da Ribeira também foram semelhantes neste aspecto ao perímetro irrigado de Ayres Souza (CE), em que foram observados um baixo envolvimento e uma total falta de interesse em continuar com as atividades da agricultura irrigada por parte dos filhos. Isto se explica pela dificuldade de comercialização do produto agrícola e a oferta em empregos na indústria no município de Sobral, Ceará. Nesse mesmo trabalho foi identificada, também, a falta do uso de equipamentos de proteção individual e adequada conservação de agroquímicos (principalmente defensivos agrícolas). Os trabalhadores rurais estão expostos a riscos muito diversificados, sobretudo a exposição direta a agrotóxicos (CARNEIRO NETO, 2008).

O segundo indicador técnico avaliado foi quanto ao uso do sistema de irrigação no perímetro irrigado na qual praticamente 93,90% dos lotes produzidos utilizam micro aspersores

ou mangueiras de gotejamento, na qual são sistemas de irrigação mais eficientes e que reduzem o consumo de água no perímetro. Tornando desse modo no aspecto avaliado como sustentável. Entretanto, da mesma forma que utiliza um sistema de irrigação eficiente, falta por parte dos produtores mais conhecimento e informações sobre a lâmina de água, sobre a quantidade consumida e a real necessidade de irrigação para aquele determinado momento do cultivo escolhido.

Por isso, que apenas 10,97% dos produtores apresentam conhecimentos sobre a lâmina de água aplicada sobre a cultura produzida. E consequentemente 89,03% dos produtores não apresentam conhecimentos sobre a quantidade de lâmina d'água necessária para o cultivo, tornando esse indicador analisado como insustentável para os quase 90% avaliados na pesquisa. Então, tem a necessidade de qualificar os produtores locais para o aspecto da gestão da lâmina d'água para melhor aproveitamento do consumo de água na região.

Resultados semelhantes foram apresentados por Guimarães (2020), em que o autor aplicou um questionário semiestruturado aos moradores das localidades e os resultados permitiram estimar o IPH (Índice de Pobreza Hídrica), confirmando a situação de grave pobreza hídrica e de vulnerabilidade socioeconômica dos moradores da Ilha Colônia Leocádia em relação aos da Ilha da Caieira. Isto indica uma realidade que caminha na contramão da Agenda 2030 e necessita de políticas públicas promotoras do bem-estar dos estuarinos, focadas no acesso à água, na proteção dos recursos hídricos e nas soluções baseadas na natureza.

Constatou-se que uma das formas de aumentar a sustentabilidade do perímetro irrigado será por meio da implantação de sistemas agroecológicos em detrimento ao sistema atual de agricultura convencional, pois autores como Muñoz et al. (2022) afirmam que é importante propiciar a continuidade de unidades produtivas de base ecológica, visto que estas consideram o desenvolvimento de maneira integral, levando em grande conta os aspectos ambientais, econômicos e sociais nas suas ações cotidianas. No trabalho em estudo dos autores a avaliação ponderada nas cinco dimensões apresentou um índice de 0,75, isto é, acima da linha base de adequação ambiental (0,70).

Por outro lado, alguns aspectos representam uma boa perspectiva para melhora da situação do perímetro irrigado de Poção da Ribeira, visto que na região já foram realizadas campanhas de sucesso como por exemplo de descarte de embalagens vazias e de uso de EPI na aplicação de agrotóxicos. Então fica a possibilidade através de novas campanhas a serem realizadas através de palestras, informações, dias de campo para melhorar a qualidade de vida dos produtores locais do perímetro irrigado.

Por isso, a pesquisa também apresenta os fatores que possam resultar na melhoria da sustentabilidade do perímetro irrigado através de campanhas e abordagens específicas em alguns aspectos necessários para otimizar a produção local dos agricultores. Visto que é possível sim mudar o atual parâmetro baixo de sustentabilidade local, mas para isso é fundamental que ocorra a participação dos governantes e de políticas públicas.

Outro exemplo apresentado, foi um trabalho de Sánchez-Román (2009) em que utiliza um modelo que estima a oferta e demandas de água, e a carga contaminante dos diversos consumidores. Consequentemente, pode utilizar o modelo elaborado como uma ferramenta de gestão do Comitê de Bacia Hidrográfica para definição do uso do recurso hídrico da bacia hidrográfica estudada. E no futuro, o mesmo necessitará ser realizado no Perímetro de Poção da Ribeira em virtude de ser um perímetro que utiliza a água tanto para o consumo humano como para o uso na irrigação da produção de olericulturas. E as atuais demandas hídricas tenderão a aumentar e a pressionar o sistema de abastecimento local, inclusive para proporcionar a ampliação das áreas produtivas locais.

E para mudar e aumentar o índice de sustentabilidade obtido necessitará de campanhas de conscientização e de várias ações ao longo do tempo, visto que nem sempre é fácil mudar a característica produtiva local devido ao costume herdado de antepassados e que são continuados de geração em geração por parte dos produtores locais. Mas já ficou demonstrado que é possível sim mudar a realidade atual desde que sejam aplicadas ações para realizar essas melhorias locais. E juntamente com o apoio governamental para políticas públicas, na qual esteve presente na implantação do perímetro irrigado, mas necessita apresentar mais recursos e investimentos na região. Fato esse corrobora com Holanda et al. (2024) na qual afirma que os gastos públicos podem influenciar a trajetória de desenvolvimento de um país, incentivando a sustentabilidade ambiental, econômica e social.

Determinação do Índice de Sustentabilidade

Então quando considera todos os indicadores selecionados, constata-se que o resultado do perímetro é que o índice de sustentabilidade obtido é insustentável devido ao valor obtido de apenas 17,61283, em uma escala que varia de 0 a 100. E dentre os principais fatores para essa baixa sustentabilidade do local foram fatores ambientais e econômicos. Como baixa renda per capita e o baixo uso de compostagem e de controle biológico na agricultura.

Corroborando com Carvalho (2013), na qual concluiu na sua pesquisa que apesar da dificuldade da consideração de variáveis ambientais, econômicas e sociais em estudos com essa natureza, esses resultados se mostram satisfatórios, já que tratar a incomensurabilidade, ou ainda agrupar informações de natureza diversa dos indicadores, bem como incluir variáveis-chave ao contexto específico em análise pode trazer resultados relevantes e capazes de subsidiar a elaboração de políticas públicas sustentáveis principalmente no contexto da gestão hídrica que necessitam de maior atenção e discussão por parte de todos os atores sociais e institucionais. Então o trabalho presente também ressalta a importância de estudar índices de sustentabilidade para melhoria da gestão hídrica local.

Resultado semelhante também foi obtido através do estudo de Carneiro Neto et al. (2008) visto que obteve resultados de pesquisa de índice de sustentabilidade no perímetro irrigado Ayres de Souza, localizado no Vale do Acaraú (Ceará), após questionários aplicados a 33 produtores agrícolas beneficiados pelo projeto de irrigação, obteve como resultado que o índice de sustentabilidade estimado a partir dos indicadores selecionados registrou uma situação de sustentabilidade fragilizada ou de insustentabilidade reversível, semelhante ao do perímetro irrigado de Poção da Ribeira.

