



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



Programa de Pós-Graduação
**AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO
TERRITORIAL**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - PPGADT**

MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA

**FERRAMENTAS DIGITAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DO
NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS
AGRÍCOLAS NA REGIÃO VALE DO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**JUAZEIRO
2024**

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA - UNEB
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - PPGADT**

MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA

**FERRAMENTAS DIGITAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DO
NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS
AGRÍCOLAS NA REGIÃO VALE DO
SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

Documento apresentado, no exame de defesa final de tese, ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Campus de Juazeiro-BA, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial.

Orientador: Profa. Dra. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Vanderlei Silva

Linha de Pesquisa: IV – Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento.

FICHA DE CATALOGAÇÃO

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

L834f

Loiola, Marcos Victor do Carmo

Ferramentas digitais para identificação do nível de sustentabilidade em empreendimentos agrícolas na região Vale do Submédio São Francisco / Marcos Victor do Carmo Loiola. Juazeiro-BA, 2024.

139 fls.: il.

Orientador (a): Prof.^a. Dr.^a. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.

Co orientador (a): Prof. Dr. Marcos Antônio Vanderlei Silva.

Inclui Referências

Tese (Doutorado Profissional) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências sociais. Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT, Campus III. 2024.

1. Agricultura Sustentável. 2. Avaliação da Sustentabilidade. 3. Índice de Desenvolvimento Sustentável. 4. Aspectos e Dimensões de Sustentabilidade. I. Amorim, Miriam Cavalcante. II. Silva, Marcos Antônio. I. Amorim, Miriam Cleide Cavalcante de. II. Silva, Marcos Antônio Vanderlei. III. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais. VI. Título.

CDD: 333.715


do Submédio São Francisco

Tese apresentada à Universidade do Estado da Bahia (UNEB) como requisito final para a obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial.


Aprovado em: 09/12/2024

Banca Examinadora

Juazeiro-BA, 09 de Dezembro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM
Data: 09/12/2024 11:07:51-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


Profa. Dr^a. Miriam Cleide Cavalcante De Amorim
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Orientadora - Presidente

Documento assinado digitalmente
 ALEXANDRE BOLEIRA LOPO
Data: 09/12/2024 17:16:17-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


Prof. Dr Alexandre Boleira Lopo
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 FELIPE RODRIGUES BOMFIM
Data: 09/12/2024 15:57:09-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>


Prof. Dr Felipe Rogrigues Bomfim.
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Orientadora - Presidente

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO PEREIRA FILHO
Data: 09/12/2024 12:17:28-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr Antônio Pereira Filho
Universidade do Vale S. Francisco – UNIVASF
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente
 ACACIO FIGUEIREDO NETO
Data: 09/12/2024 11:15:34-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof. Dr. Acácio Figueirêdo Neto
Universidade do Vale S. Francisco – UNIVASF
Examinador Externo

Documento assinado digitalmente
 MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA
Data: 10/12/2024 11:13:35-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Marcos Victor do Carmo Loiola
Discente

DEDICATÓRIA

DEDICO ESTE TRABALHO A TODOS ESSES SANTOS:

São Marcos,

São Vitor,

Nossa Senhora do Carmo,

e ao

Santo Inácio de Loyola,

santos que formaram meu nome:

Marcos Victor do Carmo Loiola.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Grande Arquiteto do Universo; segundo algumas religiões e sistemas de crenças, seria o principal criador do universo, principalmente do mundo material, independentemente de uma crença ou religião. Agradeço a Deus e a Jesus Cristo, criador da nossa casa comum, à nossa mãe terra e a todas as criaturas, todas as formas de vida estão interconectadas, pela minha fé e resiliência, pela minha saúde física e mental, minha paz interior, que me proporcionou condições de seguir em frente e tudo o que me foi dado para caminhar nesta trajetória desafiadora que é o Doutorado.

Agradeço aos meus pais, Maria José do Carmo Loiola e Antônio Marcondes Alves Loiola (*in memoriam*), que me deram todo carinho, amor e as bases que me trouxeram até aqui. Ao meu inesquecível avô paterno, Mário Alves Loiola (*in memoriam*), pelos seus 107 anos e 10 meses e 29 dias de vida muito bem vividos, que nos deixou um grande exemplo de vida, nos abençoando sempre ao dizer: “Deus te dê muito juízo e vergonha para cumprir com suas obrigações e responsabilidades”.

Agradeço a meus filhos, Marya Victoria Diniz Loiola e Samuel Diniz Loiola, que mesmo na minha ausência compreendem que preciso me dedicar aos estudos; serão sempre minhas principais motivações.

Agradeço à minha companheira de 25 anos de convivência, Michely Correia Diniz (meu grande amor), pelo tempo dedicado na condução da nossa família, com amor e dedicação, que me permitiu e permite continuar firme neste sonho de fazer essa investigação acadêmica desafiadora. Gratidão Sempre.

Agradeço aos meus orientadores, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim e Marcos Antônio Vanderlei Silva, que me conduziram nesta jornada e sem os quais não teria conseguido avançar. Também agradeço imensamente à minha orientadora do Mestrado, professora Alvany Santiago, que plantou a semente dos conhecimentos da importância da pesquisa na área de sustentabilidade.

Agradeço aos meus colegas, Valdineide, Rubens, Tiago, Marcos Cerqueira, que estiveram ao meu lado nos trabalhos, nas publicações e em muitas outras atividades do programa.

Agradeço também a todos os demais colegas do PPGADT Polo UNEB, que me ajudaram e acreditaram em mim; sem eles, certamente a caminhada teria sido muito mais difícil.

Agradeço a todo o corpo docente do PPGADT, pois cada um teve sua parcela de

contribuição na construção do meu aprendizado e da minha formação.

Ao perímetro público de irrigação (PPI) e ao Coordenador Técnico Agrícola pelas informações fornecidas e levantamento dos dados.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (Fapesb), pelo apoio e fomento financeiro no âmbito da Bolsa Programa de Apoio. Agradeço à Universidade do Estado da Bahia (UNEB), à UNIVASF e à UFRPE), ao Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS) do Campus III da UNEB, em Juazeiro, Bahia. Agradeço a todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

LOIOLA, M. V. C. (2024). **FERRAMENTAS DIGITAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS AGRÍCOLAS NA REGIÃO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**. Exame de Defesa de Doutorado, PPGADT Polo UNEB Juazeiro-BA.

RESUMO

O aplicativo para identificar o nível de sustentabilidade consiste em uma ferramenta computacional destinada a mensurar o nível de uma produção agrícola irrigada, com a função de identificar e aferir a sustentabilidade nos aspectos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos. A atividade agrícola no semiárido baiano tem se destacado como um dos principais impulsionadores do crescimento socioeconômico no país. No entanto, apesar do rápido progresso econômico desse setor, alguns efeitos negativos impactam a produção mais sustentável de alimentos, sendo desfavoráveis especialmente para agricultores de pequeno e médio porte. Desenvolver ferramentas digitais para identificar o nível de sustentabilidade em empreendimentos de pequenos e médios produtores agrícolas em perímetro público de irrigação na zona rural de Juazeiro, Bahia. O setor agrícola no semiárido brasileiro, especificamente, no baiano e pernambucano, tem impulsionado o crescimento socioeconômico, mas enfrenta desafios em termos de sustentabilidade, especialmente para pequenos e médios agricultores. O modelo de desenvolvimento global não sustentável exige uma avaliação detalhada da sustentabilidade, o que torna relevante o uso de indicadores e ferramentas digitais para auxiliar nesse processo. Método exploratório descritivo, com análise de dados qualitativos e quantitativos. Os participantes são pequenos e médios produtores agrícolas em uma área irrigada da zona rural de Juazeiro, Bahia. A investigação segue uma abordagem multi e interdisciplinar, com foco no tripé da sustentabilidade: ambiental, social, econômica e tecnológica. Como aferir e melhorar o nível de sustentabilidade das atividades agrícolas de pequenos e médios produtores em áreas irrigadas no semiárido baiano? Foram levantadas questões sobre os indicadores sustentáveis, bem como conhecimentos sobre agroecossistemas sustentáveis. Foi criada uma ferramenta digital e um manual para apoiar a gestão e a autoavaliação da sustentabilidade pelos produtores, registrados junto ao INPI. Diante dessa conjuntura, as discussões sobre a sustentabilidade no processo produtivo das empresas têm ganhado cada vez mais relevância, devido à mudança na percepção socioambiental resultante do modelo de desenvolvimento global não sustentável. Os resultados da pesquisa inferenciam a importância de desenvolver e aplicar ferramentas digitais para mensurar e melhorar a sustentabilidade das atividades agrícolas de pequenos e médios produtores em áreas irrigadas no semiárido baiano. Diante dos desafios relacionados à adoção de práticas sustentáveis nesse contexto, a disponibilização de uma solução tecnológica intuitiva e personalizável representa um avanço significativo, ao permitir que os próprios produtores identifiquem e monitorem os indicadores de sustentabilidade em seus empreendimentos, subsidiando a tomada de decisões orientadas para a transição rumo a sistemas agrícolas mais resilientes e alinhados com os pilares da sustentabilidade. Espera-se que essa iniciativa contribua para ampliar a adoção de práticas sustentáveis na agricultura regional, fortalecendo a competitividade do setor e os benefícios socioeconômicos e ambientais.

Palavras-chave: Agricultura sustentável. Desenvolvimento regional. Meio ambiente. Sustentabilidade. Empresas rurais. Aplicativo.

LOIOLA, M. V. C. (2025). **DIGITAL TOOLS FOR IDENTIFYING THE LEVEL OF SUSTAINABILITY IN AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE SUB-MEDIUM SÃO FRANCISCO REGION**. Doctoral Defense Exam, PPGADT Polo UNEB Juazeiro-BA.

ABSTRACT

The application to identify the level of sustainability consists of a computational tool designed to measure the level of irrigated agricultural production, with the function of identifying and assessing sustainability in environmental, social, economic and technological aspects. Agricultural activity in the semi-arid region of Bahia has stood out as one of the main drivers of socioeconomic growth in the country. However, despite the rapid economic progress of this sector, some negative effects impact more sustainable food production, being unfavorable especially for small and medium-sized farmers. Develop digital tools to identify the level of sustainability in small and medium-sized agricultural producers' enterprises in public irrigation perimeters in the rural area of Juazeiro, Bahia. The agricultural sector in the Brazilian semi-arid region, specifically in Bahia and Pernambuco, has driven socioeconomic growth, but faces challenges in terms of sustainability, especially for small and medium-sized farmers. The unsustainable global development model requires a detailed assessment of sustainability, which makes the use of digital indicators and tools relevant to assist in this process. Descriptive exploratory method, with analysis of qualitative and quantitative data. The participants are small and medium-sized agricultural producers in an irrigated area in the rural area of Juazeiro, Bahia. The research follows a multidisciplinary and interdisciplinary approach, focusing on the three pillars of sustainability: environmental, social, economic and technological. How can the level of sustainability of agricultural activities of small and medium-sized producers in irrigated areas in the semi-arid region of Bahia be measured and improved? Questions were raised about sustainable indicators, as well as knowledge about sustainable agroecosystems. A digital tool and a manual were created to support the management and self-assessment of sustainability by producers, registered with the INPI. Given this situation, discussions about sustainability in the production process of companies have gained increasing relevance, due to the change in socio-environmental perception resulting from the unsustainable global development model. The results of the research infer the importance of developing and applying digital tools to measure and improve the sustainability of agricultural activities of small and medium-sized producers in irrigated areas in the semi-arid region of Bahia. Given the challenges related to the adoption of sustainable practices in this context, the provision of an intuitive and customizable technological solution represents a significant advance, as it allows producers themselves to identify and monitor sustainability indicators in their enterprises, supporting decision-making aimed at the transition towards more resilient agricultural systems aligned with the pillars of sustainability. It is expected that this initiative will contribute to expanding the adoption of sustainable practices in regional agriculture, strengthening the sector's competitiveness and socioeconomic and environmental benefits.

Keywords: Sustainable agriculture. Regional development. Environment. Sustainability. Rural enterprises. Application.

LISTA DE FIGURAS E FLUXOGRAMA

Figura 1 – Indicadores de sustentabilidade no setor agrário	30
Figura 2 – Principais destaques analisados por sistemas de produção e dimensão da sustentabilidade	40
Figura 3 – Perímetro público de irrigação da zona rural de Juazeiro, Bahia	50
Figura 4 – Principais espécies cultivadas no projeto Perímetro Público de Irrigação, de acordo com o VBP, no ano de 2022	51
Fluxograma 1 – Etapas dos procedimentos metodológicos	54
Figura 5 – Divulgação, na rádio Web do PPI, da realização de um workshop para apresentação da proposta e levantamento de requisitos para o levantamento das informações do formulário digital/sistema	59
Figura 6 – Divulgação na sede do perímetro irrigado	60
Figura 7 – Página inicial do formulário digital em Microsoft Forms Pesquisas, formulário de coleta de dados e votações com tecnologia de IA para levantamento de dados	60
Figura 8 – Logomarca do aplicativo “APPNSF”	82
Figura 9 – Parte da logomarca com paleta de quatro cores destacando as dimensões	83
Figura 10 – Parte da logomarca com paleta verde e azul	83
Figura 11 – Parte da logomarca com amarelo e vermelho	84
Figura 12 – Tela inicial de acesso ao Microsoft Power BI	84
Figura 13 – Editor Google Apps Script	86
Figura 14 – Árvore de arquivos padrão MVC	87
Figura 15 – Diagrama de comunicação da aplicação	87
Figura 16 – Trecho de código que envia dados para o Google App Script	88

LISTA DE QUADROS E TABELA

Quadro 1 – Indicadores de sustentabilidade no setor agrário	24
Tabela 1 – Áreas dos perímetros públicos de irrigação, em operação, sob a jurisdição da Codevasf em Juazeiro, Bahia.....	49
Quadro 2 – Número de pequenos produtores, médias e grandes empresas do PPI estudado	51
Quadro 3 – Indicadores das dimensões ambiental, social e econômica segundo as diretrizes governamentais e da aquicultura e os propostos para a agricultura no presente estudo	62
Quadro 4 – Indicadores de sustentabilidade a partir dos pontos críticos mais representativos do processo de autogestão dos pequenos produtores do DINC	63
Quadro 5 – Visão geral dos tópicos da Norma de Produção Agrícola Sustentável: Agricultura	64
Quadro 6 – Indicadores das dimensões ambiental, social e econômica/tecnológica para desenvolvimento das ferramentas – software/aplicativo (programa de computador)	65
Quadro 7 – Questionamentos do aspecto ambiental: levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo	66
Quadro 8 – Questionamentos do aspecto social: levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo	68
Quadro 9 – Questionamentos do Aspecto Econômico/Tecnológico; levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução do valor bruto de produção do projeto PPI, entre os anos 2016 e 2022 ..	52
Gráfico 2 – Tela principal das ferramentas de Business Intelligence BI: Relatórios Dinâmicos e Dashboards do Power BI.....	73
Gráfico 3 – Dashboards do Power BI: Média de Sustentabilidade do pequeno e médio produtor rural, Juazeiro - BA, 2024.....	74
Gráfico 4 – Dashboards do Power BI: Média de Sustentabilidade do pequeno e médio produtor rural.....	75
Gráfico 5 – Dashboards do Power BI Média de Sustentabilidade do médio produtor rural.....	75
Gráfico 6 – Dashboards do Power BI com indicadores de todas as dimensões, apresentação em formato minimizado	76
Gráfico 7 – Dashboards do Power BI Indicadores Todas as Dimensões; apresentação em formato minimizado	72
Gráfico 8 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental em formato detalhado e com percentual do nível de sustentabilidade.....	77
Gráfico 9 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão social	78
Gráfico 10 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão social, em formato detalhado	79
Gráfico 11 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica/ tecnológica	79
Gráfico 12 – Dashboards do Power BI com Indicadores de Sustentabilidade da Dimensão Econômica/Tecnológica	80
Gráfico 13 – Dashboards do Power BI	81
Gráfico 14 – Indicadores de sustentabilidade em todas as dimensões	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA – Área de Proteção Ambiental

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba

DNG – Digital Negative

GRI – Global Reporting Initiative

IDA – Incentivo ao Desenvolvimento Associativo

IDS – Instituto para o Desenvolvimento Social

IS – Indicadores de Sustentabilidade

ISE – Índice de Sustentabilidade Empresarial

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NCL – Produtos e Serviços de Nice

OMS – Organização Mundial de Saúde

PPI – Perímetros Públicos de Irrigação

PNMA – Programa Nacional de Meio Ambiente

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPGADT – Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial

RPC – Registro de Programa de Computador

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TI – Tecnologia da Informação

UNEB – Universidade do Estado da Bahia

UNIVASF – Universidade Federal do Vale do São Francisco

VBP – Valor Bruto da Produção Agropecuária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Problematização	17
1.2 Hipótese	18
1.3 Objetivos	19
2 APORTE TEÓRICO	21
2.1 Indicadores de Sustentabilidade (IS)	21
2.2 A legislação brasileira e os meios de proteção em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade	25
2.3 Indicadores de Dimensão Ambiental (IDA)	28
2.4 Indicadores de Dimensão Econômica e Tecnológica (IDET)	33
2.5 Indicadores de Dimensão Social (IDS).....	38
2.6 Análise das tecnologias agrícolas sustentáveis e o uso de ferramentas tecnológicas.....	44
3 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1 Caracterização do local do estudo.....	48
3.2 Características da produção do local de estudo	51
3.3 Tipologia da pesquisa	53
3.4 Etapas dos procedimentos metodológicos	54
3.5 Procedimentos metodológicos	55
3.6 Instrumentos de coleta de dados	58
3.7 Análise de dados.....	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
4.1 Tecnologias agrícolas sustentáveis e o uso de ferramentas tecnológicas	62
4.2 Resultados da coleta	65
4.3 Resultados dos produtos	71
4.4 Resultados do Produto Final.....	72
4.5 Aplicativo e Ferramenta Digital Microsoft Power BI.....	82
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICES	96
Apêndice A – Produto	97
Apêndice B – Manual de uso da Planilha.....	115
Apêndice C – Manual de uso do Aplicativo.....	130
Apêndice D – Publicações.....	135

1 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola no semiárido baiano tem se destacado como um dos principais impulsionadores do crescimento socioeconômico no país, no entanto, apesar do rápido progresso econômico deste setor, tem havido efeitos negativos que impactam a produção sustentável, especialmente para os agricultores.

O nosso bioma caatinga, presente no semiárido brasileiro, se estende por toda a região Nordeste e pelo norte de Minas Gerais. A importância da fruticultura irrigada para as ações de sustentabilidade na produção do mercado local e de exportação é essencial para alavancar o desenvolvimento econômico de toda a região semiárida e de todo o país, garantindo a segurança da alimentação saudável, econômica e ambiental do Brasil.

O mercado agrícola está em constante modernização, e seguindo esse fluxo é cada vez mais necessário aferir os indicadores de sustentabilidade (Stoffel, 2014). Em especial na região do submédio do São Francisco, os polos Juazeiro-Bahia e Petrolina-Pernambuco são exemplos de desenvolvimento agrícola em áreas irrigadas do Nordeste, além de possuírem um perfil de desenvolvimento tecnológico (Sampaio; Sampaio, 2004; Silva, 2013).

Ao se desenvolver qualquer atividade produtiva no meio rural, são gerados impactos de variados níveis – ambiental, social, econômico e tecnológico. Até mesmo no sistema de produção do pequeno e do médio agricultor, no qual a degradação dos recursos naturais, da biodiversidade, e o efeito nas mudanças climáticas são mínimos, esses impactos já fazem parte das preocupações dos produtores agrícolas (Travassos *et al.*, 2014).

O cenário internacional da evidenciação ambiental (*disclosure ambiental*) está associado a várias regulamentações estabelecidas por órgãos respeitáveis e, como resultado, os produtores e investidores agrícolas escolhem conscientemente as práticas de produção que tendem a fornecer retornos, em longo prazo, superando outras produções tanto no caráter financeiro quanto no caráter socioambiental e tecnológico (Christofi; Christofi; Sisaye, 2012; Grécia, 2013; GRI, 2020).

Entretanto, quando o ato do reconhecimento de ações sustentáveis toma dimensões exponencialmente significativas, os produtores agrícolas passam a se preocupar com um cenário de ações metodológicas no sentido de atender a esse novo mercado ambientalmente responsável (Bovespa, 2009). Desta forma, para atender esse nicho de produção e criar um sistema compatível com a demanda do “desenvolvimento sustentável”, precisa-se criar parâmetros de gerenciamento da sustentabilidade ambiental, econômica e social, fornecendo subsídios aos produtores (Alves, 2020).

A Bovespa (2020), juntamente com outras instituições, criou um índice de ações que é referência para investidores socialmente responsáveis, através do Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE), com informações relacionadas aos impactos sociais, ambientais e econômicos que o produtor precisa apresentar e divulgar, independentemente de se tratar de uma empresa/produção do setor agrícola ou não, ou mesmo se se trata de um empreendimento de grande ou pequeno porte (GRI, 2020).

A agricultura sustentável envolve, de acordo com a FAO (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), fatores como conservação do solo, da água e dos recursos genéticos animais e vegetais, conservação ambiental e uso de técnicas apropriadas, economicamente viáveis e socialmente aceitáveis (Kamiyama, 2011).

Considerando as informações sobre os aspectos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos das atividades do setor agrícola do médio e do pequeno produtor, esta pesquisa centrou-se no desenvolvimento e uso de um software para a aferir índice de indicadores de sustentabilidade desses produtores nos Perímetros Públicos de Irrigação (PPI) em Juazeiro, Bahia, situados na região do Vale do São Francisco, elencando específicos indicadores, em que cada categoria possa auxiliar no reconhecimento de melhorias, além da dedicação na construção de um perfil mais informativo do produtor que deseja seguir ou aperfeiçoar o tripé da sustentabilidade de produção em escala (Tauhata, 2020).

Neste contexto, indagações podem ser emersas, tais como: “o uso de ferramentas computacionais para a avaliação de indicadores de sustentabilidade na atividade agrícola de pequenos e médios produtores rurais das cidades do submédio do Vale do São Francisco são essenciais à prática de uma agricultura sustentável?”; e “qual a necessidade do desenvolvimento e uso de TICs – Tecnologias da Informação e Comunicação – que apresentam uma proposta de metas nacionais para indicadores de sustentabilidade?” (IPEA, 2018; United Nations, 2019).

Vivemos na era da transformação digital, que trouxe novas soluções de aplicativos, softwares e incontáveis ferramentas computacionais baseadas na rede mundial de computadores, as quais estão acessíveis a dispositivos móveis e são propostas a agricultores e outros agentes no setor agrícola. No entanto, a efetividade destas soluções tecnológicas para avançar nos objetivos de avaliação de indicadores de sustentabilidade é desconhecida.

Dessa forma, com base na trajetória histórica das políticas agrícolas brasileiras, surgem questões sobre como está a sustentabilidade da autogestão dos pequenos e médios produtores que atuam em projetos e distritos de irrigação (Bellen, 2005; Aquino *et al.*, 2012). Com o intuito de desenvolver e operacionalizar a sustentabilidade, e em consonância com os debates dos pesquisadores sobre a conservação dos recursos naturais, surge a aplicação de sistemas de

indicadores que buscam mensurar a sustentabilidade do ambiente de estudo, denominados de “indicadores de sustentabilidade”, os quais atuam como uma ferramenta capaz de avaliar e analisar o nível de sustentabilidade dos agroecossistemas (Bellen, 2005; Soglio; Kubo, 2009).

Todavia, um dos maiores desafios para a avaliação qualitativa ou quantitativa da sustentabilidade é a elaboração de metodologias adequadas que permitam verificar as práticas sustentáveis dos agroecossistemas em situações reais (Masera; Astier; Lopez-Ridaura, 1999). Autores como Esquivel e Granados (2006), Speelman e colaboradores (2007), Astier, Masera e Galván-Miyoshi (2008), além de Ferreira e colegas (2011), utilizaram a metodologia de estudo de caso, de caráter exploratório e descritivo, utilizando a análise de dados qualitativos para avaliar agroecossistemas, por meio de indicadores de sustentabilidade.

Essa metodologia foi considerada ágil de ser implementada e flexível, adaptando-se ao ambiente no qual se deseja realizar a análise e operação, sendo desenvolvida para avaliar a sustentabilidade em agroecossistemas onde atuam pequenos produtores rurais de base familiar e médios produtores rurais. Conseqüentemente, esta tese se divide metodologicamente em seis etapas, tendo em conta as vantagens e limitações do processo de caracterização, coleta e análises de dados, da autoavaliação dos indicadores de sustentabilidade de uma produção agrícola da fruticultura irrigada na área dos pequenos e médios produtores, e, por conseguinte, as propostas de autoavaliação baseadas em indicadores de sustentabilidade e agricultura sustentável.

1.1 Problematização

Os agroecossistemas produzidos no contexto da agricultura familiar e média produção rural precisam de uma gestão e avaliação de indicadores de sustentabilidade eficientes e integradas; tal demanda ainda é um entrave que precisa de solução. Desta forma, quais são os principais desafios que os agroecossistemas, no contexto da agricultura familiar e média produção rural, enfrentam para implementar uma gestão eficiente e integrada de indicadores de sustentabilidade? Será que a falta de soluções tecnológicas adequadas ainda constitui um entrave significativo para esses produtores? Embora diversos estudos tenham sido realizados para impulsionar os processos produtivos, será que existe uma demanda crescente por métodos e ferramentas computacionais que ajudem os agricultores a refletir e gerenciar melhor seus agroecossistemas e cultivos?

Batalha, Buainain e Souza Filho (2004) apontaram que, no ambiente rural brasileiro, a maioria das atividades de pesquisa e desenvolvimento agropecuário focava nos processos de produção e em novos produtos, no entanto, as ferramentas de gestão, que deveriam estar

alinhadas com as tecnologias de produto e processo, estariam sendo negligenciadas. Isto é, é preciso perguntar: será que essa lacuna no uso de ferramentas de gestão persiste?

Diante disso, a pesquisa que investigou essa problemática centralizou-se na seguinte questão: como aferir e melhorar o nível de sustentabilidade das atividades agrícolas de pequenos e médios produtores em áreas irrigadas no semiárido baiano? A linha de pesquisa escolhida, “Convivência com o Semiárido, Inovações Sociotécnicas e Desenvolvimento”, está plenamente alinhada ao objetivo de responder a essas questões, e a pesquisa não só identifica os indicadores relevantes de sustentabilidade, como busca desenvolver uma ferramenta tecnológica inovadora que possa apoiar os agricultores nessa autoavaliação.

1.2 Hipótese

Diante da problematização apresentada, surge a seguinte questão: ferramentas digitais para identificação do nível de sustentabilidade em empreendimentos agrícolas no semiárido brasileiro, localizados nos Perímetros Públicos de Irrigação baianos, são essenciais para a prática de uma produção mais eficiente e sustentável?”. A identificação de indicadores de sustentabilidade, nas suas dimensões ambientais, sociais, econômicas e tecnológicas, seja em contexto prático ou em literatura especializada, pode elucidar aspectos relacionados à mensuração desses indicadores para agricultores rurais.

Isso, por sua vez, fomenta o conhecimento sobre agroecossistemas sustentáveis e contribui para o desenvolvimento territorial da fruticultura irrigada. Como resposta ao problema de pesquisa, a proposta é desenvolver uma ferramenta digital, inicialmente em formato de planilha no Excel, que permita aferir o nível de sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Essa ferramenta visa a aprimorar a gestão dos indicadores de sustentabilidade no contexto agrícola de pequenos e médios produtores, oferecendo suporte para uma administração mais eficiente, informativa e coordenada. Assim, a solução será fundamentada em tecnologias computacionais e contemplará o desenvolvimento de um software ou aplicativo, acompanhado de um manual de instruções, e tanto o software quanto a logomarca do aplicativo serão registrados junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), garantindo a proteção intelectual e o uso eficiente da ferramenta no setor agrícola.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolver ferramentas digitais para identificar o nível de sustentabilidade em empreendimentos de pequenos e médios produtores agrícolas em perímetro público de irrigação na zona rural de Juazeiro, Bahia.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar e selecionar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores agrícolas de perímetro público de irrigação a partir da literatura;
- b) Desenvolver Ferramentas Digitais de Análise dos Indicadores Sustentabilidade quatro tecnologias distintas;
- c) Organizar reunião técnica (workshop) para avaliar a usabilidade das ferramentas digitais;
- d) Registrar e proteger o código fonte do software no INPI e efetivar o registro da logomarcado aplicativo junto à Agência de Inovação da UNEB.

1.3.3 Produtos específicos

PRODUTO 1: Criação de um *Software/APP* para Avaliação de Sustentabilidade na Fruticultura Irrigada no Submédio do São Francisco. Software/Aplicativo (Programa de computador). Definição: Software é um conjunto de instruções ou declarações a serem usadas direta ou indiretamente por um computador, a fim de obter um determinado resultado. Ele é composto por um código-fonte, desenvolvido em alguma linguagem de programação (Fonte: INPI).

PRODUTO 2: Desenvolvimento de Protótipo do Microsoft Excel, de baixo custo e fácil manuseio. Exemplos: Programas de Simulação, softwares de engenharia, softwares de pesquisa operacional, controle de processos, sistemas especialistas, softwares de inteligência artificial, aplicativos educacionais, aplicativos utilizados em ambiente organizacional, planilhas eletrônicas etc.

PRODUTO 3: Orientar o uso da ferramenta *Power BI - Business Intelligence* ou “inteligência de negócios” para levantamento e estruturação de dados da pesquisa.

PRODUTO 4: Elaborar um manual de uso para a Planilha e o Software/Aplicativo,

abrangendo as ferramentas tecnológicas desenvolvidas. Definição de manual ou protocolo: conjunto das informações, decisões, normas e regras que se aplicam a determinada atividade, que encerram os conhecimentos básicos de uma ciência, uma técnica, um ofício ou procedimento. Pode ser um guia de instruções que serve para o uso de um dispositivo, para correção de problemas ou para o estabelecimento de procedimentos de trabalho. No formato de compêndio, livro/guia pequeno ou um documento/normativa, impresso ou digital, que estabelece como se deve atuar em certos procedimentos.

PRODUTO 5: Registro da logomarca do aplicativo junto ao INPI e à Agência de Inovação da UNEB.

PRODUTO 6: Registrar e proteger o código fonte do software e demais ferramentas tecnológicas junto ao INPI.

Espera-se que, com esses produtos, o agricultor possa ter mais autonomia e segurança na gestão e autoavaliação de seus processos, gerando nível de sustentabilidade do indicador da produção e obtendo, assim, o índice de desenvolvimento rural sustentável para os agricultores familiares e a média produção agrícola da fruticultura irrigada.

Estes produtos relacionados, e em especial o software/aplicativo, serão a contribuição do doutorado para incorporar os indicadores de sustentabilidade baseados na produção agrícola da fruticultura irrigada em práticas sustentáveis já identificadas na literatura, realizando coleta de dados relativos a avaliação e gestão, monitorando o desempenho produtivo e auxiliando na tomada de decisões.

Associado a esse produto principal, pretende-se fazer ainda um segundo produto, que seria o manual de operação do aplicativo/software, e seu registro junto ao INPI. Foram desenvolvidos cinco produtos entregáveis vinculados ao doutorado e à pesquisa de tese.

2 APORTE TEÓRICO

2.1 Indicadores de Sustentabilidade (IS)

Os agroecossistemas produzidos no contexto da agricultura familiar e do médio produtor rural precisam de uma gestão sustentável eficiente e integrada, pois essa demanda ainda é um entrave a ser solucionado (Marzall, 1999). Enquanto já existe o desenvolvimento de vários trabalhos para alavancar os processos de produção, observa-se a necessidade crescente de métodos e ferramentas que auxiliem o agricultor a gerir melhor os indicadores de sustentabilidade em suas lavouras (Nunes; Martins, 2019).

Um indicador de sustentabilidade é um instrumento que, a partir de sua interpretação, permite definir se um sistema é sustentável ou não, isto é, ele é apenas uma medida, cuja avaliação evidencia a capacidade de suporte de determinada área, estabelecida de acordo com os valores e objetivos que regem uma determinada realidade, podendo esta medida ser ultrapassada ou respeitada (Marzall, 1999).

Os indicadores são úteis tanto para comparar o grau de sustentabilidade entre sistemas de produção quanto para avaliar a sustentabilidade nas suas dimensões ecológica, econômica, social e tecnológica. Essa avaliação requer o estabelecimento de indicadores que possam refletir não apenas os fatores intrínsecos em operação em cada uma dessas dimensões, mas também suas interrelações (Silva, 2021).

As questões no tripé da sustentabilidade, incluindo o aspecto tecnológico, têm adquirido relevância na gestão atual das organizações (Guimarães *et al.*, 2015). Muitas empresas voltadas para a produção rural têm buscado melhorar a sua eficiência, através da implementação de práticas sustentáveis em todos os seus setores (Marzall, 1999; Mesquita Filho; Barreto, 2007). Neste contexto, os indicadores de sustentabilidade vêm sendo utilizados como forma de avaliar cadeias produtivas, com o intuito de subsidiar o direcionamento de políticas públicas, da pesquisa, da transferência de tecnologia e da assistência técnica, para resolver eventuais desafios de sustentabilidade (Gavião *et al.*, 2017; IPEA, 2018).

Atualmente, o uso de indicadores para avaliar as práticas sustentáveis de sistemas produtivos tem se multiplicado de tal forma que eles têm sido elaborados tanto por instituições públicas quanto privadas e já incorporam os mais variados tipos de dimensões (aspectos econômicos, fatores sociais, desenvolvimento ambiental, evolução do conhecimento, diversidade cultural, influência política etc.). Salienta-se a necessidade de geração e delimitação

de indicadores objetivos e mensuráveis na prática (EMBRAPA, 2014; IPEA, 2018).

Segundo Waller-Hunter (1996), a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) publicou o documento “*Indicators of Sustainable Development: Framework and Methodologies*”, conhecido como a primeira edição do *Livro Azul*. Esse documento apresentou um conjunto de 134 indicadores, posteriormente reduzidos a uma lista de 57. Essa lista foi apresentada novamente no ano 2000 e consolidada em 2001 como recomendação da CDS, com a divulgação das fichas metodológicas e diretrizes para sua utilização, atualizada na terceira edição de 2007.2 (Pretty, 2014).

No cenário brasileiro, além do desafio de construir indicadores capazes de caracterizar e subsidiar o processo de práticas sustentáveis em nível nacional, existe a necessidade de expressar a diversidade característica do país. Isso implica selecionar um conjunto de indicadores que represente uma amostra abrangente de informações. Em sua maioria, esses dados são disponibilizados pelo IBGE e por diversas outras instituições, que possuem uma base estatística sólida. Essa reunião de dados visa a subsidiar o debate sobre o desenvolvimento e as características da sustentabilidade em nosso país (Moreira *et al.*, 2023).

Ainda conforme o autor, a sociedade acadêmica está longe de esgotar a temática da produção sustentável. O produtor precisa estimular novas demandas e identificar novos parceiros na produção de informações, além de construir novas abordagens que subsidiem a conquista do desenvolvimento sustentável. O IBGE dispõe de numerosas informações estatísticas que poderiam permitir a construção de muitos indicadores relevantes e ampliariam as possibilidades de avaliação do desenvolvimento sustentável, especialmente no que diz respeito às questões econômicas e sociais (Marzall, 1999).

Entretanto, a concepção norteadora da maioria dos trabalhos nessa área é limitar-se a um conjunto de indicadores capazes de expressar as diferentes facetas da abordagem de sustentabilidade da forma mais concisa possível. Os indicadores são organizados em fichas metodológicas (GRI, 2020) que, como padrão geral, contêm a definição do indicador, a descrição de sua construção, as fontes dos dados utilizados, os comentários metodológicos auxiliares à interpretação das informações prestadas, a relevância do indicador para o desenvolvimento sustentável e uma lista de indicadores relacionados, além de quadros, gráficos e mapas (Moreira *et al.*, 2023).

É importante enfatizar que a escolha de indicadores de sustentabilidade a serem aplicados em uma área de produção agrícola não exclui a possibilidade de construção da mesma informação com outros recortes territoriais. Para muitos dos indicadores apresentados, tanto a partir da ampla base de dados oferecida pelo IBGE quanto segundo os dados fornecidos pelas

instituições colaboradoras, indicadores como “queimadas e incêndios florestais” e “áreas protegidas” podem ser apresentados juntos, auxiliando o recorte de biomas ou territórios, seguindo uma lógica proposta em 2001 pela CDS das Nações Unidas (CMMAD, 1988; Dahl *et al.*, 2018).

Conforme pontua Borges (2021), esses indicadores estão organizados em temas como atmosfera, terra, água doce, oceanos, mares e áreas costeiras, bem como biodiversidade e saneamento, totalizando dezenove indicadores. A maioria desses temas reúne indicadores que expressam pressões sobre o ambiente e envolvem questões pertinentes à política ambiental, além de terem forte influência na saúde e na qualidade de vida da população. Neste contexto, o tema “saneamento” é um bom exemplo da interpenetração das dimensões quando se toma como paradigma o desenvolvimento sustentável, cabendo seu enquadramento e análise também na dimensão social (CMMAD, 1988).

Da mesma forma, as dimensões econômica e institucional contemplam indicadores que poderiam estar presentes na dimensão ambiental. Entretanto, alguns temas ambientais são mais recentes e não contam com uma larga tradição de produção de estatísticas, resultando numa menor disponibilidade de dados para a construção dos indicadores necessários para uma abordagem mais completa (Polaz *et al.*, 2014; Dahl *et al.*, 2018; Bovespa, 2020).

Por essa razão, permanecem algumas lacunas importantes, entre as quais, o uso irracional da água, a erosão acelerada do solo, a desertificação e o tráfico e comércio de animais silvestres. Além disso, a dimensão social corresponde, especialmente, aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, à melhoria da qualidade de vida e à justiça social (Polaz *et al.*, 2014). Todavia, a questão da equidade continua sendo tratada em indicadores de vários temas que, com a finalidade de explicitar as desigualdades, são desagregados segundo o sexo, cor ou raça. As desigualdades regionais são retratadas na maioria dos mapas e dos gráficos (Oliveira, 2020).

Estes gráficos apresentam os indicadores, segundo as Unidades da Federação (UF), em ordem decrescente, de acordo com as regiões em que se encontram, permitindo, portanto, a visualização das desigualdades intrarregionais e inter-regionais (Oliveira, 2020). A dimensão econômica trata de questões relacionadas ao uso e esgotamento dos recursos naturais, à produção e gerenciamento de resíduos, ao uso de energia e ao desempenho macroeconômico e financeiro do país. Em outras palavras, esta dimensão está preocupada com a eficiência dos processos produtivos e com as alterações nas estruturas de consumo voltadas para uma reprodução econômica sustentável de longo prazo (Polaz, 2015; GRI, 2020; Oliveira, 2020).

Os diferentes aspectos desta dimensão são organizados nos temas econômicos e nos

padrões de produção e consumo, que contemplam onze indicadores (GRI, 2020). Neste contexto, o primeiro tema trata de aspectos ligados à dinâmica macroeconômica do país, refletindo, de maneira mais direta, a trajetória da economia brasileira nos anos recentes, por meio do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), do grau de endividamento, da balança comercial e da taxa de investimento.

Os temas “padrões de produção” e “consumo” refletem a forma como os recursos naturais (petróleo, gás natural, minérios) estão sendo utilizados no país. Além disso, analisam as perspectivas de esgotamento de alguns desses recursos, como o petróleo e o gás natural. As estratégias ligadas ao gerenciamento dos rejeitos do processo produtivo também são abordadas nos indicadores de reciclagem e rejeitos radioativos: geração e armazenamento (Polaz, 2015).

A dimensão institucional diz respeito à orientação política, à capacidade e ao esforço a serem despendidos por governos e pela sociedade na implementação das mudanças requeridas para uma efetiva implementação do desenvolvimento sustentável (Polaz, 2015). Esta dimensão é desdobrada nos temas “quadro institucional” e “capacidade institucional” e apresenta doze indicadores, dos dezessete indicadores de sustentabilidade (Spinosa; Moura, 2013; ONU, 2015) (Tabela 1). No âmbito desta dimensão, o tema mais significativo para a produção agrícola contempla os instrumentos políticos e legais para dar suporte ao desenvolvimento sustentável, tais como a ratificação de acordos globais e a legislação ambiental. Além disso, muitas das estratégias para estimular e construir o desenvolvimento sustentável vêm acompanhadas do envolvimento das diversas partes interessadas.

Quadro 1 – Indicadores de sustentabilidade no setor agrário

TÍTULO	ASPECTOS	AUTORES
Indicateurs de durabilité des exploitations agricoles – IDEA	Traz contribuições para propriedades de um sistema de produção agrícola sustentável, o referencial normativo com fundamentos dos objetivos da agricultura sustentável e avaliação nas dimensões do desenvolvimento sustentável (agroecológica, sócio territorial e econômica) com princípios da agroecologia, economia circular, lugar de ação coletiva na transição agroecológica e sobriedade no processo produtivo.	Zahm <i>et al.</i> (2019)
Response – inducing sustainability evaluation – RISE	Traz uma metodologia de entrevistas, indicadores e avaliações com postulados do Relatório <i>Brundtland</i> , a Agenda 21.	Grenz <i>et al.</i> (2011)
Sistema de Avaliação de Impactos Ambientais de Inovações Tecnológicas Agropecuárias – AMBITEC-AGRO	Por intermédio do sistema de <i>benchmarking</i> , usa um conjunto de matrizes multicritério que integra indicadores do desempenho, de inovações tecnológicas e de qualidade ambiental na melhoria das práticas agrícolas.	EMBRAPA (2002)

Fonte: Spinosa e Moura (2013); Marim (2020).

Outra pauta bastante discutida nos estudos consultados refere-se à substituição dos insumos químicos por alternativas orgânicas, como os biofertilizantes, em virtude dos sérios danos causados pelos primeiros à saúde ambiental e humana, além do custo dos insumos. Essa atitude é considerada um dos principais motivos pelos quais os agricultores familiares buscam a transição agroecológica em seus sistemas de produção (Marin, 2009).

2.2 A legislação brasileira e os meios de proteção em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade

Ao longo das últimas três décadas, a discussão sobre sustentabilidade tornou-se dominante no debate sobre questões ambientais, sociais, econômicas e tecnológicas, adquirindo múltiplos significados. Isso inclui a capacidade dos ecossistemas de se recuperarem das agressões humanas e do próprio ambiente, visando ao equilíbrio entre a satisfação das demandas humanas e a conservação dos recursos naturais para garantir a qualidade de vida da população, tanto no meio rural quanto nas cidades (Silva, 2021).

O método mais relevante para se atingir o objetivo comum de preservação e minimização dos impactos é regulando o uso racional dos recursos naturais. Essas regras podem ser expressas através da legislação ambiental. Segundo Assunção e Bursztyn (2001), as primeiras normas legais que afetavam direta ou indiretamente os recursos naturais do Brasil datam da época do Brasil Colônia. Elas incluíam a punição para o corte da floresta, a derrubada de algumas espécies madeireiras de valor comercial, a queimada de matas e a poluição de águas que serviam para abastecimento.

Entretanto, esses regramentos não tinham caráter preservacionista e não buscavam o desenvolvimento sustentável, eram apenas medidas voltadas para a preservação de recursos naturais de valor econômico para a coroa portuguesa (Assunção; Bursztyn, 2001). Conforme informa Raichelis (2006), em meados da década de 1930, motivado por movimentos políticos e sociais pós-Primeira Guerra, o Brasil teve inspiração para um novo momento na legislação, evidenciando uma tendência para a interferência do Estado no direito de propriedade. Ou seja, surgiu o entendimento de que a destruição de recursos naturais pode comprometer a vida humana de forma globalizada.

Dentre as primeiras leis do país que relacionam as questões ambientais, destacam-se, nesse período, o Código das Águas e o Código Florestal, ambos datados de 1934 (Brasil, 2002).

Relacionada a essas normas, observa-se também a preocupação com o uso dos recursos hídricos para o aproveitamento energético, visando a atender às demandas das novas indústrias instaladas no país, bem como com métodos para mitigar os problemas decorrentes dos períodos de seca (Brasil, 1945; Pereira, 1988).

No contexto internacional, durante os anos de 1970, houve um marco significativo no desenvolvimento de legislação ambiental mais apropriada. Um exemplo desse marco ocorreu em 1972, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, na Suécia. Nessa conferência, foi evidente a preocupação em integrar o ser humano no contexto ambiental, reconhecendo sua responsabilidade pelo ambiente. No Brasil, durante o mesmo período, houve um movimento para atrair indústrias poluidoras em prol do desenvolvimento econômico. No entanto, esse pensamento precisou ser revisto devido à pressão das agências financiadoras, que passaram a considerar as questões ambientais na avaliação de novos projetos. Nesse contexto, a qualidade de vida humana tornou-se um fator importante a ser considerado, juntamente com o desenvolvimento econômico e social, levando em conta também as questões ambientais.

Segundo Seiffert (2011b), a Conferência da ONU foi o marco inicial na discussão das consequências do desenvolvimento econômico sobre o meio ambiente e sobre o conceito de desenvolvimento sustentável. Como afirmam Cruz e Sacramento (2019), alguns encontros foram marcos referenciais para as ações necessárias em direção ao uso sustentável dos recursos hídricos. Entre eles, destacam-se a Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente realizada em Dublin, em 1992, e a Agenda 21, resultante da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada no Rio de Janeiro, no evento ECO92. Estes também foram marcos referenciais para as ações necessárias em direção ao uso dos recursos hídricos de forma sustentável.

No Brasil, em relação aos recursos hídricos, ocorreram importantes mudanças, principalmente no que diz respeito ao domínio das águas. O Código das Águas de 1934 (Brasil, 1934) desempenhou um papel crucial nesse processo, pois estabeleceu que a água pertencia aos municípios ou aos proprietários particulares da área onde ocorria o recurso. No entanto, foi a partir da década de 1970 que as mudanças começaram a ser percebidas, com a criação do Comitê de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH) e vários comitês executivos nas bacias hidrográficas mais impactadas do país (Assunção; Bursztyn, 2001). Isso levou à discussão sobre esses recursos, visando a contemplar os diversos usos da água.

Em 1981, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) foi anunciada com o objetivo de garantir condições para o desenvolvimento socioeconômico, os interesses da segurança

nacional e a proteção da dignidade da vida humana. Os princípios subjacentes incluíam a manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o uso coletivo, ou seja, teve como proposta uma compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente ecologicamente equilibrado (Brasil, 1981).

Para Rodrigues (2013), a PNMA de 1981 foi o marco inicial para o direito ambiental, com destaque para a proteção do ambiente, considerando todas as formas de vida, saindo da visão antropocêntrica até então constatada. Isto é, o homem deixou de estar ao lado do meio ambiente e passou a estar inserido nele. Ao mesmo tempo, a proteção ambiental foi alicerçada na Constituição Federal de 1988, com o surgimento do primeiro capítulo dedicado aos assuntos referentes ao meio ambiente, o Capítulo VI. Albergaria (2014) afirma que o artigo 225 da Constituição de 1988 teve seu texto considerado como um dos mais avançados do mundo. Neste artigo, observa-se a preocupação com a manutenção dos recursos naturais também para as gerações futuras.

Atualmente, os avanços relativos às questões ambientais destacaram-se com a resolução da Organização das Nações Unidas (ONU) intitulada *Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável*. Este documento foi apresentado na 70.^a Sessão da Assembleia Geral da ONU em Nova Iorque (EUA), em setembro de 2015. A resolução da Organização das Nações Unidas apresentou o documento que definiu “17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, os ODS, e 169 metas que buscam solucionar os principais desafios globais (ONU, 2015).

Este documento, especificamente os “17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”, entrou em vigor em 1.^o de janeiro de 2016 e confere uma nova agenda de ação para os próximos quinze anos. Ainda segundo a ONU (2015), o encontro em Nova Iorque foi fruto do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo, com o objetivo de propor um novo modelo global focado na erradicação da pobreza, na promoção da prosperidade e do bem-estar de todos, na proteção do meio ambiente e no combate às alterações climáticas. De acordo com o texto, para que isso aconteça, as medidas precisam ser ousadas, o que também implica desenvolver ações de grande impacto em questões relacionadas à mudança climática e a questões sociais em regiões fragilizadas pela pobreza, por conflitos, entre outros (ONU, 2015). No Brasil, o primeiro desafio desta agenda é a preparação de indicadores que possibilitarão o acompanhamento das mudanças propostas pelo documento (GRI, 2020).