O estudo desenvolvido no perímetro irrigado de Poção da Ribeira permitiu retratar a realidade dessa comunidade e identificar os elementos dinamizadores e limitantes para se atingir uma comunidade sustentável. De forma geral, os indicadores apontaram que a comunidade se encontra na condição de baixa sustentabilidade, mesma condição das suas quatro dimensões analisadas: social, econômica, ambiental e técnica. E permite afirmar que é possível realizar a implantação de ações que permitiram um maior desenvolvimento dos aspectos analisados após implementação de fatores de melhoria para o perímetro irrigado.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível determinar o índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira por meio de indicadores sociais, ambientais, econômicos e técnicos. E o resultado obtido foi de um índice de sustentabilidade abaixo do ideal: valor obtido de apenas 17,61283, em uma escala que varia de 0 a 100.

Acredita-se, que as informações geradas a partir deste estudo, possam ser usadas para subsidiarem tomadas de decisão, para o aprimoramento do desenvolvimento da região e nas

definições de políticas públicas institucionais mais eficazes quanto à proteção e uso sustentável da biodiversidade, do desenvolvimento econômico local e na melhoria da qualidade de vida da população pertencente ao perímetro irrigado.

Após a realização desses levantamentos de informações junto aos produtores locais, será possível apresentar fatores que possam proporcionar ações que resultarão em melhoria do índice de sustentabilidade no perímetro de Poção da Ribeira.

4.6 REFERÊNCIAS

AGUIAR, P. C. B. DE .; PIRES, M. DE M.; PROFICE, C. C.; BRUNO, N. L.. Comunidade de Atalaia, Canavieiras, Bahia, Brasil: uma análise sob a ótica da sustentabilidade ambiental. **Interações (Campo Grande)**, v. 24, n. 1, p. 133–151, jan. 2023.

ALVES, A. P. de A.; FÉLIX, A. C. T.; BARBOSA, D. L.; BRANDÃO, I. A. de P.; PAZ, M. A. de F.; DA CRUZ, S. G. Análise da relação do Índice de Segurança Hídrica com indicadores socioeconômicos em microrregiões de água e esgoto, no Estado da Paraíba, Brasil. **Caderno Pedagógico**, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 840–861, 2024.

ANDRADE, A. L. M. DE .. Indicadores de sustentabilidade na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piranha, Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 3, p. 401–412, 2007.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade**: uma análise comparativa. (Tese de doutorado) defendida na Universidade de Santa Catarina, centro de Tecnológico no curso de pós-graduação em engenharia da produção. Florianópolis, novembro de 2002.

CARNEIRO NETO, J. A. et al. **Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza**. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, n. 4, p. 1272–1279, jul. 2008.

CARNEIRO NETO, J. A.; ANDRADE, E. M. DE .; ROSA, M. DE F.; MOTA, F. S. B.; LOPES, J. F. B.. Índice de sustentabilidade agroambiental para o perímetro irrigado Ayres de Souza. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1272–1279, jul. 2008.

CARVALHO, J. R. M. DE .; CURI, W. F.. Construção de um índice de sustentabilidade hidro-ambiental através da análise multicritério: estudo em municípios paraibanos. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p. 91–106, jan. 2013.

CODERSE. **Companhia de Desenvolvimento e Recursos Hídricos de Irrigação de Sergipe**. 2023 Acessado em: 20 de dezembro 2023. <https://coderse.se.gov.br/perimetros/perimetros-irrigados/perimetro-irrigado-pocao-da-ribeira-itabaiana-se/>

FACCIOLI, G. G.; GOMES FILHO, R. R. Índice de sustentabilidade: contribuições das ciências ambientais na agricultura irrigada. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (Org). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico** [recurso eletrônico]. Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. p. 549-568.

FRAINER, D. M.; SOUZA, C. C. DE .; REIS, J. F.; CASTELÃO, R. A.. **Uma aplicação do Índice de Desenvolvimento Sustentável aos municípios do estado de Mato Grosso do Sul**. Interações (Campo Grande), v. 18, n. 2, p. 145–156, abr. 2017.

GUIMARÃES, É.; FERREIRA, M. I. **Na contramão dos objetivos do desenvolvimento sustentável: avaliação da pobreza hídrica na região estuarina do Rio Macaé, Macaé/RJ**. Saúde e Sociedade, v. 29, n. 2, p. e190070, 2020.

HOLANDA, T. C.; RICARTE, T. L.; OLIVEIRA, F. M.; KLOECKNER, N. V. da R.; RIBEIRO, K. V. **Classificação e avaliação dos gastos públicos ambientais: um ensaio teórico**. Caderno Pedagógico, [S. l.], v. 21, n. 1, p. 3023–3038, 2024.

MAUERHOFER, Volker. 3-D Sustainability: an approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 64, n. 3, p. 496-506, 2008.

MENÊSES, A. A. **Determinação do índice de sustentabilidade da comunidade Mem de Sá – Itaporanga d’Ajuda-SE com base em indicadores das dimensões ambiental, econômica e social**. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

MUÑOZ, M. S. G.; SOARES, J. P. G.; BRISOLA, M. V.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PANTOJA, M. J.. Impactos ambientais e socioeconômicos da produção integrada de base ecológica em unidades de produção familiar do Distrito Federal e entorno. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 1, p. e222418, 2022.

PEREIRA, M. DA S.; SAUER, L.; FAGUNDES, M. B. B.. Mensurando a sustentabilidade ambiental: uma proposta de índice para o Mato Grosso do Sul. **Interações (Campo Grande)**, v. 17, n. 2, p. 327–338, abr. 2016.

SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; FOLEGATTI, M. V.; ORELLANA-GONZÁLEZ, A. M. G.. **Situação dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá utilizando modelo desenvolvido em dinâmica de sistemas**. Engenharia Agrícola, v. 29, n. 4, p. 578–590, 2009.

SILVA, J. F. B. A.; REBOUÇAS, S. M. D. P.; ABREU, M. C. S. DE .; RIBEIRO, M. DA C. R.. Construção de um índice de desenvolvimento sustentável e análise espacial das desigualdades nos municípios cearenses. **Revista de Administração Pública**, v. 52, n. 1, p. 149–168, jan. 2018.

SILVA, J. V. B. DA .; ROSANO-PEÑA, C.; MARTINS, M. M. V.; TAVARES, R. C.; SILVA, P. H. B. DA .. Ecoeficiência da produção agropecuária na Amazônia brasileira: fatores

determinantes e dependência espacial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. spe, p. e250907, 2022.