Estes indicadores fazem parte de um conjunto de 230 indicadores globais que foram definidos pela Comissão de Estatística das Nações Unidas na 47.^a Sessão, ocorrida em março de 2016 (Statistical Commission, 2017), presidida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística (IBGE). O conjunto final de indicadores foi submetido aos estados-membros das Nações Unidas no aniversário de um ano da Agenda 2030, por ocasião da 71.^a Sessão da Assembleia Geral da ONU, realizada em setembro de 2016, em Nova York.

Neste contexto, os próximos eventos relacionados à Agenda 2030 e aos indicadores demonstram o comprometimento do Brasil com o desenvolvimento sustentável. Com relação aos recursos naturais, especificamente à água, destaca-se a preparação para o . Mundial da Água, do World Water Forum - 10º Fórum Mundial da Água, o qual se realizará em Bali, de 18 a 24 de maio de 2024. Este evento tem a expectativa de produzir um grande legado para a gestão de recursos hídricos no país (WWC, 2016).

2. 3 Indicadores de Dimensão Ambiental (IDA)

Nas últimas décadas, a sustentabilidade e o bem-estar ambiental ganharam atenção mundial. Assim, os indicadores de dimensão ambiental se tornaram ferramentas essenciais para avaliar e monitorar os efeitos das atividades humanas no ecossistema e na qualidade de vida das populações (Andrade, 2007). Os indicadores de dimensão ambiental são medidas quantitativas e/ou qualitativas que fornecem informações sobre o estado do meio ambiente, a pressão exercida sobre ele e como as sociedades reagem a essas pressões (Andrade, 2007). Desta forma, os indicadores tornam-se essenciais para a formulação de políticas, tomada de decisões comerciais e aumento da conscientização pública sobre questões ambientais.

Neste contexto, podemos destacar alguns aspectos que caracterizam a importância dos Indicadores de Dimensão Ambiental (IDA):

- Avaliação de impacto ambiental: os indicadores ambientais ajudam a avaliar o impacto das atividades humanas, como industrialização, urbanização e agricultura, sobre ecossistemas específicos, como florestas, oceanos e rios;
- Monitoramento da qualidade ambiental: permite acompanhar a qualidade do ar, da água e do solo ao longo do tempo, fornecendo dados essenciais para a proteção da saúde pública e dos ecossistemas;
- Gestão de recursos naturais: facilita a gestão sustentável de recursos naturais, como florestas, água e biodiversidade, ao fornecer informações sobre sua disponibilidade, uso e degradação;
- Indicação de tendências ambientais: permite identificar tendências ambientais de longo prazo, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e degradação de ecossistemas, ajudando a antecipar e mitigar impactos adversos (Callisto, 2002, p. 91-98).

Além disso, esses aspectos permitem gerar uma variedade de informações úteis para auxiliar os gestores na identificação de vulnerabilidades socioeconômicas, fragilidades

ambientais, obstáculos e possibilidades de atividades agrícolas, bem como na criação e monitoramento de programas específicos de intervenção em áreas ou situações problemáticas, de programas indutores para a adoção de práticas de adequação ambiental e socioeconômica. Todavia, se faz necessário destacar os tipos de Indicadores de Dimensão Ambiental, para assim melhor empregá-los:

- Indicadores de Pressão: medem as atividades humanas que impactam o meio ambiente, como emissões de poluentes, consumo de recursos naturais e expansão urbana;
- Indicadores de Estado: avaliam o estado ou condição do meio ambiente, como qualidade do ar, quantidade de resíduos sólidos e extensão de áreas protegidas;
- Indicadores de Resposta: analisam as respostas das sociedades a pressões ambientais, como políticas de conservação, adoção de tecnologias limpas e comportamento ambiental do consumidor (Callisto, 2002, p. 91-98).

Além disso, este sistema indica maneiras de maximizar benefícios, como acesso ao mercado e recebimento de serviços ambientais, entretanto, podem-se destacar alguns desafios na utilização de Indicadores de Dimensão Ambiental:

- Complexidade dos sistemas ambientais: os sistemas ambientais são complexos e interligados, o que dificulta a identificação de indicadores relevantes e a interpretação de seus resultados;
- Disponibilidade de dados: nem sempre há dados suficientes e confiáveis disponíveis para todos os indicadores ambientais, especialmente em países em desenvolvimento e regiões remotas;
- Interpretação e comunicação dos resultados: os resultados dos indicadores podem ser interpretados de maneiras diferentes e requerem comunicação eficaz para garantir que sejam compreendidos e utilizados corretamente por partes interessadas e formuladores de políticas (Callisto, 2002, p. 91-98).

Para Andrade (2007), os indicadores de dimensão ambiental são muito importantes para avaliar, monitorar e promover a sustentabilidade, e, para garantir que continuem sendo ferramentas eficazes para proteger o meio ambiente e melhorar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras, é necessário abordar os desafios associados à sua utilização. Contudo, o Indicador de Sustentabilidade avalia o desempenho econômico, social e ambiental de estabelecimentos rurais, ou seja, o Indicador de Dimensão Ambiental é um dos pilares a servirem de média aritmética simples entre os 23 indicadores de sustentabilidade.

Isto significa que o valor absoluto desse índice, por si só, pode não oferecer uma visão completa ou significativa para o usuário. Para que ele tenha relevância prática, é essencial realizar uma análise mais profunda e abrangente ao longo do tempo, que leve em consideração não apenas os números gerados, mas também o contexto em que esses dados foram obtidos. Além disso, é necessário estabelecer níveis de referência adequados à realidade local e

considerar as peculiaridades do sistema em questão, como o agroecossistema. A análise das tendências comportamentais desse sistema, ao longo de períodos prolongados, possibilita uma compreensão mais precisa das dinâmicas envolvidas, facilitando a tomada de decisões mais informadas e sustentáveis (Andrade, 2007). Somente através dessa abordagem sistêmica e contextualizada será possível traduzir os dados em ações práticas e eficazes para o manejo adequado e sustentável dos recursos. Neste contexto, podemos observar a Figura 1.

Figura 1 – Indicadores de Sustentabilidade no setor agrário



Fonte: Embrapa (2023).

A partir da Figura 1, observa-se que a agricultura desempenha um papel crucial na vida humana, fornecendo alimentos, fibras e matérias-primas para uma população em crescimento, no entanto, apesar do nicho de opções, as práticas agrícolas frequentemente resultam em impactos negativos ao meio ambiente, como a contaminação da água por agroquímicos, a erosão do solo, a perda de biodiversidade e a emissão de gases de efeito estufa. Para garantir a sustentabilidade ambiental na agricultura, é essencial adotar práticas e indicadores que promovam a conservação dos recursos naturais e a saúde dos ecossistemas.

Desta forma, podemos elencar os seguintes IDAs:

- a) **Gestão de agroquímicos:** a gestão adequada de agroquímicos é fundamental para minimizar os impactos negativos na saúde humana e no meio ambiente. Isso inclui a escolha criteriosa dos produtos, o uso de doses adequadas, a aplicação precisa e o manejo seguro de resíduos e embalagens. Indicadores de sustentabilidade nessa área podem incluir a redução do uso de pesticidas e herbicidas sintéticos, a adoção de práticas de manejo integrado de pragas e doenças e a implementação de sistemas agroecológicos que promovam o equilíbrio natural entre organismos e ambiente;

- b) **Gestão hídrica:** a água é um recurso essencial para a agricultura, mas seu uso inadequado pode levar à escassez e à degradação dos recursos hídricos. A gestão hídrica sustentável na agricultura envolve a implementação de práticas de conservação de água, como sistemas de irrigação eficientes, captação e armazenamento de água da chuva, e o manejo cuidadoso de fontes de água superficiais e subterrâneas. Indicadores de sustentabilidade nessa área podem incluir a redução do consumo de água por unidade de produção agrícola, a minimização da poluição da água por nutrientes e agroquímicos, e a proteção de áreas úmidas e bacias hidrográficas;
- c) **Manejo e proteção do solo:** o solo é um recurso fundamental para a produção agrícola, mas sua degradação é uma das principais ameaças à sustentabilidade ambiental. O manejo e a proteção do solo envolvem práticas como rotação de culturas, plantio direto, controle de erosão, adubação orgânica e recuperação de áreas degradadas. Indicadores de sustentabilidade nessa área podem incluir a melhoria da estrutura e fertilidade do solo, a redução da erosão e do esgotamento de nutrientes, e a promoção da biodiversidade do solo por meio de práticas agroecológicas;
- d) **Adubação verde:** a adubação verde é uma prática agrícola que envolve o cultivo de plantas de cobertura para melhorar a fertilidade do solo, controlar ervas daninhas e pragas, e fornecer alimentos para animais. Essas plantas, geralmente leguminosas, fixam o nitrogênio atmosférico no solo, reduzindo assim a necessidade de fertilizantes químicos. Indicadores de sustentabilidade nessa área podem incluir a diversidade e produtividade das plantas de cobertura, o aumento da matéria orgânica do solo e a redução da dependência de fertilizantes sintéticos;
- e) **Controle biológico de pragas:** o controle biológico de pragas é uma abordagem sustentável para o manejo de insetos, doenças e plantas invasoras na agricultura. Envolve o uso de organismos vivos, como predadores, parasitoides e microrganismos, para controlar as populações de pragas de forma natural e eficaz. Indicadores de sustentabilidade nessa área podem incluir a redução do uso de pesticidas sintéticos, o aumento da diversidade de organismos benéficos na paisagem agrícola e a promoção do equilíbrio ecológico entre pragas e seus inimigos naturais (Callisto, 2002, p. 91-98).

Por fim, para garantir a sustentabilidade ambiental na agricultura, práticas integradas devem ser implementadas e o desempenho deve ser monitorado continuamente por meio de indicadores de desempenho (Cândido, 2010). Podemos garantir a produção de alimentos saudáveis e a preservação dos ecossistemas para as gerações futuras ao promover a gestão responsável de agroquímicos, a conservação dos recursos hídricos e do solo, e o uso de métodos como adubação verde e controle biológico de pragas (Cândido, 2010).

Quando um sistema de produção agrícola ignora os indicadores de sustentabilidade ambiental, uma série de problemas pode surgir, afetando não apenas o meio ambiente como a própria viabilidade econômica e social da atividade; desta forma, podem-se elencar alguns dos problemas mais comuns associados à negligência desses indicadores:

- a) **Contaminação ambiental:** a utilização indiscriminada de agroquímicos, como pesticidas e herbicidas, sem considerar as doses adequadas, as práticas de aplicação corretas e os impactos no ecossistema circundante, pode resultar em contaminação do solo, da água e do ar. Isso não apenas prejudica a biodiversidade local, mas também pode afetar a saúde humana e a qualidade dos recursos naturais;
- b) **Escassez e degradação dos recursos hídricos:** a gestão inadequada da água na agricultura, incluindo o uso excessivo para irrigação, o desperdício e a poluição, pode levar à escassez e à degradação dos recursos hídricos. Isso afeta não apenas a disponibilidade de água para uso agrícola, mas também para consumo humano,

industrial e ambiental;

c) Degradação do solo: a falta de práticas adequadas de manejo do solo, como o plantio direto, a rotação de culturas e o controle da erosão, pode resultar na degradação da qualidade do solo. Isso pode reduzir a produtividade agrícola ao longo do tempo e aumentar a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos, como secas e enchentes;

d) Dependência de fertilizantes químicos: ignorar práticas sustentáveis de adubação, como a adubação verde e a utilização de fertilizantes orgânicos, pode levar a uma maior dependência de fertilizantes químicos sintéticos. Isso não apenas aumenta os custos de produção para os agricultores, mas também contribui para a poluição do solo e da água por nutrientes em excesso;

e) Desequilíbrio ecológico: a não promoção do controle biológico de pragas e a falta de diversificação de culturas podem resultar em desequilíbrios ecológicos, aumentando a incidência de pragas e doenças e reduzindo a resiliência do agroecossistema a longo prazo. Isso pode levar a ciclos de dependência de pesticidas e à perda de biodiversidade.

Ainda alicerçado nas afirmativas de Cândido (2010), a ignorância dos indicadores de sustentabilidade ambiental na agricultura pode resultar em impactos negativos significativos ao meio ambiente, à saúde humana e à economia rural, portanto, é crucial que os agricultores e os responsáveis pela tomada de decisões considerem cuidadosamente esses indicadores ao planejar e gerenciar sistemas de produção agrícola, visando a garantir uma abordagem mais equilibrada e sustentável para a agricultura.

Neste caso, pode-se exemplificar um cenário corriqueiro enfrentado pelo produtor agrícola, isto é, numa fazenda familiar localizada em uma região no interior do Brasil, o agricultor “João” decide implementar um sistema de produção integrado que leve em consideração os indicadores de gestão de agroquímicos, gestão hídrica, manejo e proteção do solo, adubação verde e controle biológico de pragas.

a) Gestão de agroquímicos: João realiza uma análise detalhada das pragas e doenças presentes em suas culturas e adota uma abordagem de manejo integrado de pragas. Ele reduz o uso de pesticidas sintéticos, optando por produtos mais seletivos e menos tóxicos sempre que possível. Além disso, implementa medidas preventivas, como rotação de culturas e plantio de espécies repelentes de insetos.

b) Gestão hídrica: para otimizar o uso da água, João investe em sistemas de irrigação por gotejamento e utiliza técnicas de captação e armazenamento de água da chuva. Ele também implementa práticas de conservação do solo, como o plantio em nível e a cobertura morta, para reduzir a erosão e aumentar a infiltração de água no solo.

c) Manejo e proteção do solo: João adota o plantio direto e a rotação de culturas para melhorar a estrutura do solo e aumentar a matéria orgânica. Ele também utiliza adubos verdes, como leguminosas, para fixar o nitrogênio no solo e reduzir a necessidade de fertilizantes químicos. Além disso, implementa práticas de conservação, como faixas de vegetação nativa ao redor dos cursos d'água, para proteger o solo contra a erosão.

d) Adubação verde: João planta leguminosas, como feijão-de-porco e mucuna, entre as fileiras de suas culturas principais. Essas plantas ajudam a melhorar a fertilidade do solo, reduzem a compactação e a erosão e fornecem alimento para o gado durante a entressafra.

e) Controle biológico de pragas: João introduz organismos benéficos, como joaninhas e vespas parasitoides, em sua lavoura para controlar naturalmente as populações de pragas. Ele também preserva áreas de vegetação nativa ao redor de sua

propriedade para fornecer habitat e refúgio para os inimigos naturais das pragas.

Como resultado dessas práticas, a “fazenda de João” observa uma redução significativa no uso de agroquímicos, uma melhoria na qualidade da água e do solo, um aumento na biodiversidade e na produtividade das culturas, e uma maior resiliência do sistema agrícola a eventos climáticos extremos; além disso, a produção de “João” pode tornar-se um exemplo de sucesso de agricultura sustentável na comunidade local, inspirando outros agricultores a adotarem práticas semelhantes.

2.4 Indicadores de Dimensão Social (IDS)

A qualidade de vida, o bem-estar e a equidade entre seus membros constituem a dimensão social de uma sociedade. Na avaliação do progresso social, os indicadores sociais identificam obstáculos, desigualdades e áreas que precisam de intervenção para tornar a sociedade mais justa e inclusiva. Uma variedade de fatores que impactam o bem-estar das pessoas inclui acesso a saúde, educação, moradia, emprego, segurança alimentar e participação na vida social (Gliessman, 2009).

Os indicadores sociais são ferramentas essenciais para medir e acompanhar o progresso nessas áreas importantes, bem como para informar programas e políticas destinados ao desenvolvimento humano (Gliessman, 2009).

Ainda segundo Gliessamn (2009), a busca por uma agricultura sustentável requer a concentração de esforços para valorizar e conservar a diversidade biológica, todavia, não esquecendo a diversidade relacionada à sustentabilidade dos sistemas agrários, bem como a importância dos Indicadores de Dimensão Social nesse processo:

- Avaliação do bem-estar: os indicadores sociais permitem avaliar o nível de bem-estar e qualidade de vida da população, fornecendo informações sobre acesso a serviços básicos, segurança alimentar, habitação adequada e padrões de vida;
- Identificação de desigualdades e vulnerabilidades: ao analisar indicadores sociais, é possível identificar desigualdades e disparidades socioeconômicas entre diferentes grupos populacionais, como gênero, raça, etnia, idade e localização geográfica;
- Monitoramento de políticas públicas: os indicadores sociais são utilizados para monitorar e avaliar o impacto de políticas públicas e programas sociais, permitindo ajustes e intervenções para garantir que atendam às necessidades da população mais vulnerável;
- Engajamento da sociedade civil: ao disponibilizar informações sobre o estado social de uma comunidade, os indicadores sociais promovem o engajamento da sociedade civil, incentivando a participação cívica e a defesa de direitos.

Todavia, por este ser o IS mais abrangente, se faz necessário compreender quais são os tipos de Indicadores de Dimensão Social, bem como sua exemplificação:

- Indicadores de Saúde: incluem taxas de mortalidade infantil, expectativa de vida ao nascer, acesso a serviços de saúde e prevalência de doenças crônicas.
- Indicadores de Educação: englobam taxas de alfabetização, matrícula escolar, taxa de conclusão de ensino fundamental e acesso à educação de qualidade.
- Indicadores de Emprego e Renda: compreendem taxa de desemprego, renda média, desigualdade de renda e acesso a oportunidades de emprego digno.
- Indicadores de Moradia e Condições de Vida: incluem acesso a moradia adequada, saneamento básico, água potável, eletricidade e segurança alimentar.

Esse conceito proporciona uma estrutura com a qual podemos analisar os sistemas, todavia, não apresenta com êxito quais são os desafios na utilização de Indicadores de Dimensão Social, conforme mencionado por Silva e colaboradores (2017) e por De Meyer e outros (2014):

- Qualidade e disponibilidade dos dados: nem sempre há dados confiáveis e atualizados disponíveis para todos os indicadores sociais, especialmente em países em desenvolvimento e comunidades marginalizadas.
- Interpretação e contextualização dos resultados: a interpretação dos indicadores sociais requer análise cuidadosa do contexto social, econômico e cultural, levando em consideração as necessidades e prioridades da população.
- Desafios na mensuração de aspectos subjetivos: alguns aspectos do bem-estar humano, como felicidade, satisfação com a vida e qualidade de relacionamentos, são difíceis de mensurar objetivamente e podem requerer abordagens qualitativas complementares.

Para De Meyer e colegas (2014), a avaliação do progresso em direção a uma sociedade mais justa, equitativa e inclusiva depende de indicadores de dimensão social, e ao fornecer informações sobre as condições de vida e o bem-estar humano, esses indicadores ajudam na orientação de políticas e programas que visam a promover o desenvolvimento humano e garantir que nenhum indivíduo seja deixado para trás. No entanto, é fundamental reconhecer as dificuldades relacionadas à coleta, interpretação e aplicação desses indicadores, a fim de melhorar continuamente sua qualidade e relevância para ajudar a informar decisões e ações que impactam a vida das pessoas (De Meyer *et al.*, 2014).

Portanto, pode-se classificar os Indicadores de Dimensão Social (IDS) como métricas utilizadas para avaliar e monitorar diversos aspectos relacionados ao bem-estar social e à qualidade de vida das pessoas em uma determinada comunidade, região ou país, e esses indicadores são fundamentais para compreender o impacto das políticas públicas, programas de desenvolvimento e outras intervenções sociais sobre a população.

Alguns exemplos comuns de IDS incluem:

- a) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): é um dos indicadores mais conhecidos e abrangentes, que considera fatores como educação, saúde e renda per capita para medir o desenvolvimento humano em diferentes países.
- b) Taxa de alfabetização: indica a proporção da população que possui habilidades básicas de leitura e escrita.
- c) Expectativa de vida: reflete a média de anos que uma pessoa pode esperar viver em uma determinada região.
- d) Taxa de mortalidade infantil: indica o número de óbitos de crianças com menos de um ano de idade a cada mil nascidos vivos, sendo um importante indicador da qualidade dos serviços de saúde materno-infantil.
- e) Taxa de desemprego: representa a proporção da força de trabalho desempregada em relação à força de trabalho total, refletindo a disponibilidade de oportunidades de emprego na economia.
- f) Acesso a serviços básicos: inclui indicadores como acesso à água potável, saneamento básico, eletricidade, transporte público, entre outros, que são essenciais para o bem-estar e a qualidade de vida das pessoas.
- g) Índice de Gini: mede o grau de desigualdade na distribuição de renda em uma determinada sociedade, sendo que, quanto mais próximo de 1, maior é a desigualdade.
- h) Participação política: refere-se à proporção de mulheres e minorias em cargos políticos e governamentais, indicando o nível de representatividade e inclusão social na tomada de decisões.
- i) Índice de felicidade: em alguns casos, são utilizados indicadores subjetivos, como pesquisas de satisfação e bem-estar subjetivo, para medir a felicidade e a qualidade de vida percebida pela população.

Esses são apenas alguns exemplos de Indicadores de Dimensão Social, que podem variar de acordo com o contexto específico e os objetivos de cada análise ou pesquisa. Além disso, o uso e a análise desses indicadores são essenciais para orientar políticas e estratégias que visem à promoção do desenvolvimento social, à redução das desigualdades e ao aumento do bem-estar da população (De Meyer *et al.*, 2014).

Nesta perspectiva, a agricultura desempenha um papel fundamental, não apenas na produção de alimentos, mas também no desenvolvimento social das comunidades rurais, e os Indicadores de Dimensão Social na agricultura são essenciais para monitorar e avaliar o impacto das atividades agrícolas nas pessoas e nas comunidades, garantindo o desenvolvimento humano e a equidade no setor (De Meyer *et al.*, 2014).

Desta forma, podemos elencar algumas dessas ações do IDS:

a) Linhas de Crédito: empoderando agricultores e comunidades rurais

O acesso a linhas de crédito é crucial para os agricultores, especialmente para pequenos produtores e agricultores familiares, que muitas vezes enfrentam dificuldades financeiras para investir em suas atividades agrícolas. Indicadores relacionados a linhas de crédito incluem a disponibilidade de crédito agrícola, o número de agricultores que acessam essas linhas e a taxa de juros cobrada, garantindo que os recursos financeiros estejam disponíveis de forma acessível e sustentável para todos os agricultores.

b) Gestão Financeira: promovendo a sustentabilidade econômica e social

Uma gestão financeira eficaz é essencial para garantir a sustentabilidade econômica e social das atividades agrícolas. Indicadores de gestão financeira incluem a eficiência no uso de recursos financeiros, a rentabilidade das atividades agrícolas e a equidade na distribuição de renda entre os agricultores e suas comunidades. Uma gestão financeira transparente e responsável promove a estabilidade econômica e social, garantindo o bem-estar das pessoas envolvidas na agricultura.

c) Regularização do Cadastro Ambiental Rural (CAR): promovendo a regularização fundiária e a segurança jurídica

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um instrumento fundamental para a regularização fundiária e a gestão ambiental das propriedades rurais. Indicadores relacionados ao CAR incluem o número de propriedades cadastradas, a precisão e integridade das informações registradas e o cumprimento das obrigações legais pelos agricultores. Uma regularização eficaz do CAR promove a segurança jurídica das propriedades rurais, reduzindo conflitos fundiários e promovendo o desenvolvimento social e econômico das comunidades rurais.

d) Agricultura 5.0: inclusão digital e inovação social na agricultura

A agricultura 5.0 representa uma abordagem inovadora que combina tecnologia digital com princípios de inclusão social e sustentabilidade. Indicadores relacionados à agricultura 5.0 incluem o acesso à tecnologia digital nas áreas rurais, a inclusão de grupos marginalizados na adoção de novas tecnologias e o impacto das inovações sociais na produtividade e qualidade de vida dos agricultores. Uma agricultura 5.0 bem-sucedida promove a inclusão digital e a equidade de gênero e geração, garantindo que todos os agricultores possam se beneficiar das oportunidades oferecidas pela revolução digital na agricultura.

Portanto, os indicadores de dimensão social na agricultura desempenham um papel crucial na promoção do desenvolvimento humano e da equidade nas comunidades rurais, e ao monitorar e avaliar aspectos como acesso a crédito, gestão financeira, regularização fundiária e inclusão digital, podemos garantir que a agricultura contribua para o bem-estar e a prosperidade de todos os envolvidos no setor. Por outro lado, quando um sistema de produção ignora os indicadores de dimensão social, diversos problemas podem surgir, afetando não apenas os trabalhadores rurais, mas também a comunidade e o ambiente como um todo.