SILVA, S. S. F. da; *et al.* **Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB.** REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, nº 3 – Edição Especial Rio +20, Ago., p.76-93, 2012

5 CAPÍTULO III: UTILIZAÇÃO DE INDICADORES NO PERÍMETRO IRRIGADO DE ALMERÍA NA ESPANHA

5.1 RESUMO

Este trabalho teve como objetivo apresentar a escolha de indicadores para determinação do índice de sustentabilidade no perímetro irrigado de Almería-Espanha utilizados no trabalho de Faccioli e Gomes (2021) que serviram de base para serem aplicados no perímetro irrigado de Poção da Ribeira em Sergipe. Estudar e avaliar as características dos perímetros irrigados baseados em casos de sucesso em todo o mundo é uma forma de desenvolver ainda mais a agricultura local e fomentar o desenvolvimento local sem esquecer dos aspectos de sustentabilidade. Foram realizadas visitas a Universidade de Almeria na cidade de Almeria e na Estação Experimental Cajamar na cidade de El Ejido com o objetivo de conhecer as áreas irrigadas e o sistema de produção em ambiente protegido. Os indicadores foram selecionados a partir das análises e das visitas técnicas realizadas na região de Almería e que foram aplicados no perímetro irrigado de Poção da Ribeira/SE. Observou-se que apresentam similaridades e também diferenças específicas entre si. Desse modo, é possível avaliar aspectos que auxiliaram no incremento de produtividade.

Palavras-chave: Indicadores ambientais, produção agrícola, estufas agrícolas, invernaderos.

5.2 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de perímetros irrigados é de grande importância para o crescimento econômico local e regional principalmente para locais dependentes da agricultura. Visto que a irrigação é uma forma de poder produzir em uma região sem depender dos aspectos climáticos locais de seca. Por isso, é fundamental a realização de estudos para a melhoria dos perímetros locais e consequente desenvolvimento econômico e social dos ambientes locais.

Outro aspecto importante está relacionado com a busca por melhoria dos ambientes agrícolas para melhor desenvolvimento econômico, social e ambiental. Segundo Martine (2015), ao longo dos séculos 20 e 21 foram realizados enormes avanços na utilização de recursos e na eficiência energética do crescimento econômico. Entretanto, muitos desses avanços foram empregados para aumentar ainda mais a produção e o consumo, em vez de reduzir o impacto ambiental. E para melhorar o perímetro irrigado em análise de estudo, foi

necessário avaliar exemplos de sucesso de outros perímetros irrigados. Um dos exemplos a ser analisado é o caso dos “invernaderos” na região de Almería na Espanha, que aliou a produção agrícola tecnológica com preservação ambiental e uso de controle biológico para melhoria dos insumos na agricultura. Ou seja, é produzir com qualidade de modo que seja ambientalmente correto e sustentável.

Por isso, que foi de grande valia estudar e conhecer de perto o local de produção na região da Espanha e poder avaliar a melhor forma de implantar tecnologias para a realidade brasileira no perímetro de Poção da Ribeira em Sergipe, Brasil.

A pegada ecológica serve para avaliar o impacto exercido pelo ser humano sobre a biosfera. A biocapacidade avalia o montante de terra e água, biologicamente produtivo, para prover bens e serviços do ecossistema à demanda humana por consumo, sendo equivalente à capacidade regenerativa da natureza (MARTINE, 2015).

Conforme relatado por Córdova (2018), existe uma preocupação na Espanha de avaliar a pegada de carbono por parte das empresas e que as organizações que tem uma maior probabilidade de registrar as informações de pegada de carbono são aquelas do setor manufatureiro e que possuem uma cultura ambiental transparente. Então fica perceptível a importância ambiental que existe no país para avaliar e registrar os impactos ambientais decorrentes das atividades humanas.

De acordo com Pacco et al. (2014), com o desenvolvimento da agricultura nas últimas décadas e com a necessidade de aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, o agricultor necessita tecnificar cada vez mais, adequando seus produtos e seus meios de produção para a demanda atual. E no perímetro irrigado de Poção da Ribeira não seria diferente, também necessita de melhorias e do aumento da tecnificação da produção local. Por isso, que basear em experiências e exemplos de sucesso seria uma das melhores alternativas para melhoria da produção local.

Outros casos e exemplos de perímetros irrigados no Brasil são os da implantação do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi, no Ceará e o Perímetro Irrigado Santa Cruz do Apodi no Rio Grande do Norte (PONTES et al., 2013). Na qual implica em uma estratégia geopolítica para a expansão da fronteira agrícola brasileira e de desenvolvimento para a região nordestina. Então estudar e avaliar as características dos perímetros irrigados baseados em casos de sucesso em todo o mundo é uma forma de desenvolver ainda mais a agricultura local e fomentar o desenvolvimento local sem esquecer dos aspectos de sustentabilidade.

Ainda de acordo com Pontes et al. (2013), a irrigação pública implantada pelo Governo Federal em todo o Nordeste tinha, principalmente, os seguintes objetivos: introduzir um novo modelo de produção agrário/agrícola nessa região, via modernização da agricultura e incentivo a culturas agrícolas de maior rentabilidade, com destaque para a fruticultura irrigada.

A grande maioria dos usuários da agricultura irrigada no Brasil não utiliza qualquer tipo de estratégia de uso e manejo racional da água na irrigação; além disso, o monitoramento automático ainda é muito incipiente (SOUSA, 2010). Por isso, tem-se a necessidade de aprimorar o uso de tecnologias voltadas para a irrigação em perímetros irrigados na região do nordeste e ter exemplos de perímetros irrigados de sucesso fora do país serve como referência para serem aplicadas localmente.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas visitas a Universidade de Almeria na cidade de Almeria e na Estação Experimental Cajamar na cidade de El Ejido (Figuras 6, 7, 8) com o objetivo de conhecer as áreas irrigadas, o sistema de produção em ambiente protegido, os experimentos desenvolvidos na Estação experimental e a partir dessas informações escolher os melhores indicadores para o cálculo do índice de sustentabilidade para serem utilizadas na pesquisa do perímetro irrigado de Poção da Ribeira e consequentemente auxiliar no desenvolvimento econômico local. Foi também realizada uma entrevista com o professor Santiago Bonachela Castano do Departamento de Agronomia da Universidade de Almería, para obter mais informações da região de Almería e da agricultura realizada na região.

A pesquisa foi realizada em uma visita técnica na região de Almeria na Espanha durante o período de 2021/2022. O local foi escolhido por apresentar um alto índice de produtividade devido ao uso dos “invernaderos” (estufas agrícolas).

Figura 6 - Estação Experimental Cajamar



Fonte: autor (2022)

Estação Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas'

A Estação Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas', em El Ejido (Almería), fica localizada em uma província que nas últimas décadas viu um enorme impulso na produção agrícola, especialmente horticultura em plástico, cujo desenvolvimento se baseou na aplicação de técnicas agrícolas inovadoras e biotecnologia. Um aspecto importante está relacionado com a pesquisa e a inovação que foram fundamentais para o desenvolvimento do setor agrícola e explicam o sucesso de Almería na questão da produção de alimentos e produtos agrícolas na qual fornecem para toda a Europa.

O centro Las Palmerillas, que iniciou a sua atividade em 1975, desempenha um importante papel de referência neste processo. Promove a pesquisa agroalimentar, a inovação

tecnológica aplicada, os estudos da realidade produtiva e a transferência de conhecimento científico e técnico. Atualmente possui 30 estufas totalizando uma área de 14 hectares para testes e experimentação. Alguns dos trabalhos em execução estão relacionados com a questão da irrigação e a fertilização, estudos sobre efeitos das mudanças climáticas e aquecimento global sobre o solo e a fixação de carbono, além da melhoria no manejo dos solos e de ensaios experimentais com os cultivos subtropicais em estufas, entre outros trabalhos.

Foi o primeiro centro de investigação criado na província de Almería e o seu trabalho consistiu tanto no desenvolvimento das suas próprias linhas de pesquisa como no contraste e adaptação de tecnologias de outras áreas geográficas. Tornou-se um centro tecnológico de referência internacional no setor de agricultura intensiva pela natureza aplicada de seus projetos e sua dedicação às atividades de transferência de conhecimento técnico. Ao conectar o desenvolvimento tecnológico com a empresa agroalimentar, tem procurado contribuir para a sustentabilidade econômica, social e ambiental do modelo produtivo de agricultura intensiva, dando especial ênfase à difusão e transferência de conhecimento e dos avanços obtidos.

A estrutura da estação experimental conta com diferentes estruturas de estufas, fruteiras, estações meteorológicas, laboratório e os equipamentos necessários para a realização dos diversos testes e programas de formação e sensibilização. Trabalham no centro mais de trinta funcionários fixos (dos quais quinze são pesquisadores e técnicos) aos quais se somam outros vinte colaboradores formados por estagiários, e funcionários contratados para diferentes projetos de pesquisa que são realizados em seus centros. A sua atividade está estruturada em torno de quatro grandes departamentos de trabalho: tecnologia de estufas, biotecnologia, fruticultura subtropical mediterrânica e agricultura e ambiente.

Indicadores do perímetro de Invernaderos em Almería

Os indicadores foram selecionados a partir das análises e das visitas técnicas realizadas na região de Almería e que foram aplicados no perímetro irrigado de Poção da Ribeira para efeitos de comparação entre as duas regiões e avaliar se elas são semelhantes ou distintas, apresentar as diferenças entre elas e principalmente definir se são sustentáveis ou insustentáveis e analisar as diferenças e semelhanças entre as regiões e que é possível inserir na região de Poção da Ribeira a partir das pesquisas feitas na Almería, na Espanha.

Tabela 6 - Nomenclatura dos indicadores sociais, econômicos, ambientais e culturais utilizados para representação dos eixos do gráfico radar.

INDICADORES AMBIENTAIS	
Consumo de água na irrigação	IA1
Uso de Controle Biológico no MIP	IA2
Ambiente Protegido (Invernadero) com Sistema de captar água de chuva	IA3
Controlador de sistema de irrigação/fertirrigação e Reuso da água	IA4
Reciclagem e Aproveitamento dos resíduos gerados e dos plásticos	IA5
INDICADORES ECONÔMICOS	
Assistência Técnica da Universidade e Instituições de Pesquisa	IE1
Nível do Pacote Tecnológico adotado	IE2
Consumo de insumos para a produção por hectare	IE3
Tamanho da Propriedade	IE4
Produtividade por hectare	IE5
INDICADORES SOCIAIS	
Escolaridade da mão-de-obra	IS1
Acesso a Internet na propriedade para adoção de Agricultura de Precisão	IS2
Acesso a cursos de capacitação	IS3
Curso de aplicador de produtos fitossanitários (CAPF)	IS4
Renda per capita por família	IS5

Fonte: PINTO, E.S (2022).

Para o IA1 foi considerado sustentável se o consumo de água para irrigação está abaixo da média de consumo média para a região de Almería que no caso é de 5.000m^3 . A eficiência no uso da água nas estufas de Almería é muito elevada e das quais 80% da água consumida provém do subsolo, o que provoca um déficit hídrico anual por volta de 170hm^3 .

Consequentemente ocorre o aumento da pressão sobre os recursos hídricos, provocando um déficit crescente que tem gerado problemas como a baixa do nível do lençol freático, a salinização e a contaminação dos aquíferos. Por isso, esse indicador é de grande importância para ser analisada na região. Outro ponto resultante desse consumo elevado de água é a necessidade de utilizar outras fontes de água que não seja a dos lençóis freáticos. Por isso, é cada vez maior a necessidade de uso de água dessalinizada nesta região.

A dessalinização é possível graças a diferentes processos físicos e químicos que removem os minerais (principalmente o sal) da água salobra ou da água do mar, que são normalmente realizados em instalações industriais denominadas instalações de dessalinização ou instalações de dessalinização, retirando a água do mar ou dos lagos salgados. Em Almería,

tem a dessalinizadora Campo de Dalías que abastece um total de 250.000 pessoas nos municípios de El Ejido, Vícar e Roquetas de Mar com água potável e 4.600 hectares de terras irrigadas no chamado Campo de Dalías. A fábrica também pode produzir 97.200 m³ por dia e um total de 30 Hm³ por ano, o que equivale a 1,6 piscina olímpica por hora.

No IA2 foi considerado como sustentável a presença nas propriedades do uso de controle biológico no MIP para redução de aplicação de inseticidas e redução como um todo no uso de agrotóxicos. Visto que um dos piores problemas ambientais são decorrentes do uso excessivo de agrotóxicos que causam a contaminação do meio ambiente e dos solos. Então utilizar o controle biológico é uma das ferramentas mais sustentáveis na produção agrícola e na região de Almería existem várias biofábricas voltadas para o mercado de controle biológico. Essa região possui cerca de 13.000 hectares de cultivos onde se aplicam técnicas de produção integrada e, no caso do controle biológico de pragas, a área ultrapassa os 26.000 hectares. No que respeita à produção biológica, destaca-se que Almería é atualmente o território andaluz com o maior número de operadores (cerca de 4.900 profissionais) e que esta província triplicou a área orgânica em plástico na última década.

Outro exemplo é a produção de abelhas polinizadoras na qual oferecem aos agricultores um aumento da polinização e consequentemente da produção e desse modo impulsiona a rentabilidade e produtividade das fazendas (Figura 7). A primeira aplicação massal de controle biológico em cultivos hortícolas na Espanha foi em uma estufa de pimentão no Campo de Cartagena no ano de 2007, e a partir disso, a região de Almería se tornou em um exemplo especial para introdução do controle biológico nas suas extensas áreas de produção agrícola nas zonas de estufas e aplicadas nos mais diversos cultivos locais.

Figura 7 - Vista externa de uma empresa de controle biológico e de abelhas polinizadoras em Almería.



Fonte: autor (2022).

E outro caso, é através do controle biológico de *Tuta absoluta* em cultivo de tomate com liberações do percevejo predador *Nesidiocoris tenuis* no pré-plantio em ambientes protegidos na Espanha. Visto que a *Tuta absoluta* é uma das principais pragas da região junto com a mosca-branca.

Considerando o IA3, foi considerado sustentável se o ambiente protegido (“invernadero”) possui sistema para captar água de chuva. Pois é uma forma de economia e uso racional da água por ser um bem escasso e de grande importância para a província produtora de hortaliças. Este sendo um aspecto bastante frisado durante as visitas nas estufas, que foi em relação à importância da água para a região devido o déficit hídrico da província de Almería

que põe em perigo a sustentabilidade do motor da economia local da zona: os cultivos em ambiente protegido (estufas). O sistema de captação de água das chuvas consiste em armazenar a água que cai na cobertura das estufas para serem reaproveitadas na irrigação. Ou seja, é um sistema de reuso de água das chuvas.