Ou seja, existem alguns dos problemas mais comuns associados à negligência desses indicadores, tais como:

- a) Desigualdade social: a falta de atenção aos indicadores de dimensão social pode levar a disparidades significativas de renda e acesso a recursos entre os trabalhadores rurais. Isso pode resultar em um aumento da desigualdade social, com alguns agricultores recebendo salários injustos ou enfrentando condições de trabalho precárias, enquanto outros desfrutam de privilégios e benefícios injustos.
- b) Condições de trabalho precárias: a ausência de indicadores de gestão financeira e condições de trabalho adequadas pode levar a condições de trabalho precárias, como longas horas de trabalho, falta de proteção laboral, exposição a produtos químicos tóxicos sem equipamento de proteção adequado e falta de acesso a cuidados de saúde adequados.
- c) Exclusão social: a falta de linhas de crédito acessíveis e programas de regularização fundiária pode excluir muitos trabalhadores rurais, especialmente pequenos agricultores e comunidades tradicionais, do acesso a recursos financeiros e oportunidades de desenvolvimento. Isso pode perpetuar o ciclo de pobreza e marginalização nessas comunidades.
- d) Impactos ambientais negativos: a agricultura desregulada e não planejada, como na agricultura 5.0, pode levar a impactos ambientais significativos, como desmatamento, erosão do solo, poluição da água e perda de biodiversidade. Esses impactos afetam não apenas os trabalhadores rurais, mas também as comunidades vizinhas e os ecossistemas locais, comprometendo a sustentabilidade a longo prazo da agricultura.
- e) Conflitos sociais: a falta de regularização fundiária e a má gestão dos recursos naturais podem levar a conflitos sociais entre diferentes grupos de agricultores, comunidades locais e empresas agrícolas. Esses conflitos podem resultar em violência, deslocamento forçado e instabilidade social, criando um ambiente adverso para o desenvolvimento rural sustentável.

Desta forma, a ignorância dos indicadores de dimensão social na agricultura pode levar a uma série de problemas sociais, econômicos e ambientais, minando os esforços para alcançar uma agricultura sustentável e inclusiva, assim, torna-se essencial que os sistemas de produção considerem cuidadosamente esses indicadores e adotem práticas que promovam a equidade, a justiça social e o bem-estar de todos os envolvidos na cadeia de produção agrícola.

Além disso, podemos reutilizar o exemplo da comunidade rural do interior da Bahia, na qual um grupo de agricultores decidiu formar uma cooperativa agrícola para melhorar suas condições de trabalho e promover o desenvolvimento econômico local. Depois de receberem apoio do governo local, que forneceu linhas de crédito acessíveis para aquisição de equipamentos agrícolas e insumos, além de assistência técnica para implementar práticas sustentáveis de cultivo, os agricultores garantiram que a cooperativa fosse gerida de forma democrática, com participação igualitária de homens e mulheres.

Ou seja, eles promovem a inclusão de jovens e mulheres nas atividades agrícolas, oferecendo treinamentos e oportunidades de capacitação. Além disso, os agricultores adotam práticas agrícolas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas, o cultivo de plantas de

cobertura e a rotação de culturas. Do mesmo modo, implementam sistemas de gestão financeira transparentes e eficientes, garantindo que os lucros sejam distribuídos de forma justa entre os membros da cooperativa. Consequentemente, a cooperativa também investe na melhoria das condições de habitação rural, construindo casas seguras e acessíveis para os agricultores e suas famílias. Colaboram, ainda, com as autoridades locais para regularizar as terras da comunidade, garantindo a segurança jurídica e o acesso equitativo aos recursos naturais.

Como resultado dessas iniciativas, a comunidade rural continua a prosperar, e os agricultores têm uma renda estável e melhor qualidade de vida, com acesso a moradias adequadas, serviços básicos e educação. Portanto, a cooperativa se torna um modelo de sucesso para o desenvolvimento rural sustentável, inspirando outras comunidades a seguirem o seu exemplo.

2.5 Indicadores de Dimensão Econômica e Tecnológica (IDET)

A medição e a avaliação do progresso tecnológico e econômico são essenciais para o desenvolvimento sustentável. Os indicadores econômicos e tecnológicos desempenham um papel importante nesse processo, pois fornecem dados e *insights* que moldam políticas, estratégias empresariais e investimentos em inovação, desta forma, a capacidade de uma sociedade de produzir riqueza, promover o crescimento sustentável e enfrentar os desafios da era digital é refletida em sua dimensão econômica e tecnológica (Ferreira *et al.*, 2011). Nessa área, os indicadores fornecem uma visão abrangente do desempenho econômico e da adoção de tecnologia em uma variedade de setores econômicos.

Neste contexto, podemos destacar alguns aspectos que caracterizam a importância dos Indicadores de Dimensão Econômica e Tecnológica:

- Avaliação do desempenho econômico: os indicadores econômicos, como o Produto Interno Bruto (PIB), a taxa de desemprego e o Índice de Preços ao Consumidor (IPC), fornecem insights sobre o estado da economia, ajudando a identificar tendências de crescimento, recessão e inflação;
- Monitoramento da inovação tecnológica: os indicadores tecnológicos, como investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), patentes registradas e adoção de tecnologias digitais, permitem acompanhar o progresso na inovação e na modernização de processos produtivos;
- Tomada de decisão empresarial: empresas utilizam indicadores econômicos e tecnológicos para avaliar a viabilidade de investimentos, identificar oportunidades de mercado e desenvolver estratégias de competitividade;
- Formulação de políticas públicas: governos utilizam indicadores econômicos para desenvolver políticas de crescimento econômico inclusivo, promover o emprego e reduzir desigualdades, enquanto indicadores tecnológicos orientam políticas de inovação e transformação digital (Callisto, 2002).

Conseqüentemente, podem-se elencar os tipos de Indicadores de Dimensão Econômica e Tecnológica, de acordo com sua função no campo:

- Indicadores de Desempenho Econômico: incluem indicadores macroeconômicos (PIB, taxa de crescimento econômico) e indicadores setoriais (produção industrial, investimentos em infraestrutura).
- Indicadores de Inovação Tecnológica: englobam indicadores de investimento em P&D, número de patentes registradas, índices de adoção de tecnologias digitais e grau de penetração da internet e do acesso à tecnologia.
- Indicadores de Competitividade: avaliam a posição de um país ou região em relação a seus concorrentes globais, considerando fatores como produtividade, qualidade da infraestrutura e ambiente de negócios (Callisto, 2002).

As empresas agrícolas no Brasil geralmente adotam práticas ambientais conhecidas como “fim de tubo”, isto é, existe a ilusão de que o tratamento de esgoto e descarte de resíduos, a reciclagem e a disposição de resíduos reduzem os efeitos ambientais, todavia, existem outros desafios, como na utilização de Indicadores de Dimensão Econômica e Tecnológica, tais como:

- Disponibilidade e qualidade dos dados: nem sempre há dados confiáveis e atualizados disponíveis para todos os indicadores econômicos e tecnológicos, especialmente em países em desenvolvimento e setores emergentes da economia;
- Interpretação e contextualização dos resultados: a interpretação dos indicadores econômicos e tecnológicos requer análise cuidadosa do contexto econômico e social, levando em consideração variáveis externas e tendências de longo prazo;
- Mudanças na economia digital: a rápida evolução da economia digital apresenta desafios para a mensuração e avaliação do progresso tecnológico, exigindo a adaptação e atualização constante dos indicadores existentes (Kohl; Sellito, 2009.).

Os indicadores de dimensão econômica e tecnológica são essenciais para a formulação de políticas, tomada de decisões empresariais e monitoramento do progresso em direção ao desenvolvimento sustentável, no entanto, para garantir que esses indicadores contribuam efetivamente para o crescimento econômico e a inovação tecnológica, é imperativo lidar com as dificuldades relacionadas à coleta, interpretação e aplicação desses indicadores, bem como com os seus aspectos a serem analisados (Qiu *et al.*, 2007).

Figura 2 – Principais destaques analisados por sistemas de produção e dimensão da sustentabilidade

Dimensão da Sustentabilidade	Sistema de Produção		
	Sistemas de Integração	Lavoura de grãos	Pecuária
Econômica	Maiores produtividades Maior eficiência no uso de fertilizantes, pesticidas e combustível Maiores valores de mercado para o preço da terra Menor média de consumo de combustível	Maiores áreas de produção (média de 2.648,5 ha) Períodos mais longos na atividade Maiores lucros brutos Maiores custos de produção	Grandes áreas de produção (média de 1.120 ha) Menores lucros brutos Maiores níveis de endividamento Menores valores de mercado para o preço da terra
Ambiental	Menores perdas de solo superficial Menores emissões de gases de efeito estufa (GEE)	Menor percentual de cobertura florestal na fazenda Maior taxa de escoamento superficial	Maiores perdas de solo superficial Menores quantidades de fertilizantes e pesticidas usados, mas valores mais altos na relação fertilizante/energia de produtos produzidos, indicando baixa eficiência de uso de insumos
Social	Maiores níveis de escolaridade Melhor qualidade de emprego Maior oferta de cursos e capacitações Maior frequência de divisão de lucros	Gerentes com os maiores salários	Gerentes com os menores salários

Fonte: Embrapa (2023).

Observa-se, na Figura 2, que os indicadores de dimensão econômica e tecnológica são medidas fáceis de serem utilizadas para avaliar o desempenho e o impacto das atividades econômicas e tecnológicas em diversos setores, incluindo a agricultura. Quando bem empregados, eles podem fornecer informações sobre a eficiência, a produtividade, a inovação e a sustentabilidade dessas atividades (Qiu *et al.*, 2007). Nestas perspectivas, alguns exemplos de indicadores nesta dimensão incluem:

- a) Produto Interno Bruto (PIB) Agrícola: o PIB agrícola mede o valor total de todos os bens e serviços produzidos no setor agrícola de um país em um determinado período. Ele é um indicador-chave da contribuição do setor agrícola para a economia geral.
- b) Renda Agrícola: a renda agrícola refere-se ao montante total de dinheiro gerado pela venda de produtos agrícolas. Esse indicador é importante para avaliar a viabilidade econômica das atividades agrícolas e o padrão de vida dos agricultores.
- c) Custo de Produção Agrícola: o custo de produção agrícola inclui todos os gastos incorridos na produção de culturas ou criação de animais, como custos com insumos, mão de obra, equipamentos e manutenção. Esse indicador é fundamental para avaliar a eficiência e a rentabilidade das operações agrícolas.
- d) Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Agrícola: o investimento em P&D agrícola mede os recursos financeiros dedicados à pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, práticas e produtos agrícolas. Esse indicador é importante para avaliar o nível de inovação e a capacidade de adaptação do setor agrícola às mudanças ambientais e de mercado.
- e) Adoção de Tecnologias Agrícolas Avançadas: esse indicador avalia o grau de adoção de tecnologias avançadas na agricultura, como sistemas de irrigação de precisão, agricultura de precisão, biotecnologia e drones agrícolas. Ele fornece insights sobre a modernização e eficiência das práticas agrícolas.
- f) Taxa de Crescimento da Produtividade Agrícola: a taxa de crescimento da produtividade agrícola compara a produção agrícola com o uso de insumos, como terra, trabalho e capital. Ela reflete a eficiência com que os recursos são utilizados na produção agrícola e sua capacidade de aumentar a produção ao longo do tempo.

Ainda segundo Qiu e colaboradores (2007), esses são apenas alguns exemplos de indicadores de dimensão econômica e tecnológica na agricultura, sendo eles essenciais para avaliar o desempenho e o impacto econômico das atividades agrícolas e orientar políticas e estratégias para promover o desenvolvimento sustentável do setor. Além disso, no aspecto financeiro, a agricultura desempenha um papel fundamental na economia global, fornecendo alimentos, fibras e matérias-primas para milhões de pessoas em todo o mundo; no entanto, para garantir um desenvolvimento rural sustentável, é crucial monitorar e avaliar diferentes aspectos econômicos e tecnológicos do setor (Andrade, 2007).

Ou seja, os indicadores de dimensão econômica e tecnológica desempenham um papel fundamental, fornecendo *insights* valiosos sobre o desempenho, a eficiência e o impacto das atividades agrícolas, assim como aponta processos para o crescimento profissional do agricultor, tais como:

a) *Cooperativismo na Agricultura: fomentando a cooperação e o desenvolvimento econômico*

O cooperativismo na agricultura é um modelo econômico e social baseado na cooperação entre produtores rurais. As cooperativas agrícolas permitem que os agricultores se unam para acessar mercados, insumos e serviços de forma mais eficiente e equitativa. Indicadores de cooperativismo incluem o número de cooperativas agrícolas, o volume de negócios gerado por essas cooperativas e o impacto socioeconômico das atividades cooperativas na comunidade rural.

b) *Participação das mulheres no campo: empoderando e promovendo a igualdade de gênero*

A participação das mulheres no campo é crucial para o desenvolvimento sustentável da agricultura. As mulheres desempenham um papel vital em todas as etapas da produção agrícola, desde o plantio e a colheita até o processamento e a comercialização. Indicadores de participação das mulheres incluem a proporção de mulheres envolvidas na agricultura, acesso das mulheres à terra e recursos produtivos, e seu envolvimento em tomadas de decisão no setor agrícola.

c) *Habitação rural: garantindo condições adequadas de moradia para os agricultores*

A habitação rural é essencial para garantir o bem-estar e a qualidade de vida dos agricultores e suas famílias. Indicadores de habitação rural incluem a proporção de famílias

rurais com acesso a moradias adequadas, serviços básicos como água potável e eletricidade, e infraestrutura de transporte e comunicação nas áreas rurais.

d) Benefícios do Governo: apoiando o desenvolvimento econômico e social no campo

Os benefícios do governo desempenham um papel crucial no apoio ao desenvolvimento rural sustentável. Isso inclui subsídios, incentivos fiscais, programas de crédito agrícola e assistência técnica para agricultores. Indicadores de benefícios do governo incluem o volume de recursos alocados para programas de desenvolvimento rural, o número de agricultores beneficiados por esses programas e o impacto desses benefícios no aumento da produtividade e renda agrícola.

e) Extensão e pesquisa no campo: promovendo a inovação e a adoção de tecnologias sustentáveis

A extensão e a pesquisa no campo desempenham um papel crucial na promoção da inovação e adoção de tecnologias sustentáveis na agricultura. Isso inclui programas de extensão agrícola para disseminar conhecimentos e boas práticas, bem como pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias. Indicadores de extensão e pesquisa no campo incluem o número de programas de extensão agrícola, investimentos em pesquisa e adoção de tecnologias inovadoras pelos agricultores.

Para Furtado (2003), os indicadores de dimensão econômica e tecnológica na agricultura desempenham um papel crucial no monitoramento e avaliação do desenvolvimento rural sustentável, e ao fornecer *insights* sobre aspectos como cooperativismo, participação das mulheres, habitação rural, benefícios do governo e extensão e pesquisa no campo, esses indicadores ajudam a orientar políticas e estratégias para promover uma agricultura mais eficiente, inclusiva e sustentável.

Por outro lado, quando um sistema de produção ignora os indicadores de dimensão econômica e tecnológica na agricultura, uma série de problemas pode surgir, afetando tanto os agricultores quanto o desenvolvimento rural sustentável. Desta forma, podem-se destacar alguns desses problemas:

- a) Desigualdade e exclusão social: ignorar indicadores como cooperativismo e participação das mulheres pode levar à perpetuação da desigualdade e exclusão social no campo. A falta de cooperação entre os agricultores pode dificultar o acesso a mercados e insumos, especialmente para pequenos produtores. Além disso, a exclusão das mulheres das decisões agrícolas e do acesso a recursos pode limitar seu potencial

de contribuição para a economia rural.

b) Condições precárias de moradia e infraestrutura: a falta de atenção aos indicadores de habitação rural pode resultar em condições precárias de moradia e infraestrutura nas áreas rurais. Isso pode afetar negativamente o bem-estar e a qualidade de vida dos agricultores e suas famílias, dificultando o recrutamento e retenção de mão de obra qualificada no campo.

c) Baixa produtividade e renda agrícola: a ausência de investimentos em pesquisa, extensão e adoção de tecnologias agrícolas pode levar a uma baixa produtividade e renda agrícola. Isso pode resultar em uma agricultura menos competitiva e lucrativa, prejudicando a sustentabilidade econômica dos agricultores e comunidades rurais.

d) Vulnerabilidade a choques externos: a falta de benefícios do governo e políticas de apoio pode deixar os agricultores mais vulneráveis a choques externos, como mudanças climáticas, flutuações de preços e crises econômicas. Isso pode aumentar a insegurança alimentar e econômica nas áreas rurais, exacerbando a pobreza e a desigualdade.

e) Desperdício de recursos naturais: a negligência em adotar práticas agrícolas sustentáveis, como o uso eficiente da água e manejo do solo, pode resultar no desperdício de recursos naturais preciosos. Isso pode levar à degradação do meio ambiente, perda de biodiversidade e escassez de recursos, comprometendo a capacidade das gerações futuras de atender às suas necessidades.

Concernente com Furtado (2003), Silva e colegas (2017) afirmam que, ao ignorar os indicadores de dimensão econômica e tecnológica na agricultura, podem-se minar os esforços para promover o desenvolvimento rural sustentável, ou seja, é crucial que os formuladores de políticas, agricultores e outras partes interessadas considerem esses indicadores ao planejar e implementar estratégias para fortalecer a agricultura e as comunidades rurais.

Além disso, podem-se observar alguns casos em que esses indicadores são aplicados na prática e com êxito. Por exemplo, em uma região agrícola rural no interior da Bahia, um grupo de agricultores decide formar uma cooperativa para melhorar a sua capacidade de negociação no mercado e acessar insumos a preços mais competitivos. Consequentemente, eles recebem apoio do governo local, que fornece assistência técnica, subsídios para a formação da cooperativa e acesso a linhas de crédito agrícola com taxas de juros subsidiadas.

Posteriormente, com o suporte da cooperativa, os agricultores puderam comprar insumos agrícolas em grandes quantidades, reduzindo os custos de produção. Além disso, eles implementam práticas sustentáveis, como o manejo integrado de pragas e o uso eficiente da água, com base em conhecimentos adquiridos por meio de programas de extensão e pesquisa no campo. A participação ativa das mulheres na cooperativa também foi incentivada, garantindo que tenham igualdade de acesso a recursos e oportunidades de liderança.

Observou-se que as mulheres agricultoras desempenham um papel importante na tomada de decisões e na implementação de práticas sustentáveis, contribuindo para o sucesso geral da cooperativa, que, com o tempo, se tornou um exemplo de sucesso na região, aumentando a renda dos agricultores, melhorando suas condições de vida e promovendo o

desenvolvimento econômico e tecnológico local. Posteriormente, eles diversificam suas atividades, investindo em tecnologias agrícolas avançadas, como sistemas de irrigação de alta eficiência e monitoramento remoto de culturas, aumentando ainda mais sua produtividade e sustentabilidade.

Além disso, os agricultores continuam a receber apoio do governo e de outras instituições para expandir suas operações, desenvolver novos mercados e promover o desenvolvimento rural de forma integrada e sustentável. Desta forma, este exemplo ilustra como a aplicação bem-sucedida dos indicadores de dimensão econômica e tecnológica na agricultura pode levar a resultados positivos tanto para os agricultores quanto para a comunidade em geral, promovendo um desenvolvimento rural sustentável e inclusivo.

2.6

Análise das tecnologias agrícolas sustentáveis e o uso de ferramentas tecnológicas

Conforme informa Caporal (2020), a compreensão da transformação ou conversão da agricultura convencional é baseada nos conceitos e princípios da agroecologia; esse processo é considerado sistêmico e complexo, pois, para implementá-lo, precisa-se desenvolver etapas e cumprir com as exigências dos indicadores de sustentabilidade, mas não há ordem necessária a se seguir, pois essa ordem depende das características de cada sistema e de cada agente social. Portanto, o processo de transição agroecológica é resultante de múltiplas dimensões sociais, ambientais e econômicas.

Por isso, torna-se um desafio, uma vez que a participação coletiva, as relações e interações entre os atores sociais e o meio ambiente possam ser consideradas ao alcance da sustentabilidade e para o desenvolvimento sustentável a curto ou a longo prazo (Caporal, 2009). Isto é, a transição agroecológica é uma construção gradual, contínua e permanente, que contribui para a formulação de políticas públicas, planos e programas que subsidiam o desenvolvimento sustentável da agricultura (Caporal, 2020).

Segundo Pretty (2014), esse processo exige a mudança de comportamentos, percepções e valores dos atores, tanto em suas relações sociais quanto em suas atitudes em relação à gestão e conservação da biodiversidade. Neste contexto, o autor também enfatiza o desenvolvimento de propostas e projetos para o avanço de um sistema eficaz na compreensão das três etapas não lineares na transição para a sustentabilidade em sistemas agrícolas: a eficiência, a substituição e o redesenho. Este último nível é considerado o mais transformador, porque inclui desafios sociais e institucionais, além dos desafios agrícolas.

As tecnologias relacionadas à sustentabilidade se referem a um conjunto de atividades humanas relacionadas a símbolos, instrumentos e sistemas de máquinas baseados no conhecimento científico, que é um processo incremental e cumulativo que se aprimora ou substitui à medida que a ciência se desenvolve (Veraszto *et al.*, 2008).

Com a aplicação de drones, softwares, sensores e GPS, a crescente adoção de novas tecnologias na agricultura mudou efetivamente o grau de sustentabilidade e a agricultura sustentável, pois o processo de produção agrícola e essas tecnologias estão ajudando os agricultores a tomar melhores decisões em seus sistemas, como usar quantidades adequadas de água e insumos eficientes para o manejo e a produção (Viana *et al.*, 2020; Silva, 2021).

Para Cirani e Moraes (2010), as tecnologias utilizadas para o melhoramento dos sistemas de produção e redução dos impactos ambientais são representadas através do uso generalizado da biotecnologia no agronegócio e, na atual conjuntura, para a produção de máquinas, equipamentos, defensivos, fertilizantes e outros produtos. Cardoso e outros (2019) enfatizam que o uso dessas ferramentas tecnológicas está presente em cerca de 77% dos agricultores, por meio do uso do GPS ou piloto automático, ou mesmo no uso de mapas digitais de culturas e ferramentas para a otimização de fertilizantes.

Segundo Glover e colaboradores (2019), a nova tecnologia flui e se espalha por meio de um acúmulo sequencial de decisões tomadas por muitos adotantes individuais, e, com base em experiências bem-sucedidas ou não, a comunidade científica e os usuários das tecnologias podem inseri-las em sua realidade, adaptando-as de modo que os benefícios ambientais e sociais sejam alcançados satisfatoriamente por todos.

Conforme Caporal (2016), esse entendimento se faz necessário frente aos incalculáveis prejuízos gerados pela agricultura convencional ou o agronegócio, uma vez que os problemas ecológicos mais discutidos atualmente têm origem no uso dos agrotóxicos agrícolas e em sua relação negativa com a saúde humana, a segurança e a qualidade alimentar, somados à problemática da redução dos recursos naturais, com a perda da biodiversidade, a diminuição dos recursos hídricos e o desmatamento.

Ainda tentando alertar sobre a crescente degradação da natureza, Caporal (2009) problematiza a contaminação e as perdas de solo resultantes de práticas agrícolas inadequadas, provocando processos erosivos, desertificação e problemas de salinização de vastas áreas agrícolas, bem como o assoreamento dos cursos de água. Essa problematização visa à necessidade da ampliação de tecnologias agrícolas, pois elas contribuem significativamente para a produtividade e a redução de custos nos processos de produção.

Para resolver essa questão, o auxílio de softwares agrícolas voltados para a gestão de

indicadores de sustentabilidade seria uma boa opção, pois esse tipo de sistema ajudaria a controlar a produção, a identificar possíveis problemas e a extrair o melhor das soluções, com isenção de erros humanos pela exatidão de cálculos e a viabilização dos agroecossistemas dos territórios no semiárido, em especial, na Região do Vale do São Francisco.

Sommerville (2011) afirma que o software é um conjunto de atividades relacionadas que levam à produção de um serviço computacional, como aplicativos agrícolas oriundos de ações nos sistemas de computadores, que podem ser categorizados como suporte à conformidade regulatória, otimização de equipamentos, jogos de simulador de agricultura, gerenciamento de informações, informações de referência agrônômica, rastreamento de produtos, identificação de pragas, contabilidade de emissões ou *benchmarks* para alegações de marketing.