IA4 está relacionado com a reciclagem dos resíduos gerados, incluindo o uso dos plásticos utilizados nas coberturas das estufas. Esse material por ser de custo elevado e de alta persistência na natureza devido a sua demora na degradação de materiais, necessita realizar o reaproveitamento desses materiais. Ou seja, influencia tanto no aspecto econômico como também no ambiental e não podem ser descartados como lixo comum. Por isso, que esse indicador avalia se ocorre a reciclagem ou reuso dos materiais, é considerado como sustentável e se não houver o reaproveitamento de materiais ou dos resíduos é não sustentável.

O indicador IA5, controlador de sistema de irrigação/fertirrigação e reúso da água irrigada, tem proximidade com o indicador IA3, entretanto, a principal diferença é que o IA3 apresenta o aproveitamento da água das chuvas, enquanto que o IA5 o aproveitamento principal é do resíduo gerado após a irrigação. Ou seja, a partir do tipo de sistema de irrigação utilizado é possível definir a possibilidade de reuso da água da irrigação ou da fertirrigação. É o caso das águas utilizadas na hidroponia e nos cultivos que não utilizam solo e apenas substrato para produzir. Como por exemplo, os cultivos de pimentão e de alface.

É importante ressaltar também que a irrigação representa o setor de atividade que mais consome água no mundo e o uso de controladores são fundamentais para otimização deste recurso. Segundo CUNHA (2019) a irrigação automatizada existente no mercado é basicamente, um sistema em que culturas são irrigadas em dias e horários pré-programados, com tempo de funcionamento definido para atender às necessidades da vegetação. Um dos modelos existentes no mercado é o temporizador de irrigação, que permite ligar e desligar o sistema em um tempo pré-programado. Segundo SANTOS (2019) os modelos mais avançados permitem ciclos de irrigação em um mesmo dia e de escolher quais dos dias da semana para funcionamento, outros permitem que a área seja dividida em setores de irrigação para proporcionar um melhor controle da lâmina d'água. Segundo os autores estes controladores são pouco eficientes por não verificar se a quantidade de água aplicada foi necessária, uma vez que não são sensíveis a alterações climáticas que influenciam na quantidade de água a ser aplicada para cada cultura, por isso, que urge a necessidade de mais tecnologia e do uso e aplicação de sensores nas estufas, para controlar com ainda mais eficiência o uso e consumo de água por parte dos cultivos através das medições das demandas hídricas.

Considerando agora os indicadores econômicos, o IE1 está relacionado com o nível de assistência técnica das Universidades e Instituições de Pesquisa locais, já comentadas anteriormente e da sua importância para os produtores locais. Então neste item observa-se se houve ou não a presença dessas instituições nas propriedades visitadas. Caso houvesse, a presença das instituições é tida como sustentável e caso não houvesse a presença é insustentável.

No âmbito do IE2, está relacionado com o nível de adoção do pacote tecnológico por parte do produtor, esse critério fica a necessidade de atualização constante devido a constante modernização das tecnologias empregadas na agricultura. E como a região de Almería é uma das mais intensivas de toda a Europa, urge a necessidade de estar sempre atualizada e modernizada. Um dos exemplos, é através do uso de Agricultura de Precisão (AP), na qual se utilizam de sensores para otimizar a produção e produtividade através do monitoramento constante das áreas produtivas. E um dos requisitos para obter uma agricultura mais eficiente é através da internet de qualidade, visto que muitos equipamentos e sensores necessitam da internet para funcionamento, principalmente aqueles que fazem parte da IoT (Internet of Things) Internet das coisas. A tendência futura é de uma adoção cada vez maior da internet 5G para modernização das agricultura na região e a internet 5G já é uma realidade em toda a região da Espanha e isso facilita a adoção de novas tecnologias na agricultura.

Já o IE3 consiste no consumo de insumos para a produção por hectare, ou seja, quanto maior a redução de consumo de insumos maior a sustentabilidade e quanto menor essa eficiência dos insumos utilizados, menor a sustentabilidade e consequentemente se torna insustentável. Os insumos analisados na pesquisa foram: agrotóxicos, fertilizantes, armadilhas de monitoramento de pragas, bandejas, mudas e sementes. Baseados no consumo médio da propriedade por hectare e do tipo de cultivo.

Quanto ao IE4 ficou definido o tamanho da propriedade. Quanto maior a propriedade mais sustentável, foi considerado sustentável se a propriedade fosse maior que um hectare. E no IE5 foi considerada a produtividade da propriedade por hectare. Ou seja, produtividades maiores que as médias nacionais para cada cultivo é considerado como sustentável e produtividades inferiores às médias nacionais é insustentável. O valor varia de acordo com a cultura produzida na estufa.

E por fim, quanto aos indicadores sociais o IS1 está relacionado com a escolaridade da mão-de-obra nos trabalhos das estufas e não apenas na escolaridade do proprietário da estufa, visto que é quanto maior a escolaridade dos trabalhadores locais maior será a capacidade de

implementação de novas tecnologias e aumento de produtividade nas estufas. Para o IS1 foi considerado sustentável se os níveis de escolaridade dos entrevistados fossem bacharelados ou universitários. E no caso de trabalhadores estrangeiros para suprir a demanda de trabalho local nas estufas, se o funcionário domina o idioma espanhol ou não.

No indicador IS2, foi considerado sustentável quando os entrevistados possuíam acesso à internet, e em outro momento ao tipo de internet disponível se é 5G ou não, visto que necessita dessa tecnologia para implantação de alguns equipamentos para a agricultura de precisão.

Quanto ao indicador IS3 está relacionado com a capacidade de obter acesso a cursos de capacitação para melhoria dos conhecimentos obtidos. Um exemplo disso, era a divulgação de cursos e de empresas públicas que realizavam cursos, inclusive para os estrangeiros (figura 8).

Figura 8 - Divulgação de curso de capacitação em Almería para trabalho na agricultura.



Fonte: autor (2022).

Indicador IS4, consiste em um curso de aplicador de produtos fitossanitários (CAPF). Foi considerado sustentável se os produtores possuíam curso de aplicador de produtos fitossanitários (CAPF). E por último, o IS5 está relacionado com a renda per capita por família, apesar de ser um indicador econômico, este é possível de ser utilizado por representar a capacidade de renda da família, pois considera a renda como um todo e não apenas a renda oriunda do trabalhador. Esse indicador considera toda a renda familiar como um todo e quanto maior a renda per capita, melhor a qualidade de vida da família e consequentemente mais sustentável se torna para a região. E avaliando a renda per capita da região da Espanha, foi possível identificar que se trata de uma das regiões mais pobres do país. As cidades com menor renda per capita são todas andaluzas, Níjar (Almería), com 6.253 euros, Los Palacios y Villafranca (Sevilha), com 6.550 euros, e Alhaurín el Grande (Málaga), com 6.629 euros. Por isso, será considerado sustentável quando a renda per capita for maior que 6.253 euros, tendo como referência a cidade de Níjar de Almería. Baseados em informações do Instituto Nacional de Estatística (INE).

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estação Experimental de Cajamar 'Las Palmerillas'

Um aspecto importante visto na estação experimental de Cajamar está relacionado na parceria entre o público e o privado. Quatro desses projetos são desenvolvidos no centro de Las Palmerillas, relacionados a frutas de caroço e mudanças climáticas, cultivo sustentável de mamão no clima subtropical mediterrâneo, horticultura sustentável e criação de uma plataforma tecnológica para produção nas estufas.

Uma das funções da estação experimental de Cajamar está em adaptar os mais recentes desenvolvimentos tecnológicos à realidade do campo para promover a geração de valor, aumentando a produtividade por meio de práticas sustentáveis e uso eficiente dos recursos, e promovendo a cultura de inovação e cooperação entre os diferentes agentes da cadeia. Além de ter colaboração com centros tecnológicos, universidades e empresas de referência internacional, destacando-se as relacionadas com a recuperação de subprodutos agrícolas e a utilização de microrganismos na alimentação, farmácia e estética aplicando os mais inovadores recursos da

biotecnologia, bem como o desenho de novos recipientes e formar produtos biofuncionais para a comercialização de alimentos saudáveis e de alto valor agregado.

Figura 9 - Vista interna de uma Estufa produzindo pimentão na estação experimental de Cajamar



Fonte: autor (2022)

Figura 10 - Estufas (Invernadero) em Almería vista externa



Fonte: autor (2022)

No aspecto de tecnologia de estufas para produção agrícola em Almería, os centros experimentais de Cajamar são referência internacional no desenvolvimento de estruturas de produção abrigadas que melhoram o nível de radiação no interior da estufa, o clima e ajustam os níveis de umidade.

A identificação de novos sistemas e métodos favorece o aumento da produtividade e qualidade das fazendas com o menor impacto ambiental possível, sendo eficiente no consumo de recursos, diversificando os horários de produção e culturas, promovendo o uso de energias renováveis e, por fim, possibilitando a mecanização e automação, o que ajuda a reduzir os custos de produção e aumentar os rendimentos. Do mesmo modo, existem estudos de materiais de cobertura que reduzem pragas, melhoram a difusão da luz ou com aditivos que prolongam sua vida útil e com propriedades anti-gotejamento. Além de realizar o desenvolvimento de ferramentas informáticas para controle e gestão do clima, manuseamento ou rastreabilidade de produtos, de máquinas adaptadas às particularidades das estufas de baixo custo, e de equipamentos para aplicação de produtos fitossanitários.

Outro ponto interessante das modernas estufas experimentais de Cajamar está relacionada com a cobertura que tem mais de 25 graus de inclinação para aproveitar mais radiação nos dias mais curtos de inverno. Possuem plástico anti-gotejamento para que a água condensada durante a noite não danifique a lavoura, e possuem sistemas de ventilação que fazem com que a temperatura no verão quente seja mais baixa dentro da estufa. Este avanço e soluções biológicas contra produtos químicos são apenas dois exemplos do nível de progresso e do que muitos consideram um milagre na zona mais árida da Europa.

Figura 11 - Plástico anti-gotejamento utilizados nas Estufas de Almería



Fonte: autor (2022)

É importante ressaltar também que os investimentos em pesquisas e centros de pesquisa na região de Almería foram importantes para a economia local e no caso da agricultura intensiva de Almería, a inovação tornou-se um elemento chave para o seu crescimento e consolidação. O setor foi capaz de melhorar a sua posição competitiva nos mercados internacionais graças à

decisão de apostar pelo desenvolvimento tecnológico, na qual permitiu aumentar o grau de sofisticação tecnológico na região (AZNAR-SÁNCHEZ, 2014).

E dentro do setor de agricultura intensiva de Almería, é possível citar como exemplos de centros de pesquisa as seguintes instituições instaladas na província: Universidade de Almería, Centro IFAPA La Mojonera, Estação Experimental de Cajamar Caja Rural (Las Palmerillas), Centro Tecnológico Tecnova y Centro de Innovación y Tecnología de Coexphal. Todas elas visitadas durante o período de doutorado sanduíche realizado na Espanha. Na qual foi de grande importância para registro e validação dos indicadores que foram utilizadas na comparação com a avaliação da região do perímetro irrigado de Poção da Ribeira em Sergipe.

Foi possível avaliar e mensurar que o primeiro avanço ocorreu com a introdução da técnica do “enrenado” (que consiste na criação de um solo artificial) na qual permitiu transformar terras improdutivas em explorações prósperas com maiores rendimentos e maior precocidade na questão da produção agrícola da região. Posteriormente, começaram a serem construídas as primeiras estufas de plástico, destinadas a proporcionar uma proteção eficaz à exploração agrícola contra os ventos e as baixas temperaturas do inverno, contribuindo também para o aumento dos rendimentos, precocidade, qualidade e economia de água.

No decorrer dos anos, a componente tecnológica manteve a sua contribuição para o desenvolvimento do setor, fazendo com que as técnicas de cultivo evoluam continuamente devido à incorporação permanente de inovações que seguem um caminho incremental e respondem às necessidades e peculiaridades da área. Por outro lado, a região de Almería apresenta alguns problemas decorrentes da exploração na agricultura como por exemplo, na insurgência de pragas intensivas, devido à pressão de produção e produtividade da localidade. Pragas como, Tuta absoluta, tripses e mosca-branca são comuns nessa região e corrobora com as pesquisas de campo realizadas com produtores da região durante a visita nas propriedades agrícolas de Almería com os produtores locais.

Outros problemas encontrados na região, foram decorrentes da necessidade de mão-de-obra por parte das estufas e da falta de qualificação dos trabalhadores. Então uma das medidas para suprir essa demanda e da falta de mão-de-obra que aceita o preço pago pela hora de trabalho nas propriedades foi através da importação de trabalhadores de outros países próximos, principalmente do Marrocos e do norte da África. Visto que a proximidade desses países e da quantidade de imigrantes ilegais na região, favorecem a aceitação por parte da mão-de-obra por valores de horas trabalhadas abaixo do mercado praticado nas cidades e no meio urbano da cidade de Almería, favorecendo na contratação dessa mão-de-obra imigrante. Entretanto, as

questões culturais, religiosas e de idiomas tornaram-se um dos empecilhos para a relação de trabalhos entre proprietários das estufas e da mão-de-obra empregada no trabalho do campo.

Em entrevista com o professor Dr. Santiago Bonachela Castano, do Departamento de Agronomia da Universidade de Almería, foi relatado que um dos problemas enfrentados pelos produtores rurais da região está relacionado com a concorrência de outras regiões produtoras mais recentes. Visto que o polo e perímetro de Almería é um dos mais antigos da Europa para produção de hortaliças em estufas, mas recentemente tem encontrado concorrentes mais competitivos no mercado como por exemplo, países como Marrocos, Grécia, Egito, países do Leste europeu que apresentam algumas vantagens competitivas como é o caso de mão-de-obra barata, não surgência de pragas chaves devido ao caráter de ser regiões novas produtoras e proximidade de mercados consumidores. Por outro lado, para manter a competitividade e a vantagem competitiva no mercado europeu, a região de Almería diferencia-se através das tecnologias utilizadas e das pesquisas que melhoram e otimizam os retornos financeiros dos produtores das estufas.