Neste sentido, muitos aplicativos são desenvolvidos para vincular produtos específicos a soluções únicas, como implementação de culturas guiadas por GPS ou sensores na conectividade da Internet das coisas (Eichler; Dale, 2019). Outras importantes mudanças tecnológicas com enfoque agroecológico são apresentadas por Oteros-Rozas e colegas (2019), que apresentam práticas relacionadas à adoção de sementes tradicionais, também chamadas de sementes crioulas, em oposição às sementes com alterações genéticas e dependentes de produtos químicos.

Segundo Cirani e Moraes (2010), os indicadores de sustentabilidade também cumprem com a meta social de melhoria na comunicação, a partir de formuladores e indicadores desenvolvidos por políticas para a sociedade. Estes formuladores e indicadores levam em consideração questões complexas perante a necessidade de consenso social, assim como sobre as estratégias e suas respectivas abordagens ambientais. Para fazer isso, o indicador deve ser perceptível como um fenômeno que não é imediatamente detectável, visto que este tem um significado maior do que o fornecido pela observação direta, expressa em gráficos ou mesmo de forma estatística.

Desta maneira, a transformação agroecológica não pode ser uma imposição, mas um processo de construção de novas formas de cultivo, utilizando-se de princípios, métodos e tecnologias de base agroecológicas que ajudem a proteger o meio ambiente, reduzir custos de produção, aumentar a renda dos agricultores e oferecer produtos com qualidade nutricional e sem resíduos químicos para o bem-estar social e do consumo humano (Silva, 2021).

Logo, a concepção sobre esse cenário reforça que as tecnologias agroecológicas sejam capazes de criar agroecossistemas sustentáveis, subsidiar a segurança alimentar e nutricional e melhorar as relações ecológicas e a qualidade de vida das populações.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste tópico, apresentam-se os aspectos metodológicos que foram utilizados para viabilizar a execução dos objetivos da tese, que são os objetivos, o lócus da pesquisa, além da seleção dos sujeitos da pesquisa e os procedimentos de coleta e análise de dados na usabilidade da ferramenta tecnológica desenvolvida, bem como a estrutura metodológica. Esta divisão divide o método em seis etapas: Tipo de pesquisa; Área de estudo; Metodologia de análise; Critérios de inclusão e exclusão; Análise de dados; Procedimentos Metodológicos.

O fornecimento de ferramentas para direcionar os próximos passos da produção sustentável favorece a implementação de mudanças na gestão dessas práticas e de seu agrossistema, iniciando, assim, o caminho para a transição agroecológica. Em especial, o perímetro público de irrigação localizado na zona rural da cidade de Juazeiro, Bahia, recebe, na última década, recursos a serem aplicados na modernização dos sistemas de irrigação dos lotes agrícolas, de modo a beneficiar todos os irrigantes do PPI estudado. Dois dos primeiros perímetros implantados na região foram o do Bebedouro e o do Mandacaru, que serviram de parâmetro para a análise da viabilidade de implantação dos demais.

Em cada perímetro implementado pela Codevasf, existem as chamadas “**Áreas de Empresas**” e as áreas de “**Colonização**”; estas últimas foram feitas para serem exploradas por produtores familiares, conforme esclarecem Ortega e Sobel (2010). O perímetro público de irrigação objeto desta pesquisa está localizado na zona rural de Juazeiro, a 33 quilômetros da sede do município pela rodovia BA-210 e à margem direita do rio São Francisco. Possui uma área com cerca de 8.269 hectares destinados à irrigação (Alencar, 2015).

Segundo dados disponíveis no sítio da Codevasf (2017), em 2016, foram gerados no PPI estudado cerca de 6.654 empregos diretos e 9.982 empregos indiretos, com uma produção de 282.495 toneladas de alimentos. Das áreas irrigáveis, 46,21% são ocupadas por empresas, 31,88% por colonos e 21,91% por associações ou terceiros. Embora a área empresarial seja a maior em tamanho, não é expressiva em número de lotes. Os empresários detêm apenas 8,83% dos lotes do PPI. Já os colonos são responsáveis pela administração de 44,38% dos lotes.

Em relação aos investimentos do Governo Federal, até o ano de 2015, foram aplicados no DIM cerca de R\$ 83.883.895,14, e em 2016 o PPI obteve um valor bruto de produção (VBP) na ordem de R\$ 117.195.000,00 (Codevasf, 2017).

A escolha e seleção dos indicadores levantados na literatura relacionados aos aspectos econômicos e tecnológicos considera as especificações da realidade local da Região do Vale

do São Francisco. Nesse sentido, julgou-se relevante (Codevasf, 2021; DIM, 2023):

- A. o potencial produtivo do perímetro público de irrigação pesquisado como sendo a condição básica necessária para que haja aproveitamento produtivo da pesquisa;
- B. destaca-se, frente ao potencial, a área efetivamente aproveitada, produtiva, do projeto de irrigação que mais se destaca na produção de manga e uva dentro dos projetos de irrigação da Codevasf em Juazeiro, Bahia;
- C. as condições técnicas e tecnológicas necessárias para que a produção agrícola na fruticultura irrigada, movimentando e gerando desenvolvimento econômico da agricultura, seja a mais natural possível, com manejos e aplicações de assistência técnica – este aspecto evoluiu na gestão dos últimos anos e, recentemente, houve mais uma iniciativa inovadora na sua administração: a elaboração de um censo dentro do projeto;
- D. a possibilidade de inclusão e usabilidade das ferramentas tecnológicas de informação e comunicação, de tecnologias agrícolas sustentáveis a partir de análise do contexto ambiental, social e econômico/tecnológico (Codevasf, 2021; DIM, 2023).

O potencial produtivo das terras é a condição básica para a viabilização da sustentabilidade dos colonos e agricultores familiares do perímetro público de irrigação, pois se espera que as famílias possam explorar seus lotes irrigados e gerar renda mais sustentável. Nesse sentido, estrutura-se a avaliação do nível de sustentabilidade das dimensões e aspectos do tripé de uma produção agrícola mais sustentável.

3.1 Caracterização do local do estudo

Dos cinco perímetros públicos de irrigação em funcionamento, sob gestão e jurisdição da Codevasf em Juazeiro, Bahia, foi escolhido um dos PPI na zona rural do município, com o objetivo de identificar e selecionar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores, a partir do levantamento prévio realizado na literatura.

A Tabela 1 apresenta os perímetros em execução, com o ano de início do funcionamento, início da cogestão, caso haja – que significa uma gestão compartilhada entre o gestor do perímetro e a Codevasf –, além de informações das áreas irrigadas destinadas a lotes familiares e empresariais.

Tabela 1 – Áreas dos perímetros públicos de irrigação, em operação, sob a jurisdição da Codevasf em Juazeiro, Bahia

Perímetros: Início funcionamento / Início cogestão	Município	Área Irrigável (ha)	Área Inexplorada (ha)	Lotes familiares (ha)	Lotes Empresariais (ha)	Outros
Mandacaru - 1971 / 2000	Juazeiro	450	0	399	51	0
Tourão - 1979 / 1988	Juazeiro	14.237	0	189	14.048	0
Maniçoba - 1980 / 1990	Juazeiro	4.847	0	1.821	3.026	0
Curaçá - 1980 / 1990	Juazeiro	4.169	0	1.783	2.386	0
Salitre – 1998	Juazeiro	5.099	0	1.684	2.772	643
Bahia		28.802	0	5.687	22.283	643

Fonte: Codevasf (2020, adaptação do autor).

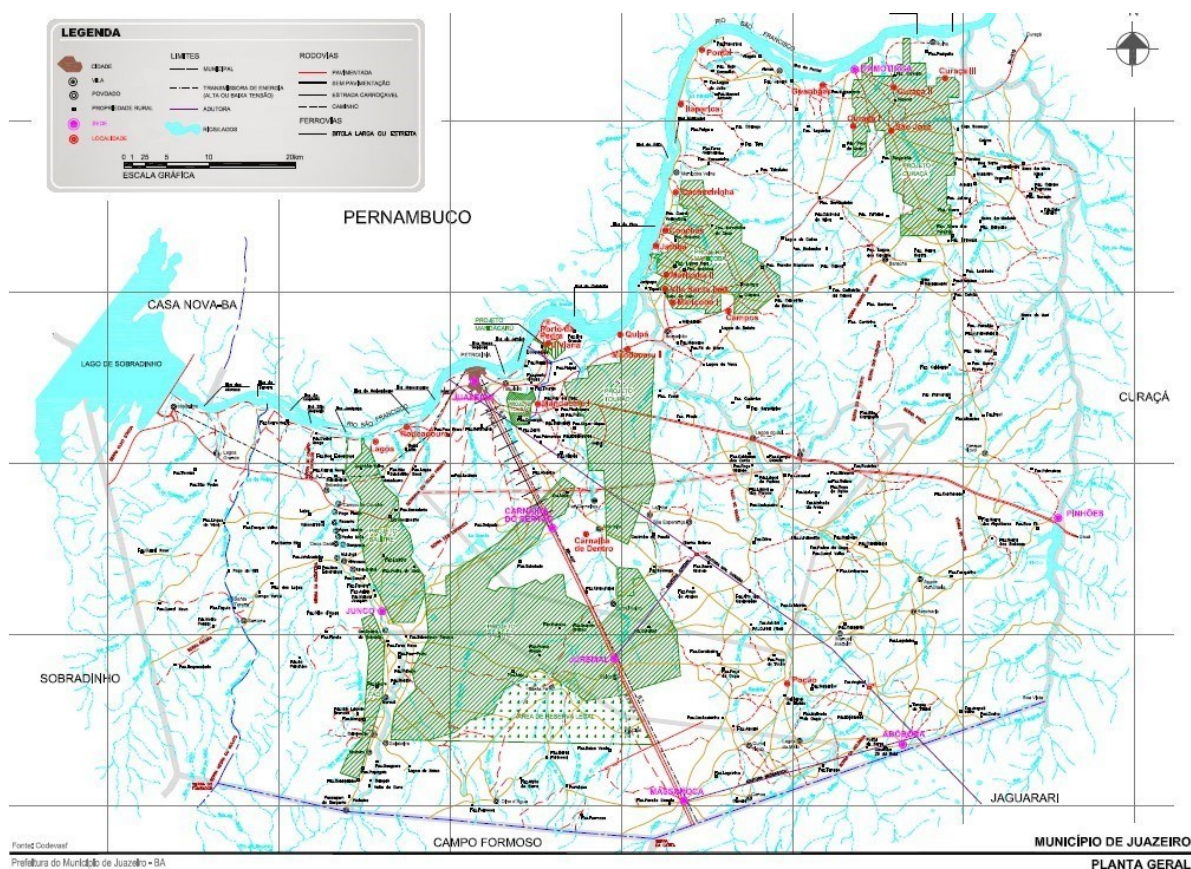
A implantação de perímetros públicos de irrigação não surgiu de forma organizada, por meio de uma demanda dos atores sociais inseridos naquele território. A escolha do espaço para construção não foi aleatória, tendo sido realizada com base numa análise de suas potencialidades: o clima, os solos e a proximidade da fonte hídrica (Rio São Francisco), bem como dos centros urbanos, que passariam a fornecer a infraestrutura de suporte à produção, à industrialização e à comercialização (Albuquerque; Cândido, 2013).

Dos cinco PPIs em funcionamento em Juazeiro, foi escolhido para este estudo o Perímetro Irrigado Maniçoba, localizado na zona rural do município, com o fito de identificar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais e econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores. O perímetro em questão fica a 36 quilômetros do perímetro urbano, à margem esquerda da BA-210, que interliga as cidades de Juazeiro e Curaçá, também na Bahia.

De acordo com dados da Codevasf (2023), o PPI pesquisado está localizado no estado da Bahia, área de atuação sob jurisdição da 6.^a Superintendência Regional da Codevasf. Seu funcionamento teve início em 1980, e desde 1990 está sob regime administrativo de cogestão pela Codevasf e por sua organização associativista, que tem denominação de Perímetro Público de Irrigação.

A imagem da Figura 3 ilustra a localização do distrito em relação à zona urbana da cidade de Juazeiro, Bahia.

Figura 3 – Perímetro público de irrigação da zona rural de Juazeiro, Bahia



Fonte: Perímetro Público de Irrigação (2018).

A área do PPI pesquisado ainda demanda um processo de seleção que leve em consideração os candidatos aos lotes, embasado em critérios de seleção. Isso se deve ao fato de haver candidatos interessados em se inscrever, estabelecer suas famílias, realizar exames físico-químicos do solo e da água, e receber treinamento sobre as práticas da agricultura irrigada e os princípios básicos do cooperativismo, uma vez que o projeto tem uma perspectiva de trabalho fundamentada na colaboração mútua. No entanto, de acordo com relatos dos residentes, nem todos que vivem lá estão envolvidos com a produção da agricultura irrigada sustentável (Embrapa, 2014).

Neste contexto, o sindicato que está à frente da manutenção tem a responsabilidade de realizar reparos nos canais, estradas, sistemas de drenagem, tubulações, instalações das bombas, construção de reservatórios e pontes de acesso aos lotes agrícolas dos agricultores. Contam, ainda, com o suporte da 6.^a Regional de Desenvolvimento (RD), por meio da Unidade de Empreendimentos Socioambientais, da Regional de Revitalização (RR), uma Unidade de Serviços Ambientais (USA) e o apoio da 6.^a Regional de Irrigação (RI), bem como da Unidade de Gestão de Empreendimentos (UGE).

Segundo dados da Codevasf (2023), o PPI estudado possui o total de 667 lotes

cadastrados, conforme mostra abaixo o Quadro 2:

Quadro 2 – Número de pequenos produtores, médias e grandes empresas do PPI estudado

CATEGORIA	QUANTIDADE LOTES
Lotes da Área Empresarial	10 LOTES / 132 LOTES com área média de 4,47 ha
Área de Pequenos Produtores	<ul style="list-style-type: none"> • 242 LOTES, área empresarial por • 47 LOTES e os terceiros • 246 LOTES
TOTALIZANDO	667 LOTES CADASTRADOS
<i>Sua área é de 9.087,75 hectares irrigados, sendo 4.225,86 ha na área empresarial, 2.933,00 ha na área de pequenos produtores, 863,61 ha nas associações e 1.065,28 ha na área de terceiros.</i>	

Fonte: Autoria própria, 2023.

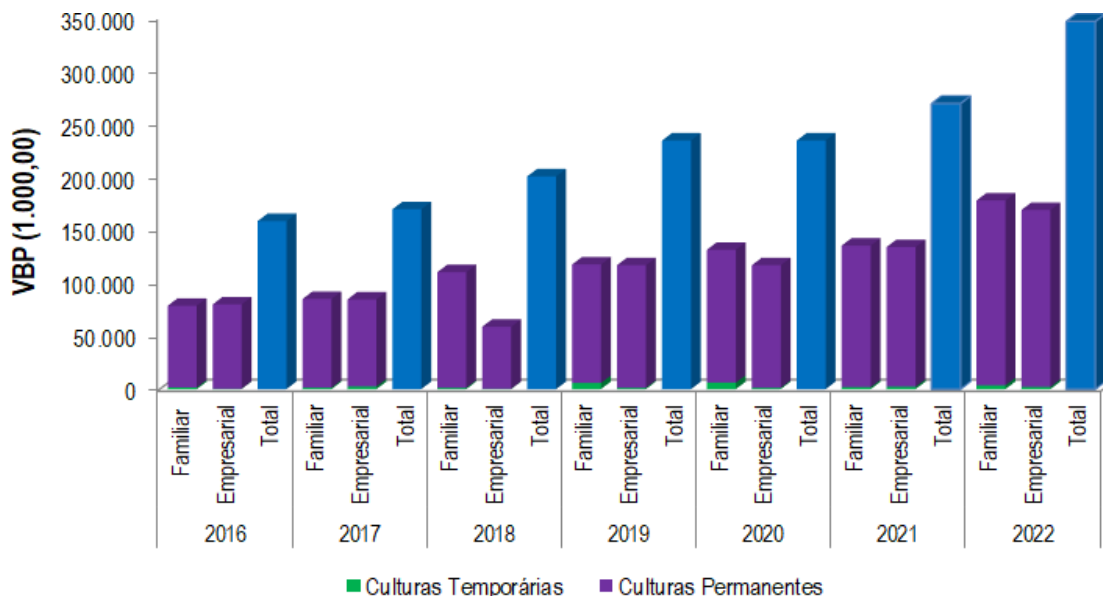
3.2 Características da produção do local de estudo

Figura 4 – Principais espécies cultivadas no projeto Perímetro Público de Irrigação, de acordo com o VBP, no ano de 2022



Fonte: Elaborado com dados da Codevasf (2023).

Conforme observado no Gráfico 1, de acordo com o VBP, as culturas mais expressivas no projeto Perímetro Público de Irrigação são a manga (69%) e a uva (15%):

Gráfico 1 – Evolução do valor bruto de produção do projeto PPI, entre os anos 2016 e 2022

*Valores atualizados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (INPC) – Dezembro 2022

Fonte: Adaptado da Codevasf (2023).

Segundo a Codevasf (2023), ao longo do período analisado, o Gráfico 1 mostra que o projeto vem apresentando um crescimento constante nos valores auferidos com a sua produção. Observou-se que os lotes familiares apresentaram resultados melhores nos últimos cinco anos, devido principalmente às culturas da manga e do coco.

Em 2022, a área cultivada com as culturas da manga, da uva e da cana-de-açúcar corresponderam, respectivamente, a 63%, 6% e 20% da área total sob cultivo. Isso mostra o melhor rendimento da cultura da uva, que, mesmo com apenas 6% da área cultivada, foi responsável por 15% do VBP total. Já a cultura da cana-de-açúcar, que ocupou 20% da área cultivada total, contribuiu com 7% do VBP.

A área cultivada em lotes familiares correspondeu a 49% do total da área cultivada no projeto, e a sua contribuição para o VBP foi de 51%. A cultura da manga em lotes familiares, sozinha, representou 44% do total do VBP. Em contrapartida, o montante resultante da comercialização de uva e cana-de-açúcar foi, em quase sua totalidade, originado da área empresarial do projeto e representou 21% do VBP total.

Os principais sistemas de irrigação são a irrigação por superfície, aspersão, microaspersão e, em menor escala, gotejamento. Além disso, estima-se a geração de 8.448 empregos diretos e 12.673 empregos indiretos, além de 2.872 empregos induzidos. Ao todo, foram 8.448 hectares de área cultivada, 376.283 toneladas de produtos agrícolas e R\$

346.916.775,36 de VBP em 2019 (CODEVASF, 2023).

3.3 Tipologia da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de abordagem aplicada e interdisciplinar, na qual é notória a convergência de três áreas do conhecimento, pois visa ao desenvolvimento de produto tecnológico software (área de conhecimento: informática), considerando a realidade da agricultura familiar, pequena e média (área de conhecimento: ciências humanas e sociais), e seus indicadores de sustentabilidade (área de conhecimento: agricultura sustentável). O trabalho também tem uma abordagem qualitativa e quantitativa, a partir da coleta de dados, análise nas inferências qualitativas e quantitativas, com o intuito de investigar o nível de sustentabilidade, mediante os indicadores de sustentabilidade, utilizando tecnologias, ferramentas digitais e aplicativos aplicados à realidade estudada.

Considerando os propósitos desta tese, optou-se por realizar um estudo de caso devido à sua natureza empírica, fundamentado em trabalho de campo e utilizando múltiplas fontes de dados, o que permite descrever, interpretar e avaliar a realidade em estudo, conforme método empregado por Gil (2002).

Esta pesquisa é caracterizada como descritiva e exploratória (Gil, 2002). É exploratória porque proporciona uma compreensão mais aprofundada do assunto, descrevendo e avaliando o comportamento, definindo e classificando fatos e variáveis, e envolvendo levantamento bibliográfico. E é descritiva porque busca aplicar teorias no diagnóstico da realidade, estabelecendo relações entre as variáveis (Gil, 2002). Em relação à natureza dos dados, a pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa, com método adaptado de Masera, Astier e Lopez-Ridaura (1999).

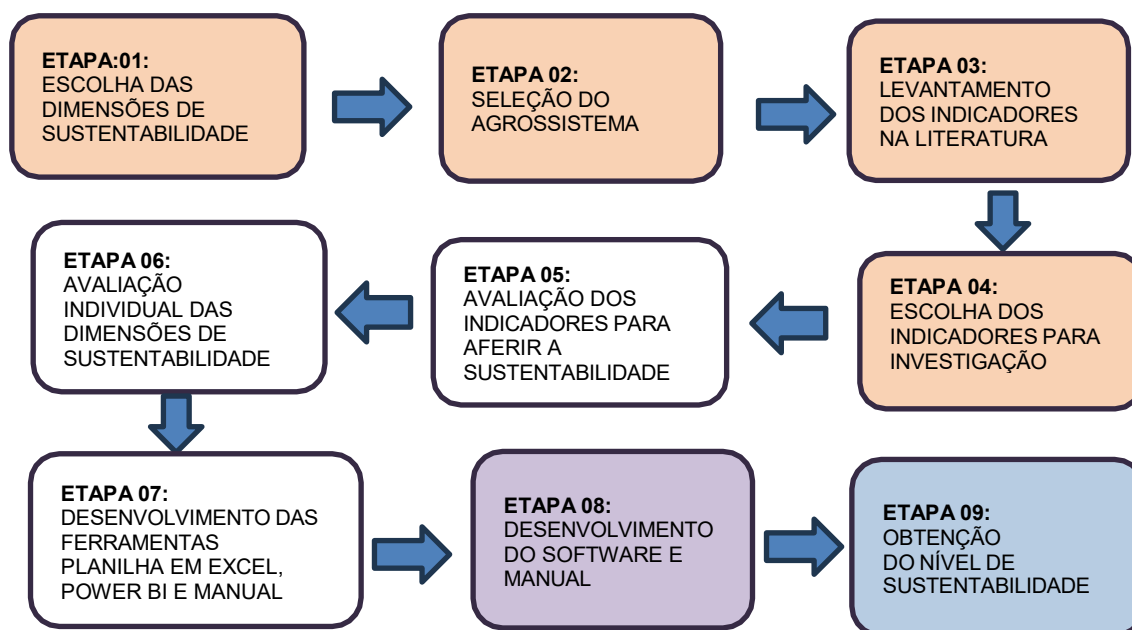
Segundo a ISO 9241-11, usabilidade é a capacidade que um produto tem de ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em contexto específico de uso (ISO, 2020). Usabilidade diz respeito à habilidade do software em permitir que o usuário alcance facilmente suas metas de interação com o sistema. Desta forma, problemas de usabilidade estão relacionados com o diálogo da interface.

3.4 Etapas dos procedimentos metodológicos

A pesquisa consistiu nas seguintes etapas: para operacionalização e aplicação da metodologia, foi realizado um conjunto de passos que permitiram efetuar todo o ciclo de avaliação da sustentabilidade, os quais estão relacionados a seguir.

- a. Levantamento, identificação e seleção de indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais e econômicos e tecnológicos de dados públicos em plataformas digitais.
- b. Desenvolvimento da fórmula conceitual e metodológica para obtenção do nível de sustentabilidade.
- c. Tabulação dos dados em planilhas Excel, com a confecção de gráficos e análise dos resultados, e desenvolvimento de um aplicativo mobile para obtenção do nível de sustentabilidade a partir da fórmula conceitual.
- d. Elaboração de manual para auxiliar na elaboração da planilha eletrônica e elaboração de manual de uso para o aplicativo.
- e. Registro e proteção do código fonte do software no Instituto Nacional da Propriedade Industrial e na Agência de Inovação da UNEB, e registro da logomarca do aplicativo junto aos mesmos órgãos.

Fluxograma 1 – Etapas dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaboração própria.

3.5 Procedimentos metodológicos

A pesquisa consistiu nas seguintes etapas:

ETAPA 1 – Escolha das dimensões de sustentabilidade e pesquisa bibliográfica na literatura vinculada aos estudos dos indicadores de sustentabilidade que foram selecionados e criados para o estudo e o desenvolvimento do trabalho.

1. Dimensão Ambiental
2. Dimensão Social
3. Dimensão Econômica e Tecnológica

Identificar e selecionar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais e econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores agrícolas de perímetro público de irrigação em Juazeiro, Bahia, a partir da literatura.