Os resultados da incorporação de todas essas inovações têm sido muito positivos, embora duas devam ser destacadas. Por um lado, há a melhora nos níveis de produtividade obtidos, que mais que dobraram desde meados da década de 1970. E, por outro lado, permitiu ao setor passar de uma fase inicial cuja competitividade baseava-se em vantagens absolutas (recursos naturais e mão-de-obra) para outras baseadas em vantagens dinâmicas (qualidade e segurança alimentar).

É importante ressaltar também que no entorno da produção e comercialização de produtos horti-frutícolas, surgiram um conjunto de atividades industriais e de serviços que estão enriquecendo o sistema produtivo. A constituição deste cluster (centro regional) confere ao setor uma grande força de inovação e de melhoria da competitividade devido à intensa concorrência interna, aos fornecedores locais competitivos, ao ambiente adequado ao investimento e à criação de novas empresas, à importante concentração geográfica, aos elevados níveis de motivação e empenho, a rápida melhoria dos fatores de produção e os eficientes mecanismos formais e informais de conexão entre os membros do setor. Além de globalmente, apresenta condições favoráveis ao progresso e grande versatilidade para se adaptar às mudanças do mercado.

Figura 12 - Vista externa das Estufas (“Invernaderos”) em Almería



Fonte: autor (2022)

Agricultura Intensiva de Almería

O sistema de inovação que foi constituído no entorno da agricultura intensiva de Almería foi um fator fundamental no crescimento e na melhoria de suas competitividades. Uma das referências utilizadas na agricultura intensiva de Almería para efeitos de comparação é a da Holanda, na qual foi possível inovar em todas as áreas, desde a produção até a logística e o marketing. E a maioria das inovações surgiram a partir da iniciativa dos agentes locais que deram a resposta a partir das necessidades locais específicas. Tornando assim a pesquisa e a investigação científica um instrumento fundamental para alcançar os objetivos dos produtores e das demandas locais.

E o setor da agricultura intensiva em Almería se caracteriza pelo predomínio de pequenas e médias empresas rurais. O tamanho dessas empresas reduzidas resultou que a maioria do progresso decorreu devido a ajuda tecnológica e profissional proporcionados pelos

centros de excelência na região. E mesmo após os aportes das instituições de excelência na região, é necessário continuar com os desenvolvimentos das conexões internas e externas para impulsionar a cooperação e o intercâmbio de informações entre as instituições para aumentar cada vez mais o nível de aproveitamento do capital humano e de equipamentos, além de integrar cada vez mais os centros de pesquisas e as empresas que integram o sistema produtivo local na qual impulsionam a colaboração entre instituições internacionais.

Desde os anos 60, a agricultura intensiva da região de Almería tem sido um elemento fundamental para impulsionar a economia local, visto que é capaz de obter um alto nível de produção tanto para abastecimento de produtos agrícolas locais como para exportação. Os municípios da região de Almería produtores nas estufas agrícolas são: Dalías, Berja, El Ejido, Vívar, La Mojonera e Roquetas de Mar. Atualmente, o Campo de Dalías conta com a maior superfície de estufas do mundo. E os principais produtos produzidos na região são: Tomate, pimentão, berinjela, abobrinha, melão, melancia e pepino. Além das plantas de ornamentação e de paisagismo como rosas, crisântemos, entre outras plantas. É também na região de Almería que tem uma Indicação Geográfica (IG) com a denominação de origem do: Tomate de La Cañada-Níjar.

Uma das principais vantagens da produção nas estufas em Almería está relacionada com a capacidade do uso do plástico polietileno e o plástico estendido sobre estruturas metálicas ou postes de madeira e sustentados com arames possibilitam o calor intenso dentro das estufas mantendo a umidade e a temperatura elevada. Consequentemente possibilita a colheita antecipada de mais de um mês antes que de campo aberto e antes de outras regiões. Por isso, é possível realizar mais colheitas nessa região, além de evitar problemas decorrentes das temperaturas baixas nos períodos de inverno europeu. De acordo com Severino (2017), um dos principais problemas na produção de "invernaderos", está relacionado com a situação de mão-de-obra escassa e do alto custo das plantas enxertadas de tomate, por isso, o autor procura trabalhar formas de avaliar os efeitos da densidade de plantio por unidade de superfície e consequentemente obter melhores produtividades na produção de tomate nas estufas de "invernadero".

Atualmente são 27 mil hectares de cultivos embaixo de estufas e a região de Almería ocupa um lugar de destaque no setor de hortifruti no mundo, na qual emprega aproximadamente 120 mil pessoas e geram somente de comercialização a quantia de 2100 milhões de euros ao ano. E um dos principais países consumidores dos produtos produzidos em Almería é a Alemanha. Outra característica do mercado alemão é em relação a sua exigência, na qual é um

dos mercados mais exigentes do mundo. Outros países compradores da produção de Almería são: França, Países Baixos (Holanda), Reino Unido e Itália. Outros que importam em menor quantidade são: Bélgica, Polônia, Suécia, Dinamarca e Portugal.

Através das Estufas de Almería é possível economizar espaço e obter um maior rendimento da produção. Assim, obtém-se o uso mais racional do solo e evita o desperdício de fertilizantes, água e outros recursos fundamentais para a produção agrícola. Outro aspecto importante do cultivo nas estufas está através da possibilidade de independência com o clima exterior e consequentemente possibilita o cultivo em diferentes épocas do ano e sem ter influência dos períodos chuvosos e de inverno.

Aspectos da mão-de-obra na Espanha utilizados na Agricultura e soluções

Para resolver o problema e a questão da mão de obra na Espanha, o país vai flexibilizar regras migratórias devido à falta de mão de obra em alguns setores, como por exemplo na própria agricultura. Muitos empresários espanhóis reclamam de vagas ociosas, mesmo no momento em que a taxa de desemprego atinge cerca de 13% da população, com a marca de 2,9 milhões de pessoas.

O governo espanhol anunciou mudanças nas regras para regulamentação de imigrantes, facilitando o acesso a empregos em setores onde há falta de trabalhadores apesar de o desemprego superar os 13%, sendo assim um dos maiores da União Europeia. E dentre essas mudanças estão os imigrantes que estejam há pelo menos dois anos na Espanha em situação irregular, mas que tenham exercido algum tipo de trabalho nos seis anos anteriores, poderão desempenhar funções em atividades como o turismo e agricultura, na qual há vagas ociosas. Os candidatos ao programa também terão a opção de realizar cursos para trabalhar nesses setores (a exemplo do apresentado na figura 8). Além disso, o governo apresenta a possibilidade de concessão de residência caso esses imigrantes permaneçam em seus novos postos de trabalho.

Outros exemplos das facilidades oferecidas pelo governo espanhol para a mão-de-obra estrangeira estão relacionados com a possibilidade de facilitar reuniões familiares, concessão de vistos para os setores com mais demanda de mão-de-obra, no caso da agricultura. E de autorizar estudantes de outros países a trabalhar até 30 horas por semana durante o período de estudos e poderão entrar no mercado de trabalho espanhol posteriormente.