ETAPA 02 – Seleção do agrossistema: levantamento nos dados secundários, públicos, em sites oficiais dos perímetros públicos de irrigação, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e em várias outras plataformas e formulários digitais. A Tabela 1 mostra as áreas dos perímetros públicos de irrigação, em operação, sob a jurisdição da Codevasf no município selecionado.

Corresponde ao objetivo específico: Escolha de um dos cinco perímetros públicos de irrigação em funcionamento na zona rural do município de Juazeiro, Bahia.

ETAPA 03 – Levantamento dos indicadores na literatura: a terceira etapa foi a pesquisa, a seleção e a criação dos indicadores de sustentabilidade associados ao atributo da produção agrícola sustentável, tendo em vista os pontos limitantes e favoráveis identificados junto aos estudos levantados na literatura.

O objetivo desta etapa foi fornecer a necessária ligação entre o tripé da sustentabilidade e a inclusão da dimensão tecnológica, de um lado, e os pontos importantes e indicadores de sustentabilidade, do outro. Para a determinação dos IS, foram levados em conta aqueles que obtiveram relevância em pelo menos dez indicadores em cada dimensão, a importância ressaltada nas fontes da bibliografia e a interpretação do pesquisador em relação aos dados levantados e disponibilizados.

Esses indicadores foram agrupados de acordo com suas características de facilitar

ou dificultar as atividades do agroecossistema da fruticultura irrigada e, como sugerido por Santos e colaboradores (2021), foram utilizados indicadores que refletem as dimensões ambientais, as dimensões sociais e as dimensões econômicas e tecnológicas do agroecossistema estudado.

1. Dimensão Ambiental: dez indicadores;
2. Dimensão Social: dez indicadores;
3. Dimensão Econômica e Tecnológica: dez indicadores.

ETAPA 4 – Escolha dos indicadores para investigação: desenvolvimento da planilha e do software/aplicativo (programa de computador), uso da Ferramenta Power BI – Business Intelligence ou “inteligência de negócios”, para levantamento e estruturação de dados da pesquisa.

A Dimensão Ambiental: (dez indicadores) 1 Áreas Protegidas, 2 Participação em Cursos e Capacitações, 3 Rotação de Culturas, 4 Gestão de Agroquímicos, 5 Gestão Hídrica, 6 Manejo e Proteção do Solo, 7 Adubação Verde, 8 Controle Biológico de Pragas, 9 Insumos Externos, 10 Lixo reciclável, Destinação.

B Dimensão Social: (dez indicadores): 1 Cooperativismo, 2 Saúde e Segurança, 3 Participação das Mulheres no Campo, 4 Nível de Escolaridade, 5 Habitação Rural, 6 Participação Social na Comunidade, 7 Qualidade de Diversão ou Descanso, 8 Perspectiva dos Jovens em se Fixar no Campo, 9 Benefício Governo, 10 Extensão/Pesquisa.

C Dimensão Econômica e Tecnológica: (dez indicadores): 1 Utiliza Linhas de Crédito; 2 Controle de Gastos e Lucratividade; 3 Certificação (ISO 9241-11); 4 Acesso a Assistência Técnica Rural; 5 Escoamento de Produção e Investimento; 6 Regularização CAR; 7 Acesso à Internet; 8 Eficiência Energética; 9 Agricultura 5.0; 10 Mecanização Agrícola e tecnologia social.

ETAPA 05 – Avaliação dos indicadores para mensurar a sustentabilidade: após definidos, esses indicadores foram agrupados nas dimensões ambiental, social e econômica e tecnológica. A partir disso, os atores da pesquisa puderam valorar cada indicador de sustentabilidade a partir do seu desempenho ou situação, baseado no modelo definido pelo pesquisador, em que se utiliza uma escala de tres níveis de variáveis de cada indicador.

As faixas de classificação foram estabelecidas com base em usabilidade da ferramenta tecnológica desenvolvida, usada pelos produtores participantes da pesquisa. Seguindo a escala Níveis de Pontuação por faixa de classificação, foram calculadas as médias de cada indicador e, ao final, foram calculadas as médias gerais para as dimensões citadas anteriormente.

- Desenvolver a fórmula conceitual e metodológica para obtenção do nível de sustentabilidade a partir dos indicadores selecionados da literatura.

Níveis de Pontuação FAIXA – Classificação

0% a 24% - **Baixa Sustentabilidade**

25% a 61% - **Média Sustentabilidade**

62% a 100% - **Alta Sustentabilidade**

ETAPA 06 – Avaliação individual das dimensões de sustentabilidade. Corresponde ao objetivo específico 2: Modelo APL.

APL - ACEITAÇÃO PLENA; AP - ACEITAÇÃO PARCIAL;

ND - NÃO DISPONÍVEL

$$NS_{APL} = \left(\frac{ISA_{APL} + ISS_{APL} + ISET_{APL}}{30 \text{ INDICADORES}} \right) \times 100$$

[(NS)] **_APL** Nível de Sustentabilidade **ACEITAÇÃO PLENA**

Fonte: Elaboração própria.

Onde:

APL*Ambiental* - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Ambiental,
APL*Social* - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Social,
APL*Econômica & Tecnológica* - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Econômica e Tecnológica.

Onde:

ISA – Indicador de Sustentabilidade Ambiental,
ISS – Indicador de Sustentabilidade Social,
ISET – Indicador de Sustentabilidade Econômica e Tecnológica.

ETAPA 07 – Desenvolvimento das ferramentas planilha em Excel, Power BI e manual para auxiliar na usabilidade do software/aplicativo e da Planilha Eletrônica. Desenvolvimento do Protótipo no Microsoft Excel, software de baixo custo e fácil manuseio.

Corresponde ao objetivo específico: Desenvolver um aplicativo mobile para obtenção do nível de sustentabilidade a partir da fórmula conceitual.

ETAPA 08 – Desenvolvimento do software/aplicativo: registrar e proteger o código fonte do software no Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

- Elaborar planilha eletrônica e manual de uso para o aplicativo;
- Registrar e proteger o código fonte do software no INPI.

ETAPA 09 – Obtenção do nível de sustentabilidade: através da utilização dos produtos finais da tese, os manuais de uso, a planilha e o aplicativo.

3.6 Instrumentos de coleta de dados

Organizar reunião técnica (workshop) para avaliar a usabilidade das ferramentas digitais. Nesta etapa, buscou-se conhecer e caracterizar os dados públicos, a coleta das informações no site dos PPIs, dados secundárias, repassados pelos dirigentes e coordenadores técnicos dos produtores da área estudada, bem como a busca da caracterização das unidades de produção dos agricultores participantes da pesquisa.

Vale ressaltar que, devido ao baixo acesso às novas tecnologias, e para a obtenção de registros da usabilidade do formulário digital, as visitas limitaram-se aos pequenos e médios produtores que estão localizados no município de Juazeiro, Bahia, a 36 quilômetros do perímetro urbano, à margem esquerda da BA-210, que interliga as cidades de Juazeiro e Curaçá, também no estado da Bahia.

Para sua organização, utilizou-se um formulário digital no programa Microsoft Power BI, contendo questionamentos para levantamento das seguintes informações sobre as dimensões da sustentabilidade referidas neste trabalho: sustentabilidade ambiental, sustentabilidade social, sustentabilidade econômica, tipo e descrições dos indicadores de sustentabilidade, incluindo a dimensão tecnológica.

A partir dessas informações, os indicadores mais recorrentes de cada dimensão foram agrupados, considerando os objetivos, suas características (adaptadas ou construídas) e suas formas de abordagem, em relação com a realidade do agroecossistema da fruticultura irrigada na região do Vale do São Francisco.

Em reunião com a gestão do perímetro irrigado, foi compartilhada e apresentada a proposta de levantamento das informações, que foi considerada uma importante ferramenta para a promoção da usabilidade da tecnologia para os agricultores do PPI e o desenvolvimento do território, tendo como auto-avaliação o nível de sustentabilidade dos agricultores.

Como resultado deste encontro, ficou definido para o dia 3 de setembro de 2023, no auditório da Perímetros Públicos de Irrigação, a realização de um workshop para apresentação da proposta e levantamento de requisitos para o levantamento das informações do formulário digital/sistema.

A participação foi apresentada e discutida juntamente com os agricultores. Cada participante recebeu um link do formulário digital para fazer as suas contribuições, usando a ferramenta tecnológica digital.

Figura 5 – Divulgação na rádio web do perímetro irrigado, realização de um workshop para apresentação da proposta e levantamento de requisitos para o levantamento das informações do formulário digital/App.



Fonte: Elaboração própria.

Foi organizada reunião técnica (workshop) no auditório do PPI para avaliar a usabilidade das ferramentas digitais.

Figura 6 – Divulgação na sede do perímetro irrigado



Fonte: Elaboração própria.

A partir de uma apresentação, de ampla divulgação e exposição dialogada, foi aberto o momento de tirar dúvidas para a participação dos agricultores presentes, compreendendo a facilidade de uso da tecnologia e, assim, facilitando a usabilidade da ferramenta digital.

A Figura 7, abaixo, ilustra o formulário digital utilizado. A imagem não identifica o agricultor, mostra somente a sua classificação como tipo de produtor e a sua localização, que corresponde ao perímetro público de irrigação.

Figura 7 – Página inicial do formulário digital em Microsoft Forms | Pesquisas, formulário de coleta de dados e votações com tecnologia de IA para levantamento de dados

forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=s6sEHIK57UaCuiq1YZHZixOR6bF8pBGhWruF0iWCdUQTJJO...

Aula 2 - Prática | Janus | www.botanica.icb.uf... | Caatinga, um bioma... | NCSE | National Cen... | Calendário da Ovula... | Ciências | Nova Esc...

Caro Produtor,

Sou Marcos Victor Loliola, particpo do Doutorado do PPGADT- UNEB e estou realizando uma de pesquisa com os Produtores Rurais do Distrito de Irrigação de Maniçoba (DIM). Essa pesquisa tem o intuito de aferir o Índice de Sustentabilidade na produção agrícola do DIM, e dessa forma, lhe convindo a responder, o formulário a seguir!

No intuito de aumentar essa importante informação do DIM, seria fundamental, além da colaboração em responder, por gentileza, fazer a divulgação para que os demais produtores rurais possam contribuir.

Cordialmente,

* Obrigatória

1. Classificação do produtor: *

Corono / Agricultor Familiar / Pequeno Produtor

Médio Produtor Empresarial

2. Cidade e Estado: *Nome da cidade não abreviado Exemplo: Juazeiro - BA *

Juazeiro - BA

Outra

Avançar

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com Santos (2018), o Microsoft Power BI está entre as principais ferramentas de BI, devido às diversas vantagens oferecidas, como: alternativas para importação dos dados como planilhas do Excel, Big Data, Serviços de Nuvem, Banco de Dados SQL, Oracle, redes sociais, entre outras fontes; é de fácil manuseio, não exige dos usuários conhecimento em programação; é muito rápida em transformar as interações entre os dados em visualizações dinâmicas; cria dashboards extremamente versáteis e dinâmicos, que podem ser facilmente construídos; possui um pacote básico gratuito, facilitando o acesso por empresas de pequeno porte.

3.7 Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada via automatização das ferramentas digitais e do aplicativo, Microsoft Power BI, Funcionalidades e recursos do Power BI: Power Query – manipulação de dados; Power Pivot – mineração de dados; Power View – visualização de dados em dashboards.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise da coleta Bibliográfica

Um dos objetivos específicos da pesquisa visava a identificar e selecionar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais e econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores agrícolas de perímetro público de irrigação a partir da literatura.

Quadro 3 – Indicadores das dimensões ambiental, social e econômica segundo as diretrizes governamentais e da aquicultura e os propostos para a agricultura no presente estudo

Diretrizes governamentais (IBGE, 2015)	Diretrizes Aquicultura (Valenti et al., 2018)	Diretrizes propostas para Agricultura
INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL	INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL	INDICADORES DA DIMENSÃO AMBIENTAL
Emissões de GEE Uso de fertilizantes Uso de agrotóxicos Queimadas e incêndios florestais Desmatamentos de biomas Qualidade de água interiores Espécies ameaçadas de extinção Áreas protegidas Espécies invasoras Acesso a abastecimento de água	Potencial de Aquecimento Global Uso de fósforo Uso de nitrogênio Poluição Química Uso de espaço Uso de água Potencial de Eutrofização Uso de energia Proporção de energia renovável Risco de Espécies Criadas	Emissão de gases poluentes Uso de insumo químicos Cobertura do solo Erosão Alterações da qualidade da água Uso da água para irrigação Destruição de habitats Resíduos gerados Redução da diversidade biológica Introdução de espécies exóticas
INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL	INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL	INDICADORES DA DIMENSÃO SOCIAL
Rendimento domiciliar per capita Rendimento médio mensal Mulheres em trabalhos formais Expectativa de vida Prevalência de desnutrição Doenças relacionadas ao saneamento ambiental Taxa de frequência escolar Taxa de alfabetização Taxa de escolaridade da população adulta Mortalidade por acidentes de transporte	Remuneração do trabalho por unidade de produção Distribuição de renda Consumo local da produção Desenvolvimento da economia local Igualdade salarial Inclusão de gênero Inclusão etária Inclusão racial Segurança do local de trabalho Escolaridade	Remuneração do produtor por produção Mulheres no campo Remuneração das mulheres Produtividade da lavoura Tempo de trabalho por dia Expectativa de anos trabalhados Escolaridade Segurança no trabalho Condições de saúde Mortalidade por acidentes de trabalho
INDICADORES DA DIMENSÃO ECONÔMICA	INDICADORES DA DIMENSÃO ECONÔMICA	INDICADORES DA DIMENSÃO ECONÔMICA

PIB per capita Taxa de investimento Grau de endividamento Consumo de energia per capita Participação de fontes renováveis de energia Reciclagem	Taxa Interna de Retorno Período de Retorno de Capital Relação Benefício/custo Lucro líquido Relação Renda Líquida e Investimento Inicial Renda Anual	Taxa de investimento Taxa interna de retorno Período de retorno do capital Grau de endividamento Lucro líquido Renda anual Logística reversa
--	---	---

Fonte: Adaptado de Borges (2021).

O objetivo do estudo foi analisar os indicadores oficiais brasileiros de sustentabilidade e os utilizados na aquicultura para elaborar novos indicadores que podem ser utilizados na agricultura e subsidiar as certificações ambientais. Com base nas diretrizes do IBGE e no que está sendo desenvolvido na aquicultura, foram elaborados dez indicadores ambientais, dez sociais e sete econômicos para a agricultura.

Estes indicadores de sustentabilidade refletem o uso dos recursos naturais, a emissão de resíduos, os impactos causados no ambiente, a inclusão social, a qualidade de vida da população rural e o desempenho econômico do agricultor rural, trabalhador no campo.

Cada dimensão possui critérios específicos, os quais formaram os indicadores. Eles são obtidos facilmente por todo o mundo e permitem comparar diferentes sistemas de produção em diversas regiões e com diversas espécies e escalas de tempo. Os indicadores da dimensão ambiental se relacionam aos critérios de uso de recursos naturais, à eficiência no uso dos IS em geral.

A dimensão social reflete a capacidade de gerar benefícios à comunidade local, a distribuição justa de renda, a igualdade de oportunidade e inclusão de populações vulneráveis. A dimensão econômica, por sua vez, mostra a eficiência no uso dos recursos financeiros, a viabilidade econômica, a capacidade de resiliência e de gerar capital para reinvestimentos, além da capacidade de absorver os custos de externalidades negativas (Borges *et al.*, 2020).

Quadro 4 – Indicadores de sustentabilidade a partir dos pontos críticos mais representativos do processo de autogestão dos pequenos produtores do DINC

AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE: um estudo de caso junto aos produtores agrícolas do Perímetro Irrigado Nilo Coelho no município de Petrolina - PE		
DIMENSÃO AMBIENTAL	DIMENSÃO SOCIAL	DIMENSÃO ECONÔMICA
Separação e reciclagem do lixo	Organização comunitária – Cooperativas	Acesso a políticas públicas para sistemas de crédito
Regularização ambiental	Segurança do trabalho – uso de EPIs	Produtividade
Estado de conservação da vegetação nativa	Acesso à assistência técnica pelo governo	Sanidade da lavoura

Risco de contaminação da água por agrotóxicos	Consciência ecológica	Investimento para diversidade na produção
Controle do uso da água	Aceitabilidade e uso de novas tecnologias	Comercialização dos produtos
Manejo adequado dos insumos químicos	Capacidade de liderança	Controle de gastos
Uso de adubação verde	Capacitação da mão-de-obra terceirizada	Controle de lucros
Dependência de insumos externos	Escolaridade e conhecimento sobre as culturas	Preço de venda apurado/determinação de preço mínimo para saída do produto
Manejo e proteção do solo	Qualidade do emprego gerado	Separação de gastos pessoais e dos lotes
Controle de pragas	Cursos direcionados às atividades agrossilvipastoris	Evolução patrimonial

Fonte: Adaptado de Santos (2021).

Observando-se as informações no Quadro 4, percebem-se os indicadores apresentados na pesquisa de Santos (2021) relativa aos pequenos produtores do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, localizado no município de Petrolina, Pernambuco, a partir dos indicadores de sustentabilidade, fazendo uso da metodologia MESMIS. Ainda, de maneira específica, o trabalho mencionado objetiva identificar os pontos favoráveis e limitantes do processo de autogestão dos pequenos produtores do DINC e propor medidas que os auxiliem a partir dos indicadores de sustentabilidade.

Quadro 5 – Visão geral dos tópicos da Norma de Produção Agrícola Sustentável: Agricultura

Rainforest Alliance promove a responsabilidade ambiental, a igualdade social e a viabilidade econômica para as comunidades agrícolas.			
1. GESTÃO		5. SOCIAL	
1.1	Gestão	5.1	Avaliar e Abordar, Trabalho Infantil, Trabalho Forçado, Discriminação, Violência e Assédio no Local de Trabalho
1.2	Administração	5.2	Liberdade de Associação e Negociação Coletiva
1.3	Análise de Risco e Plano de Gestão	5.3	Salários e Contratos
1.4	Inspeção Interna e Autoavaliação	5.4	Salário Digno
1.5	Mecanismo de Queixa	5.5	Condições de Trabalho
1.6	Igualdade de Gênero	5.6	Saúde e Segurança
1.7	Jovens Produtores e Trabalhadores	5.7	Moradia e Condições de Vida
2. RASTREABILIDADE		5.8	Comunidades
2.1	Rastreabilidade	6. MEIO AMBIENTE	
2.2	Rastreabilidade na Plataforma Online	6.1	Florestas, Outros Ecossistemas Naturais e Áreas Protegidas
2.3	Balanço de Massa	6.2	Conservação e Melhoria de Ecossistemas e Vegetação Naturais
3. RENDA E RESPONSABILIDADE COMPARTILHADA		6.3	Áreas Ripárias
3.1	Custos de Produção e Rendimento Digno	6.4	Proteção da Vida Silvestre e Biodiversidade

3.2	Diferencial de Sustentabilidade	6.5	Gestão Hídrica e Conservação
3.3	Investimentos em Sustentabilidade	6.6	Manejo de Águas Residuárias
4. PRODUÇÃO AGRÍCOLA		6.7	Gestão de Resíduos
4.1	Plantio e Rotação	6.8	Eficiência Energética
4.2	Poda e Renovação de Árvores do Cultivo	6.9	Redução de Gases Efeito Estufa
4.3	Organismos Geneticamente Modificados (OGMs)	PDF - 1.0 MB - Versão 1.0 Válido a partir de 1.º de julho de 2022	
4.4	Fertilidade e Conservação do Solo		
4.5	Manejo Integrado de Pragas (MIP)		
4.6	Gestão de Agroquímicos		
4.7	Práticas de Colheita e Pós-Colheita		

Fonte: Adaptado das Normas v. 1 (2023).

A necessidade de uma agricultura sustentável nunca foi tão grande. Ao fornecer um quadro prático para uma agricultura sustentável e um conjunto direcionado de inovações, os Requisitos Agrícolas podem ajudar os agricultores a produzirem melhores colheitas, a adaptarem-se às alterações climáticas, a aumentarem a sua produtividade, a estabelecerem objetivos para alcançar o seu desempenho de sustentabilidade e a direcionarem investimentos para enfrentar os seus maiores riscos.

Os Requisitos Agrícolas foram concebidos para apoiar os detentores de certificados a maximizar o impacto social, ambiental e econômico positivo da agricultura, ao mesmo tempo que oferecem aos agricultores uma estrutura para melhorar os seus meios de subsistência e proteger as paisagens onde vivem e trabalham.

4.2 Tecnologias agrícolas e o uso de ferramentas tecnológicas

O Quadro 6 demonstra o levantamento e a seleção dos indicadores de sustentabilidade pesquisados na literatura que foram utilizados como base para a análise de dados, conforme estipulado no seguinte objetivo específico: selecionar indicadores de sustentabilidade ambientais, sociais e econômicos e tecnológicos associados a empreendimentos agrícolas de pequenos e médios produtores agrícolas de perímetro público de irrigação a partir da literatura.

Quadro 6 – Indicadores das dimensões ambiental, social e econômica/tecnológica para desenvolvimento das ferramentas – software/aplicativo (programa de computador)

ASPECTO AMBIENTAL		ASPECTO SOCIAL		ASPECTO ECONÔMICO / TECNOLÓGICO	
1.	Áreas Protegidas	1.	Cooperativismo	1.	Utiliza Linhas de Crédito
2.	Participação em Cursos, Capacitações	2.	Saúde e Segurança	2.	Controle de Gastos e Lucratividade
3.	Rotação de Culturas	3.	Participação das Mulheres no Campo	3.	Certificação

4. Gestão de Agroquímicos	4. Nível de Escolaridade	4. Acesso a Assistência Técnica Rural
5. Gestão Hídrica	5. Habitação Rural	5. Escoamento de Produção
6. Manejo e Proteção do Solo	6. Participação Social na Comunidade	6. Regularização CAR
7. Adubação Verde	7. Qualidade de Diversão ou Descanso	7. Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC)
8. Controle Biológico de Pragas	8. Perspectiva dos Jovens em se Fixarem no Campo	8. Eficiência Energética
9. Sistema de Manejo	9. Benefício Governo	9. Agricultura 5.0
10. Lixo reciclável	10. Extensão / Pesquisa	10. Mecanização Agrícola

Fonte: Elaboração própria.

O quadro anterior mostra os indicadores selecionados para o desenvolvimento das ferramentas tecnológicas e do software/aplicativo (programa de computador). Definição: software é um conjunto de instruções ou declarações a serem usadas direta ou indiretamente por um computador, a fim de obter um determinado resultado. Ele é composto por um código-fonte, desenvolvido em alguma linguagem de programação (Fonte: INPI).

Exemplos: programas de simulação, softwares de engenharia, softwares de pesquisa operacional, controle de processos, sistemas especialistas, softwares de inteligência artificial, aplicativos educacionais, aplicativos utilizados em ambiente organizacional, planilhas eletrônicas etc.

Para aferir os indicadores de sustentabilidade, foram estabelecidos critérios na avaliação do nível de sustentabilidade, com base em avaliação estruturada e usabilidade da ferramenta tecnológica, com questionamentos aplicados no uso da tecnologia, em cada produtor participante da pesquisa, seguindo a escala. Posto isso, foram calculadas as médias de cada indicador e, ao final, foram calculadas as médias gerais para as dimensões ambiental, social e econômica/tecnológica (Quadros 7, 8 e 9).