As estimativas são de que existam 2,9 milhões de pessoas sem trabalho na Espanha, ou 13,5% da população economicamente ativa. Mesmo assim, setores como o turismo, agricultura, construção civil e transportes enfrentam dificuldades para preencher vagas ociosas. Principalmente devido a grande parte da população local do país ter uma qualificação maior que a exigida, consequentemente para os cargos e vagas de menor qualificação, estes são preenchidos por imigrantes de diversos países subdesenvolvidos, principalmente da América latina e do norte de África.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desse modo, com o objetivo de melhorar a convivência com a escassez hídrica e promover o desenvolvimento sustentável na província de Almería - Espanha, é recomendado as seguintes ações:

- Devido à escassez hídrica na região é recomendado que todas as estruturas de estufas (invernaderos) apresentem um sistema de captação de água das chuvas e que os produtores instalem controle do sistema de irrigação, além de realizar o manejo da irrigação para otimizar seu uso com aplicação de lâminas de água na quantidade e na hora certa.
- Recomenda-se mais visitas técnicas de profissionais especializados (técnicos) para realizar assistência técnica aos produtores para que maximizem a produção.
- Incentivar o aumento da escolaridade e dos cursos de capacitação dos produtores e dos trabalhadores locais.
- Aumentar a atratividade das atividades do campo em virtude da diminuição dos trabalhadores rurais para as cidades (meio urbano).
- Incentivar o desenvolvimento de pesquisas científicas voltadas no aumento da produção e na elaboração de novas tecnologias para o desenvolvimento e convivência com a escassez hídrica e a preservação dos recursos naturais da região.

O conhecimento dos indicadores utilizados para determinação do índice de sustentabilidade em Almeria-Espanha através do trabalho apresentado por Faccioli e Gomes 2021 e a visita em loco das áreas de agricultura irrigada em Almeria-Espanha foram fundamentais para a escolha dos indicadores utilizados na determinação do índice de sustentabilidade do Perímetro Irrigado de Poção da Ribeira.

5.6 REFERÊNCIAS

AZNAR-SÁNCHEZ, J. A.; GALDEANO-GÓMEZ, E.; TAPIA-LEÓN, J. J. (2014). **Innovación y centros de investigación en la agricultura intensiva de Almería. Cuadernos de Estudios Agroalimentarios**. 6. 205-227. 2014.

CÓRDOVA, C. R.; ZORIO-GRIMA, A.; GARCÍA-BENAU, M.. Nuevas formas de *reporting* corporativo: información sobre la huella de carbono en España. **Revista de Administração de Empresas**, v. 58, n. 6, p. 537–550, nov. 2018.

CUNHA, M. M. **Desenvolvimento de um sistema embarcado para realização de manejo de irrigacao**. (tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

FACCIOLI, G. G.; GOMES FILHO, R. R. Índice de sustentabilidade: contribuições das ciências ambientais na agricultura irrigada. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (Org). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico** [recurso eletrônico]. Piracicaba: ESALQ - USP, 2021. p. 549-568.

MARTINE, G.; ALVES, J. E. D.. Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 32, n. 3, p. 433–460, set. 2015.

PACCO, H. C.; RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; NEVES, P. H.; VALENTE, R. R.. Características de tomate producido con agua tratada en interior y exterior de invernadero. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 417–425, out. 2014.

PONTES, A. G. V.; GADELHA, D.; FREITAS, B. M. C.; RIGOTTO, R. M.; FERREIRA, M. J. M.. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do

semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 11, p. 3213–3222, nov. 2013.

SANTOS, A. R. R. **Indicadores socioambientais do alto sertão sergipano: relações de poder e convivência com a seca**. (tese de doutorado) Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019.

SEVERINO, C.; ELIZONDO, R.; ÁLVARO, J. E.; OYANEDEL, E.. Densidad y manejo de ejes en plantas injertadas de tomate indeterminadas en invernadero. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 542–548, out. 2017.

SOUSA, I. F. DE .; SILVA, V. DE P. R. DA .; SABINO, F. G.; A. NETTO, A. DE O.; SILVA, B. K. N.; AZEVEDO, P. V. DE .. Evapotranspiração de referência nos perímetros irrigados do estado de Sergipe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 633–644, 2010.

6 CONCLUSÃO GERAL

A tese apresentada teve por conclusão final que o índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira está baixo, tornando insustentável ao longo do tempo visto que o valor do indicador obtido foi de 17,61283. Em uma escala que varia entre 0 e 100. Ou seja, valores entre 0-20 são insustentáveis para o ambiente do estudo da pesquisa. Por outro lado, foi possível avaliar pontos positivos no perímetro irrigado em relação a adoção de medidas para melhoria da qualidade de vida do local e outras campanhas já tiveram sucesso no perímetro irrigado por meio de ações da EMDAGRO.

Então é possível adotar ações para melhoria do índice de sustentabilidade do perímetro irrigado de Poção da Ribeira. E dentro dos fatores para melhoria da sustentabilidade local sugere-se a realização de campanhas de conscientização, entre elas como utilizar o controle biológico para minimizar o uso de agrotóxicos e de ações ao longo do tempo, como por exemplo, a capacitação do produtor quanto à aplicação da lâmina de água adequada para a cultura possibilitando o uso sustentável da água, capacitações para incremento de renda através da produção de culturas com maior valor econômico agregado e aptas para a região e capacitação para realização de coleta de solo para análise permitindo a correta recomendação de adubação nas propriedades rurais. Acrescido a estas campanhas e ações, o apoio governamental apresentando políticas públicas voltadas para o perímetro.

E, por fim, como exemplo de perímetro irrigado de sucesso, foi apresentado indicadores e informações coletadas no perímetro irrigado de Almería na Espanha, na qual foi possível identificar aspectos e abordagens que foram utilizadas localmente no perímetro de Poção da Ribeira. E entre os exemplos estão na adoção de técnicas de controle biológico, reúso e reaproveitamento de compostos orgânicos da produção de safras subsequentes e aumento da assistência técnica para os produtores locais. Além de incentivar o aumento da escolaridade e dos cursos de capacitação dos produtores e dos trabalhadores locais. E também aumentar a atratividade das atividades do campo em virtude da diminuição dos trabalhadores rurais para as cidades (meio urbano).

7 APÊNDICES

Termo de Livre Consentimento (1ª via)

Eu, _____, CPF: _____._____._____-____, declaro realizar o livre consentimento para responder o questionário referente a Perguntas sobre o perímetro irrigado de poção da Ribeira, localizado no município de Itabaiana, na qual respondi e consenti o uso das informações para o questionário respondido. E que as informações solicitadas servirão de única e exclusiva fonte para pesquisa de acordo com o estudo referente ao projeto de pesquisa do doutorando Ezio dos Santos Pinto Júnior (CPF: 060.543.644-48) e na qual se responsabiliza pela proteção das informações prestadas.

Itabaiana, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do produtor.

Termo de Livre Consentimento (2ª via)

Eu, _____, CPF: _____._____._____-____, declaro realizar o livre consentimento para responder o questionário referente a Perguntas sobre o perímetro irrigado de poção da Ribeira, localizado no município de Itabaiana, na qual respondi e consenti o uso das informações para o questionário respondido. E que as informações solicitadas servirão de única e exclusiva fonte para pesquisa de acordo com o estudo referente ao projeto de pesquisa do doutorando Ezio dos Santos Pinto Júnior (CPF: 060.543.644-48) e na qual se responsabiliza pela proteção das informações prestadas.

Itabaiana, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do produtor.