Quadro 7 – Questionamentos do aspecto ambiental: levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo

Asp.	N.º Código Indicador		APLICAÇÃO DE FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS PARA LEVANTAMENTO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	PARÂMETROS		
				NÃO DISPONÍVEL 0% F 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% F 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% F 100%
ASPECTO AMBIENTAL	01	ISA 01	Na propriedade há área de preservação da vegetação nativa ? INDICADOR: ÁREAS PROTEGIDAS	Não Possui ou Menos de 10%	De 10 a 25 % CAR	> 25% do CAR

02	ISA 02	Tem treinamento para trabalhar com agricultura sustentável? INDICADOR: PARTICIPAÇÃO EM CURSOS, CAPACITAÇÕES	Não Teve Oportunidade: treinamento em agricultura sustentável	Pretende fazer curso e busca conhecimento na área	Tem Formação e Conhecimento e aplica na área
03	ISA 03	Faz uso de Sistema de Rotação de Culturas? INDICADOR: ROTAÇÃO DE CULTURAS	NÃO faz rotação de cultura “Monocultura”	Faz Rotação de Culturas em < 50% parte da área cultivada; diversificação da produção	Faz Rotação de culturas; diversificação da produção em 100% da área cultivada
04	ISA 04	Faz uso de Agrotóxicos? INDICADOR: GESTÃO DE AGROQUÍMICOS	SIM utiliza defensivo químico	Faz Isoladamente	NÃO , faz biofertilizantes elaborados na propriedade
05	ISA 05	Faz controle do uso da Água, Economia Hídrica? INDICADOR: GESTÃO HÍDRICA	Não tem controle do consumo de água na produção agrícola	Tem plano	Tem controle, utiliza e investe em tecnologia para economizar água
06	ISA 06	Faz e Utiliza Práticas de Conservação, Cobertura do Solo? INDICADOR: MANEJO E PROTEÇÃO DO SOLO	Não faz, Solo exposto	Faz Casualmente; Menos de 50% do solo coberto com restos vegetais ou cobertura viva	Faz Regularmente; > 50% coberto
07	ISA 07	Faz Adubação com Material Orgânico? INDICADOR: ADUBAÇÃO VERDE	Não realiza	Realiza, utiliza menos de três espécies	Realiza e utiliza mais de três espécies
08	ISA 08	Faz Controle Natural de Pragas e Doenças? INDICADOR: CONTROLE BIOLÓGICO DE PRAGAS	Não realiza	Realiza casualmente; às vezes	SIM: Caldas nutricionais, protetoras, repelentes
09	ISA 09	Tem Dependência de Insumos Externos? INDICADOR: SISTEMA DE	Integralmente: Alto uso e dependência de insumos	Pacialmente: Dependência Baixa	Diversidade de práticas alternativas e quase nenhum

		MANEJO	externos	uso de insumos externos
10	ISA 10	Faz a separação e destina a reciclagem de resíduos? INDICADOR: LIXO RECICLÁVEL	Não Faz; queimado ou enterrado	Faz Coleta Reaproveitado; coletado e destinado a reciclagem

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 8 – Questionamentos do aspecto social: levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo

		PARÂMETROS			
N.º Código Indicador	APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS PARA LEVANTAMENTO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	NÃO DISPONÍVEL 0% F 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% F 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% F 100%	
ASPECTO SOCIAL	11 ISS01	Faz parte de associações rurais de produtores vinculadas a organização comunitária – cooperativas? INDICADOR: COOPERATIVISMO	Não faz parte de associações/ cooperativas	Pretende ser associado ou cooperado	Faz parte de associações dos produtores vinculados associados
	12 ISS02	Tem controle da saúde do agricultor e segurança do trabalho – uso de EPIs? INDICADOR: SAÚDE E SEGURANÇA	Não tem controle nem da Saúde nem da Segurança; não usa EPIs	Em parte; uso esporádico, que acontece poucas vezes; que se realiza somente em alguns casos	EPIs são de uso obrigatório; Prioriza Saúde e Segurança do agricultor
	13 ISS03	Tem contrato de trabalhadoras rurais, mulheres em trabalho formal? INDICADOR: PARTICIPAÇÃO DAS MULHERES NO CAMPO	Só contrata Homens e sem contrato de trabalho	Só contrata Homens e com contrato de trabalho	Contrato Formal; Igualdade de contratação entre Homens e Mulheres
	14 ISS04	Qual o nível da escolaridade do produtor agrícola? INDICADOR: NÍVEL DE ESCOLARIDADE	Nunca frequentou escola; não sabe ler e escrever	Frequentou até o Nível de Alfabetização; Lê e Escreve ou, no máximo, o nível fundamental	Tem Nível Técnico Agrícola ou Superior na área
	15 ISS05	Tem qualidade da moradia e condições de vida do produtor rural? INDICADOR: HABITAÇÃO RURAL	Condições Precárias/ Básicas	Condições de Média Qualidade	Condições Excelentes

16	ISS06	O agricultor tem participação social, tem apoio local? INDICADOR: PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA COMUNIDADE	Não participa	Participa eventualmente, ou dá sua opinião quando consultado	Participa ativamente do processo de decisão dentro e fora da comunidade
17	ISS07	O agricultor/família tem opções de lazer? INDICADOR: Qualidade de Diversão ou Descanso	Não tem	Tem pouca	Sim
18	ISS08	Propriedade possui sucessão familiar? INDICADOR: PERSPECTIVA DOS JOVENS EM SE FIXAREM NO CAMPO	Não tem	Provalmente	Sim
19	ISS09	O agricultor tem ajuda de programas sociais? INDICADOR: BENEFÍCIO GOVERNO	Não tem	Recebe pouco	Recebe Consideravelmente
20	ISS10	Propriedade/agricultor Interação com órgãos de pesquisa e extensão? INDICADOR: EXTENSÃO/PESQUISA	Não tem nenhum tipo de interação	Interação eventual	Interação com certa frequência e vínculo

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 9 – Questionamentos do Aspecto Econômico/Tecnológico; levantamento do nível e parâmetros: Indicadores de Sustentabilidade selecionados para o desenvolvimento do aplicativo

A S P E C T O	N.º Código Indicador	APLICAÇÃO DO FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS PARA LEVANTAMENTO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE	PARÂMETROS		
			NÃO DISPONÍVEL 0% F 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% F 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% F 100%
	21 ISE01	Tem acesso a sistemas de crédito do governo?	Não tem acesso	Tem o acesso, mas encontra	Tem acesso e não encontra dificuldades

E C O N O M I C O		INDICADOR: UTILIZA LINHAS DE CRÉDITO		dificuldades		
	22	ISE02	Faz o controle de gastos e lucratividade? INDICADOR: CONTROLE DE GASTOS E LUCRATIVIDADE	Não tem	Tem pouco	Tem total
	23	ISE03	Tem alguma certificação para exportação? INDICADOR: CERTIFICAÇÃO	Não tem	Tem pouco	Tem total
	24	ISE04	Tem acesso à assistência técnica pelo governo? Certificado orgânico? INDICADOR: ACESSO A ASSISTÊNCIA TÉCNICA RURAL	Não tem	Tem pouco	Tem total
	25	ISE05	Tem acessibilidade de estrada/infraestrutura? INDICADOR: ESCOAMENTO DE PRODUÇÃO	Não tem	Tem pouco	Tem
A S P E C T O T E C N O L Ó G I C O	26	IST01	A propriedade rural tem regularização ambiental – CAR (Cadastro Ambiental Rural)? INDICADOR: REGULARIZAÇÃO CAR	Não tem cadastro no CAR	Pretende se cadastrar e buscar regularização	Tem Cadastramento do CAR
	27	IST02	Tem acesso à internet na proprieda/meio rural ? INDICADOR: TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)	Não tem acesso	Pelo menos um morador tem, mas fora da propriedade	Tem acesso na propriedade

28	IST03	Utilização de fontes de energia renováveis? INDICADOR: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	Não tem geração de energia elétrica	Tem interesse em utilizar, Pretende utilizar	Tem energia solar ou biomassa
29	IST04	Adota agricultura 5.0 como prática sustentável? (sensores inteligentes; IoT – Internet das Coisas; AI – Inteligência Artificial; drones; GPS) INDICADOR: AGRICULTURA 5.0	Não tem acesso a Tecnologia 5.0	Tem acesso, mas encontra dificuldades	Adota mais de uma Solução de Tecnologia 5.0
30	IST05	Utiliza novas tecnologias de máquinas agrícolas, como tratores, pulverizadores e colheitadeiras? INDICADOR: MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA	Não tem	Tem acesso, mas encontra dificuldades	Tem; adota mais de uma solução

Fonte: Elaboração própria, 2023.

Para seleção dos indicadores, baseado na usabilidade de software, considerou-se também os seguintes critérios: abranger todos os pontos de destaque identificados, ser adequado ao tipo de acesso e disponibilidade de dados e prover informações que auxiliem na tomada de decisões por parte dos produtores. Uma folha de verificação ou formulário de coleta de dados é simplesmente um formulário para o registro de dados de um produto ou processo em categorias ou incrementos preestabelecidos. Os formulários de coleta de dados podem ser usados para “conferir” as presenças numa escola ou os atributos de um serviço em um banco de dados.

4.3 Resultados dos produtos

4.3.1 Desenvolvimento dos produtos

As ações do procedimento metodológico do trabalho foram divididas em produtos, descritas, na ordem de execução, nos subitens deste tópico.

4.3.2 Prospecção tecnológica

A prospecção tecnológica envolve dois tipos de técnicas e métodos: os quantitativos e os qualitativos. No quantitativo, faz-se o uso de dados e históricos confiáveis. Já o qualitativo está diretamente relacionado com as preferências e conhecimentos dos especialistas.

4.3.3 Indicadores de sustentabilidade

As ações do procedimento metodológico do trabalho foram divididas em produtos, descritas, na ordem de execução, nos subitens deste tópico. Os indicadores selecionados para o desenvolvimento do aplicativo são:

- a) marca e manual da marca (logo do aplicativo);
- b) aplicativo: aferir índice de sustentabilidade;
- c) aplicativo na ferramenta Microsoft Excel e Power BI.

4.4 Resultados do produto final

O produto principal desta pesquisa foi o desenvolvimento e a criação de um aplicativo inovador, “Aplicativo Nível de Sustentabilidade Fruticultura – APPNSF”, projetado para ser uma solução confiável e de fácil acesso a informações sobre a mensuração dos Indicadores de Sustentabilidade na produção agrícola. Este aplicativo, com uma tecnologia de usabilidade e interface amigável, com conteúdo prático e objetivo, serve como um caminho entre o conhecimento acadêmico e as práticas sustentáveis na agricultura, atendendo às necessidades dos usuários, o produtor rural.

Além disso, para ampliar o alcance e a interatividade com o usuário, foi elaborado um manual de usabilidade da planilha e do software/aplicativo. Esta ferramenta não apenas promove desenvolvimento, promove também práticas sustentáveis no manejo agrícola, mas também se torna um espaço para aperfeiçoamento, troca de experiências e atualizações constantes sobre o universo da agricultura sustentável. Através desta abordagem integrada, o projeto visa não apenas a informar, mas a criar uma comunidade agrícola capaz de gerir o uso responsável e correto da produção sustentável.

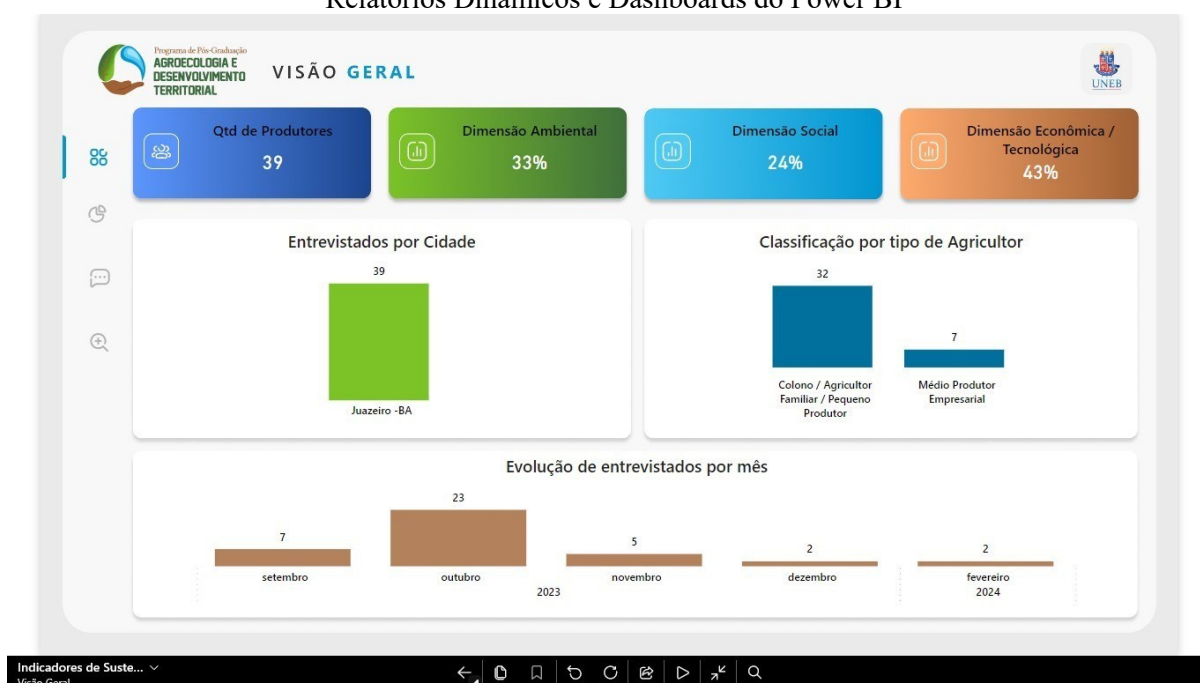
Na construção das ferramentas digitais desenvolvidas neste trabalho – planilha em Excel, formulário eletrônico em uso da Ferramenta Power BI no levantamentos dos dados, criação do aplicativo e Sistema Web (“APPNSF”) – foram utilizados questionamentos no levantamento das informações, e os dados quantitativos resultantes foram devidamente

organizados em planilhas, gráficos e dashboards do Power BI, por meio do software Microsoft Excel, na versão 2019.

Nesta etapa, serão apresentados os resultados de cada uma das fases da pesquisa, na ordem em que foram realizadas, com agrupamento das informações em consonância com os produtos gerados, sendo iniciado pelos resultados acerca do estado da técnica para tecnologias de avaliação dos indicadores de sustentabilidade, como consequência do estudo prospectivo.

Os gráficos mostram os resultados do levantamento de dados obtidos segundo o método de formulário digital em funcionalidades e recursos do Power BI. Esses resultados são mostrados para cada tipo de *farm* e cenário de relatórios dinâmicos em formato de dashboards.

Gráfico 2 – Tela Principal Ferramentas de Business Intelligence BI: Relatórios Dinâmicos e Dashboards do Power BI



Fonte: Elaboração própria.

Os resultados encontrados são sistematizados nos relatórios disponíveis nos gráficos da ferramenta digital dos Relatórios Dinâmicos e Dashboards do Power BI *Business Intelligence*. Um dashboard do Power BI é uma página única, geralmente chamada de tela, que conta uma história por meio de visualizações. Por ser limitado a uma única página, um dashboard bem projetado contém apenas os elementos mais importantes da história. Os leitores podem exibir relatórios relacionados para obter detalhes.

O processo de aferição do desempenho ambiental, social, econômico e tecnológico junto aos pequenos produtores do perímetro público de irrigação (PPI) gerou a média simples de trinta indicadores de sustentabilidade pré-selecionados: dez indicadores ambientais, dez

indicadores sociais, dez indicadores econômicos/tecnológicos, os quais foram selecionados para pesquisa e desenvolvimento das soluções tecnológicas.

Todas as dimensões analisadas apresentaram desempenho dentro da faixa de 25% a 61%, com uma média geral de 43%, classificando-se no Nível Médio de Sustentabilidade. Especificamente, as médias de sustentabilidade foram de 33% na dimensão ambiental, 24% na social e 43% na econômica/tecnológica.

Com relação à usabilidade da ferramenta digital (formulário), constatou-se que 2% da amostra geral, composta por 39 agricultores, participaram da pesquisa, sendo 32 pequenos agricultores e sete médios agricultores, conforme demonstrado no gráfico acima.

Gráfico 3 – Dashboards do Power BI: Média de Sustentabilidade Pequeno e Médio Produtor Rural, Juazeiro - BA, 2024



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 3 constata que os agricultores pequenos e médios ativos nas propriedades rurais no DIM apresentavam predominância com Nível Médio de Sustentabilidade, com média geral de 43% de igual ou Nível Médio de Sustentabilidade. O percentual indica 33% (ambiental), 24% (social) e 43% (econômica/tecnológico), dos 39 agricultores participantes da pesquisa.

Gráfico 4 – Dashboards do Power BI média de sustentabilidade do pequeno/familiar produtor rural



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 4 expõe que os 32 pequenos agricultores que participaram da pesquisa nas propriedades rurais no DIM apresentavam predominância com Nível Médio de Sustentabilidade, com média geral de 41% de igual ou Nível Médio de Sustentabilidade.

Gráfico 5 – Dashboards do Power BI média de sustentabilidade do médio produtor rural



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 5 expõe que os sete agricultores médios participantes da pesquisa nas propriedades rurais no DIM apresentavam predominância com Nível Médio de Sustentabilidade, com média geral de 53% de igual ou Nível Médio de Sustentabilidade.

Gráfico 6 – Dashboards do Power BI com indicadores de todas as dimensões, apresentação em formato minimizado



Fonte: Elaboração própria.

Para a apresentação da identificação e aferição dos indicadores de sustentabilidade, envolvendo as dimensões ambientais, sociais e econômicas/tecnológicas, adaptadas para a

pesquisa, foram considerados os seguintes critérios: abranger todos os pontos de destaque dos indicadores selecionados, ser adequado ao tipo de acesso e disponibilidade de dados, além de fornecer informações que auxiliem os produtores na tomada de decisões. Alguns indicadores desse segmento aparecem de modo apropriado aos propostos por autores selecionados nos quadros listados anteriormente, como Borges (2020) e Santos (2021).

Gráfico 7 – Dashboards do Power BI com indicadores da dimensão ambiental



Fonte: Elaboração própria.

Na dimensão ambiental, os dez indicadores selecionados mostraram um quantitativo geral de desempenho entre os participantes, apresentando uma amostra geral do levantamento dos dados. Esse resultado foi demonstrado através do gráfico e das cores. Esse tipo de gráfico permite analisar o desempenho de cada indicador separadamente, sem identificação dos mesmos.

O Gráfico 7 expõe os indicadores ambientais. Como já mencionado anteriormente, os parâmetros que apresentam desempenho dizem respeito a agricultores do DIM, tendo acesso ao ISA 01 até o ISA 10.

Gráfico 8 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão ambiental em formato detalhado e com percentual do nível de sustentabilidade



Fonte: Elaboração própria.

Esse resultado foi demonstrado através do gráfico com percentual e cores. Este tipo de gráfico permite analisar o desempenho de cada indicador separadamente, com identificação dos mesmos. Ao observar o gráfico detalhado dos indicadores ambientais, percebe-se que, dentre os indicadores selecionados para a avaliação geral dos dados levantados, surgem *insights* importantes.

O Power BI é uma ferramenta que integra técnicas e conceitos de visualização de dados, com a finalidade de coletar, organizar e transformar dados em informações úteis. Ao analisar dados, situações e desempenhos históricos e atuais, os tomadores de decisão obtêm *insights* valiosos, que servem como base para decisões mais informadas. O processo de *Business Intelligence* (BI) consiste em transformar dados em informações, que, por sua vez, geram decisões e, finalmente, ações (Turban *et al.*, 2009).

Gráfico 9 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão social



Fonte: Elaboração própria.

Na dimensão social, os dez indicadores selecionados mostraram um quantitativo geral de desempenho entre os participantes, apresentando uma amostra geral do levantamento dos dados (dashboards). Esse resultado foi demonstrado através do gráfico e das cores. Esse tipo de gráfico permite analisar o desempenho de cada indicador separadamente, sem identificação dos mesmos. O Gráfico 10 demonstra os indicadores sociais. Como já mencionado anteriormente, os parâmetros que apresentam desempenho dizem respeito a agricultores do DIM, tendo acesso ao ISS01 até o ISS10.

Gráfico 10 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão social, em formato detalhado



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 11 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica/tecnológica



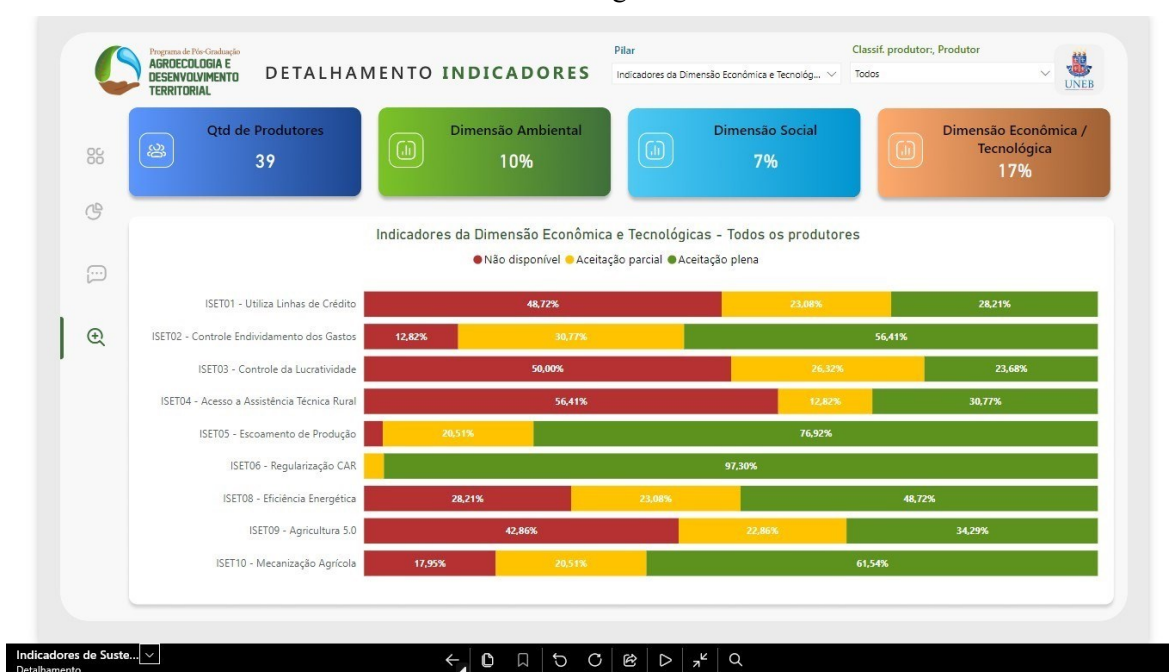
Fonte: Elaboração própria.

O compartilhamento é uma boa maneira de conceder acesso a algumas pessoas aos dashboards e relatórios. O Power BI também oferece várias outras maneiras para colaborar e distribuir painéis e relatórios (Microsoft, 2019d). Após feito o compartilhamento e o

monitoramento das informações, compartilhando com outras pessoas e monitorando em tempo real, é possível realizar as análises e verificar o comportamento evolutivo da área ou do processo da organização.

Para dar suporte na tomada de decisão, o BI coleta todos os conjuntos de técnicas e conceitos, organiza essas informações, demonstra para o usuário final visualizações em forma de tabelas dinâmicas, gráficos interativos, tendo uma visão sistêmica da empresa e, assim, possibilitando tomadas de decisões mais assertivas baseadas em evidências. Isto é importante, pois, no mercado competitivo, não se pode tomar decisões com base no achismo.

Gráfico 12 – Dashboards do Power BI com indicadores de sustentabilidade da dimensão econômica/tecnológica



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 13 – Dashboards do Power BI



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 14 – Indicadores de sustentabilidade em todas as dimensões



Fonte: Elaboração própria.

As ferramentas de *Business Intelligence* (BI) são tipos de software de aplicativo que coletam e processam grandes quantidades de dados estruturados de sistemas internos e externos, incluindo livros, jornais, documentos, registros médicos, imagens, arquivos, e-mails, vídeos e

outras fontes comerciais. Embora não sejam tão flexíveis quanto as ferramentas de análise de negócios, as ferramentas de BI proporcionam uma forma de acumular dados para encontrar informações, principalmente por meio de consultas. Estas ferramentas auxiliam na preparação de dados para análises, possibilitando a criação de relatórios, painéis e visualizações de dados.

Os resultados dão aos agricultores rurais o poder de acelerar e aprimorar as tomadas de decisões, aumentar a eficiência operacional, localizar potenciais de indicadores de sustentabilidade ou outros relacionado à receita, identificar as tendências do mercado, apresentar KPIs genuínos e apontar novas oportunidades de negócios (Microsoft, 2023).

4.5 Criação da marca e do manual do logotipo do aplicativo

Após o desenvolvimento do aplicativo “Avaliação de Sustentabilidade na Pequena e Média Propriedade” (APPNSF), foi realizada a criação da sua logomarca. Na construção da logo do APPNSF, foram explorados os conceitos fundamentais da psicologia das cores. Utilizou-se uma abordagem que enfatiza a integração de elementos significativos, em que quatro folhas interligadas remetem à fruticultura e incorporam ícones representativos das dimensões exploradas no presente trabalho: a ambiental, a social, a econômica e a tecnológica. Na logomarca, podem-se observar barras concêntricas ao redor das folhas, o que retoma a ideia de que as práticas e os valores das quatro dimensões da sustentabilidade são contínuos e interconectados.

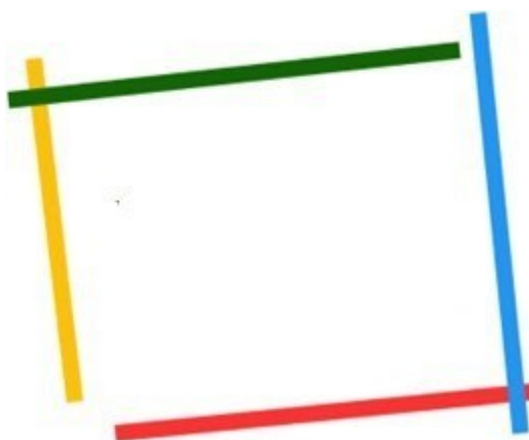
Figura 8 – Logomarca do aplicativo “APPNSF”



Fonte: Elaboração própria.

A adição das palavras “Nível de Sustentabilidade Fruticultura” à logo do aplicativo confere uma camada adicional de significado contextual, ressaltando o papel de avaliar a sustentabilidade dos produtores no setor da fruticultura.

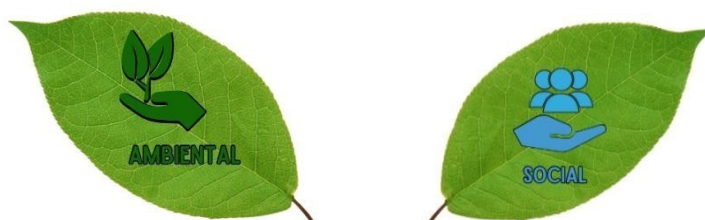
Figura 9 – Parte da logomarca com paleta de quatro cores destacando as dimensões



Fonte: Elaboração própria.

As cores selecionadas não são meramente estéticas, mas também desempenham um papel fundamental na comunicação visual, transmitindo emoções, estabelecendo identidade de marca e facilitando a acessibilidade do design. O verde, que simboliza natureza, crescimento e saúde, reflete nosso compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental. O azul, associado à calma e à confiança, destaca o comprometimento com o bem-estar social e a transparência nas práticas empresariais.

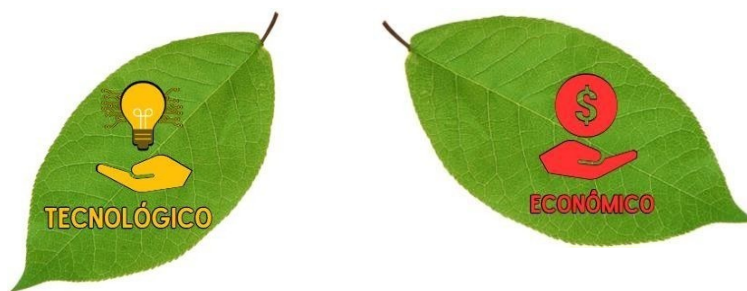
Figura 10 – Parte da logomarca com paleta verde e azul



Fonte: Elaboração própria.

O vermelho, expressando paixão e ação, enfatiza nossa busca pela eficiência e crescimento sustentável na dimensão econômica do ESG. Por fim, o amarelo evoca energia e inovação, representando a constante busca por soluções criativas e o progresso tecnológico.

Figura 11 – Parte da logomarca com amarelo e vermelho



Fonte: Elaboração própria.

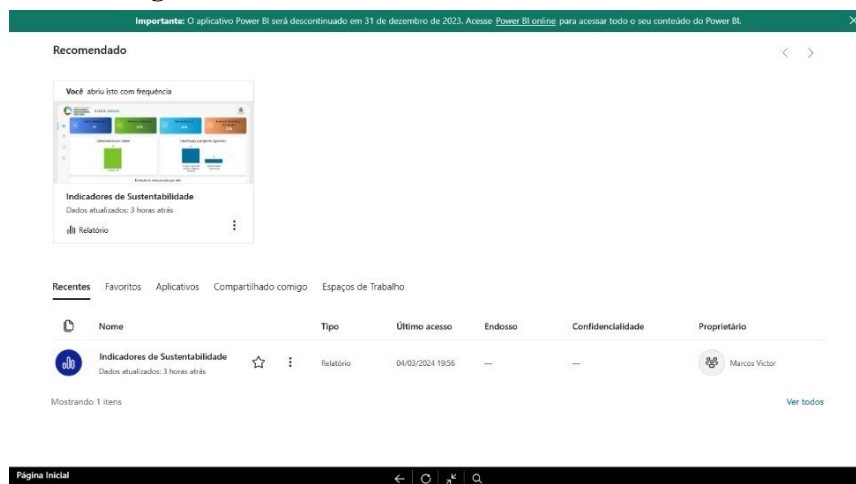
4.6 Pesquisa de campo

Produtores rurais que atuam na avaliação da agricultura sustentável.

4.7 Aplicativo e ferramenta digital Microsoft Power BI

Após os testes do aplicativo local, o *app* desenvolvido para avaliação da sustentabilidade, e seu registro, foi implementada a versão Microsoft Power BI, que possui as mesmas funcionalidades da versão para computadores locais e cuja tela inicial pode ser visualizada na Figura 12.

Figura 12 – Tela inicial de acesso ao Microsoft Power BI



Fonte: Elaboração própria.

4.8 Produto final da tese

4.8.1 Relatório técnico conclusivo

No âmbito da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Relatório Técnico Conclusivo é um produto técnico que resulta de pesquisas de Pós-Graduação Profissional. O Relatório Técnico Conclusivo é uma exposição escrita que descreve a execução de serviços ou experiências ou fatos verificados por pesquisa. É, normalmente, acompanhado de documentos demonstrativos, como tabelas, gráficos e estatísticas. No caso desta pesquisa, esses documentos constituem a proposta de um Plano de Conservação Ambiental (PCA) com o objetivo de fornecer uma caracterização geral da área e sugerir medidas para mitigar as consequências.

A CAPES descreve este documento como:

Texto simples contendo informações sobre o projeto ou atividade que foi realizado, desde o planejamento até as conclusões. Indica no conteúdo a importância dos resultados e conclusões em relação aos efeitos sociais, econômicos e a aplicação do conhecimento obtido. Um exemplo de RTC é um relatório de projeto de pesquisa; um relatório de impacto ambiental ou de obra civil; um relatório de ensaio físico-químico de material ou produto em engenharia, veterinária, química, agronomia e outros campos; e um relatório de vistoria ou avaliação em organizações, agências ou serviços públicos ou privados (Brasil, 2019, p. 52).

Assim, o item contém o sumário do Relatório Técnico Conclusivo, que descreve o que está sendo discutido no documento acima.

a) Desenvolvimento do aplicativo

Nesta seção, são apresentadas algumas ferramentas e tecnologias utilizadas no desenvolvimento do aplicativo.

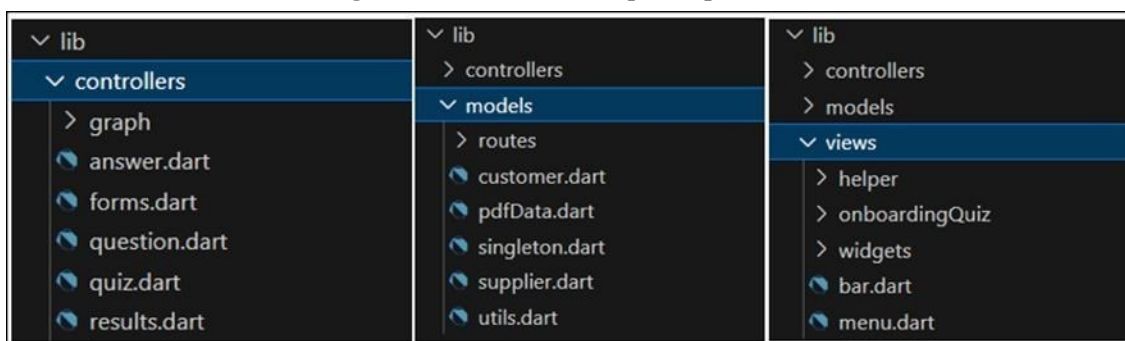
Flutter

O Flutter, desenvolvido pela Google, é um *framework* que possibilita o desenvolvimento *cross-plataforma*, ou seja, permite a criação de aplicativos que funcionam em dispositivos móveis (Android, iOS), plataformas web e desktop (Windows, Mac), tudo a partir da escrita de um único código fonte (Flutter, 2024).

Segundo Santana (2019), o Flutter oferece uma série de benefícios, incluindo a fluidez da aplicação. O autor também destaca a facilidade com que interfaces de usuário personalizadas podem ser criadas, um suporte robusto para animações e o acesso simples aos recursos do dispositivo, que juntos proporcionam uma experiência de usuário incrível.

o Modelo (Sommerville, 2011). Na presente aplicação, foi adotado o padrão MVC, pelo fato da flexibilidade, organização e modularidade de código, tornando mais claro identificar no momento de fazer alterações e manutenções sem afetar outras partes do algoritmo do programa. Na Figura 14 é possível ver a estrutura de pastas do padrão MVC no projeto APPNSF.

Figura 14 – Árvore de arquivos padrão MVC

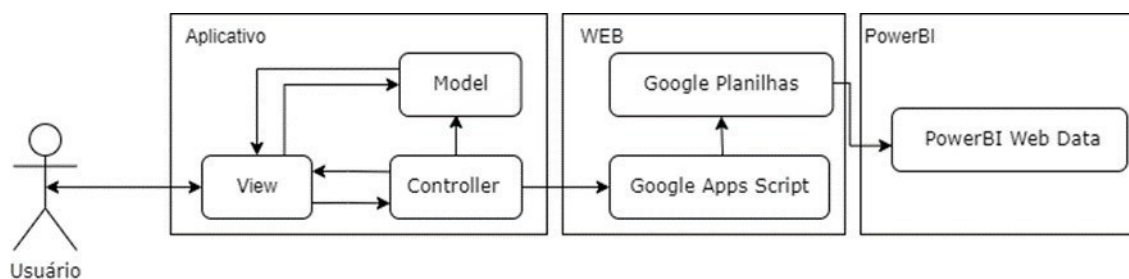


Fonte: Elaboração própria.

Estrutura do projeto

O diagrama mostrado na Figura 15 apresenta as comunicações da aplicação APPNSF. Em um primeiro momento da execução do aplicativo, as classes da pasta “views” são responsáveis por apresentar uma interface visual para o usuário interagir; as classes da pasta “models” descrevem a estrutura de dados utilizadas pelo aplicativo; e as classes da pasta “controllers” administram o fluxo da aplicação e a troca de dados.

Figura 15 – Diagrama de comunicação da aplicação



Fonte: Elaboração própria.

Em dado momento, o Controller “results.dart” enviará os dados coletados no aplicativo para o Google App Script por meio de uma solicitação GET HTTP assíncrona. A Figura 16 mostra parte do código do Controller responsável pelo envio.

Figura 16 – Trecho de código que envia dados para o Google App Script

```
void submitForm() async {
  if (!listaSingleton().minhaLista.isNotEmpty) {
    const String scriptURL =
    // ...
  }
  List<String> cabecalho = [];
  String formatTxt;
  for (int x = 3; y = 0; y != 30; x++, y++) {
    formatTxt = "&q=${listaSingleton().minhaLista[y]}";
    cabecalho.add(formatTxt);
  }
  String z = cabecalho.join("");
  String queryString = "&q1=${getHorario()}&q2=$typeProductor&sheet=bbb";
  var finalURL = Uri.parse(scriptURL + queryString);
  var response = await http.get(finalURL);
  if (response.statusCode == 200) {
    var bodyR = convert.jsonDecode(response.body);
  }
  String searchString = "ERROR";
  if (bodyR.toString().contains(searchString)) {
    setState(() {
      isLoading = false;
      isError = true;
    });
  } else {
    setState(() {
      isLoading = false;
      showInfoAfterSend = !showInfoAfterSend;
    });
  }
}
```

Fonte: Elaboração própria.

Após o Google Apps Script receber os dados, ele converte tudo em formato “.json” e entrega para o Google Planilhas, que armazena todas as informações. Estas informações serão posteriormente utilizadas no Power BI para análise e geração de relatórios.

5 CONCLUSÃO

Os indicadores propostos contemplam os objetivos de estudos previamente consolidados e, aliados à certificação de uma agricultura mais sustentável, podem orientar pequenos, médios e grandes produtores rurais em direção à sustentabilidade da fruticultura brasileira. A investigação tem uma finalidade aplicada e pode expandir-se por toda a região. Esta pesquisa visa agregar informações, pois, até o momento, não havia dados sobre o perfil dos agricultores do PPI estudado no Vale do São Francisco em relação aos parâmetros analisados nesse segmento.

Esta pesquisa serve como base para investigações futuras sobre a mesma temática. A divulgação dos indicadores de sustentabilidade na produção agrícola de pequenos e médios agricultores do Vale do São Francisco, no semiárido nordestino, é de fundamental importância para que os agricultores da área estudada, situada nos Perímetros Públicos de Irrigação (PPI) na zona rural de Juazeiro, Bahia, e em outras áreas irrigadas, possam realizar uma gestão mais efetiva. Além disso, essas informações podem orientar as políticas públicas em agricultura sustentável, promovendo parcerias com o setor consumidor, empresarial, e com demais segmentos da sociedade em questão de sustentabilidade.

A seleção dos indicadores de sustentabilidade, com base na literatura, pode apoiar o desenvolvimento de pesquisas para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas de produção mais eficientes e para o manejo e planejamento de melhorias sistêmicas no modelo tradicional utilizado na área em questão.

Para isso, foi necessário contextualizar os conceitos de Agricultura Sustentável e Indicadores de Sustentabilidade, assim como seu papel na agricultura brasileira. Foi abordado o uso dos Indicadores Ambientais, Sociais, Econômicos e Tecnológicos, desde sua origem até sua importância, além da utilização de ferramentas digitais, aplicativos/software e relatórios de sustentabilidade para descrever o desempenho em relação à gestão dos níveis de sustentabilidade na agricultura.

Os indicadores propostos contemplam os objetivos de estudos previamente consolidados e, aliados à certificação de uma agricultura mais sustentável, podem orientar pequenos, médios e grandes produtores rurais em direção à sustentabilidade da fruticultura brasileira. A investigação tem uma finalidade aplicada e pode expandir-se por toda a região. Esta pesquisa visa a agregar informações, pois, até o momento, não havia dados sobre o perfil dos agricultores do PPI estudado no Vale do São Francisco em relação aos parâmetros analisados nesse segmento.

Por fim, os resultados da pesquisa inferenciam a importância de desenvolver e aplicar ferramentas digitais para mensurar e melhorar a sustentabilidade das atividades agrícolas de pequenos e médios produtores em áreas irrigadas no semiárido baiano. Diante dos desafios relacionados à adoção de práticas sustentáveis nesse contexto, a disponibilização de uma solução tecnológica intuitiva e personalizável representa um avanço significativo, ao permitir que os próprios produtores identifiquem e monitorem os indicadores de sustentabilidade em seus empreendimentos, subsidiando a tomada de decisões orientadas para a transição rumo a sistemas agrícolas mais resilientes e alinhados com os pilares da sustentabilidade. Espera-se que essa iniciativa contribua para ampliar a adoção de práticas sustentáveis na agricultura regional, fortalecendo a competitividade do setor e os benefícios socioeconômicos e ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALBERGARIA, B. **História do direito ambiental**: princípios gerais do direito ambiental. Direito Ambiental. Vol 1. Seção 1, parte 2, cap 2. Brasília: Embrapa, 2014.
- ALVES, A. K. da S. **Diretrizes constitucionais de desenvolvimento sustentável e as novas perspectivas de consumo da economia colaborativa**. 2020. 169 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.
- ANDRADE, A. L. M. de. Indicadores de sustentabilidade na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Piranha, Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 37, n. 3, p. 401-412, 2007.
- AQUINO, C. M. S.; ALMEIDA, J. A. P.; OLIVEIRA, J. G. B. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato, Piauí. **RA’EGA**, Curitiba, v. 25, p. 252-278, 2012.
- ASSUNÇÃO, F. N.; BURSZTYN, M. A. A. As políticas das águas do Brasil. In: Encuentro de las Aguas, 3, 2001, Santiago. **Anais**. Santiago: Encuentro de las Aguas, 2001.
- ASTIER, M.; MASERA, O. R.; GALVÁN-MIYOSHI, Y. (org.). **Evaluación de sustentabilidad**: un enfoque dinámico y multidimensional. Valencia: Fundación Instituto de Agricultura Ecológica y Sostenible, 2008.
- BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: SOUZA FILHO, H. M.; BATALHA, M. O. (org.). **Gestão integrada da agricultura familiar**. São Paulo: EDUFSCAR, 2004. p. 43-65.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.

BORGES, F. de F. Certificação ambiental e indicadores de sustentabilidade da agricultura. **Ciência & Tecnologia**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. 87-96, 2021. DOI: 10.52138/citec.v12i1.76. Disponível em: <https://citec.fatecjaboticabal.edu.br/index.php/citec/article/view/76>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BOVESPA. **O índice de sustentabilidade empresarial**. 2020. Disponível em: <http://www.bovespa.com.br/Pdf/Indices/ISE.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2022.

BRASIL, Diário Oficial da União (D.O.U.). Decreto n.º 24.643, de 10 de julho de 1934. Código de Águas. In: VIEIRA, Jair Lott. **Código de Águas**: Decreto n.º 24.643 de 10.7.1932 / Agência Nacional de Águas, Lei n.º 9.984. 3a. ed. Bauru: EDIPRO, 2002.

BRASIL. **Decreto-Lei n.º 8.486, de 28 de dezembro de 1945**. Dispõe sobre a reorganização da Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS). Rio de Janeiro, dez. 1945. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/De18486.htm. Acesso em: 20 set. 2024.

BRASIL. **Lei n.º 6.938, de 31 ago. 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 2 set. 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm. Acesso em: 14 abr. 2024.

CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CAPORAL, F. R. Transição Agroecológica e o papel da Extensão Rural. **Extensão Rural**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 7-19, 2020. DOI: 10.5902/2318179638420. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/38420>. Acesso em: 20 set. 2024.

CÂNDIDO, G. A. Rede de estudos e pesquisas em sistemas de sustentabilidade da hortifruticultura familiar do município de Ceará-Mirim (RN) sob a ótica do método IDEA indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas baseados em práticas de agricultura familiar e da agricultura baseada nos princípios da revolução verde no nordeste brasileiro. Campina Grande: **Projeto de pesquisa apresentado para avaliação e julgamento em conformidade com o Edital CNPq 022/2010**, 2010.

CIRANI, C. B. S.; MORAES, M. A. F. D. Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 4, 2010, p. 543-565. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0103-20032010000400003>.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.

CHRISTOFI, A.; CHRISTOFI, P.; SISAYE, S. Corporate sustainability: Historical development and reporting practices. **Management Research Review**, v. 35, n. 2, p. 157-172, 2012.

CRUZ, S.; SACRAMENTO, E. A ética ambiental: a busca para uma sustentabilidade efetiva. **Percursos**, v. 3, n. 30, p. 126-128, 2019.

DAHL, R. E. *et al.* Importance of investing in adolescence from a developmental science perspective. **Nature**, v. 554, n. 7693, p. 441-450, fev. 2018.

DE MEYER, A.; CATTRYSSE, D.; RASINMÄKI, J.; ORSHOVEN, J. Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: a review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 31, p. 657-670, 2014.

EMBRAPA. Indicadores de sustentabilidade para avaliação de sistemas agrícolas. **Circular Técnica**, n. 19, p. 1-48, 2005. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/24000/1/cc19n3_01.pdf. Acesso em: 24 set. 2024.

EMBRAPA. **Atuação do Brasil no mercado vitivinícola mundial: panorama 2013**. Bento Gonçalves: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2014.

EMBRAPA. **Balanco Social**. Inovação no Setor Público, ed. 27. 2023. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1163847/1/BS-2023.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

ESQUIVEL, C. E. G.; GRANADOS, H. R. ¿Es posible evaluar la dimensión social de la sustentabilidad? Aplicación de una metodología en dos comunidades campesinas del Valle de Toluca, México. **Convergencia: Revista de Ciencias Sociales**, Maracaibo, Venezuela, v. 13, n. 40, 2006.

FERREIRA, J. M. L.; VIANA, J. H. M.; COSTA, A. M.; SOUSA, D. V.; FONTES, A. A. Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 271, p. 12-25, nov./dez. 2011.

FLUTTER. **What is Flutter?**. 2024. Disponível em: <https://docs.flutter.dev/resources/faq>. Acesso em: 4 abr. 2024.

FURTADO, J. S. Gestão com responsabilidade socioambiental. Ferramentas e tecnologia. **Produção Limpa**, São Paulo, fev. 2003.

GAVIÃO, L. O.; BARRETO, M.; LIMA, G. B. A.; MEZA, L. A.; SOUZA, D. O. G.; VIEIRA, T. G. Avaliação de eficiência a partir de indicadores de sustentabilidade. **Conhecimento e Diversidade**, v. 8, n. 16, p. 68-83, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GRÉCIA. **Κληρονομιάς της Ελλάδας** [Inventário Nacional do Patrimônio Cultural Imaterial da Grécia]. Atenas: Ministério da Cultura e dos Esportes, 2013.

GRENZ, J. *et al.* **RISE 2.0 Field Manual**. Bern: University of Applied Sciences, School of

Agricultural, Forest and Food Sciences, 2011.

GRI Standards. **Consolidated set of GRI Sustainability Reporting Standards 2020**. 2020.

GUIMARÃES, J. C. F.; SEVERO, E. A.; DORION, E. C. H.; OLEA, P. M. Attributes for sustainable competitive advantage of firms in the global market. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 9, n. 7, p. 459-468, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Sustentabilidade Produtiva do Agronegócio Brasileiro. In: **Desafios da Nação**. Vol. 2. Brasília, 2018.

KOHL, C. A.; SELLITO, M. A. Avaliação do desempenho ambiental de um operador de serviços logísticos por indicadores categóricos. **Estudos Tecnológicos**, v. 5, n. 3, p. 284-301, set./dez. 2009.

KAMIYAMA, A. **Cadernos de Educação Ambiental: agricultura sustentável**. São Paulo: SMA, 2011. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/uploads/arquivos/cadernos/13-AgriculturaSustentavel.pdf>>. Acesso em: 7 set. 2024.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturais: el marco de evaluación MESMIS**. México: MundiPrensa, 1999. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recurso_s_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS. Acesso em: 15 abr. 2022.

MARIN, J. O. B. Agricultores familiares e os desafios da transição agroecológica. **Revista UFG**, Goiânia, v. 11, n. 7, p. 38-45, 2009.

MARZALL, K. **Indicadores de sustentabilidade para agroecossistemas**. 1999. 208 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

MESQUITA FILHO, J. B.; BARRETO, R. C. S. Análise da sustentabilidade econômica, social e ambiental do cultivo orgânico de hortaliças: estudo de caso. In: Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 45, Londrina. **Anais**. Londrina: SOBER, 2007, p. 1-21.

MICROSOFT. **O que são ferramentas de business intelligence?** 2023. Disponível em: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-are-business-intelligence-tools/>. Acesso em: 5 abr. 2022.

MICROSOFT. **O que é o Power BI Desktop?**. 2019. Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/power-bi/fundamentals/desktop-what-is-desktop>. Acesso em: 16 maio 2023.

MOREIRA, L.; GALVÃO, A. R.; BRAGA, V.; BRAGA, A.; TEIXEIRA, J. Sustainability as a Gateway to Textile International Markets: The Portuguese Case. **Sustainability**, v. 15, n. 4669, 2023.

NUNES, E. R.; MARTINS, M. F. Indicadores de sustentabilidade para o desenvolvimento sustentável: um estudo no município de Bananeiras (PB). **Revista Brasileira de**

Ecoturismo, v. 12, n. 2, p. 258-273, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 24 set. 2024.

PEREIRA, Luiz Carlos Bresser. **Economia brasileira: uma introdução crítica**. São Paulo: Editora Brasiliense, 1988.

POLAZ, C. N. M.; FARIAS, E. S.; PEREIRA JÚNIOR, A. M.; ALMEIDA, J. F.; PESSOA, F. A. C.; MEDEIROS, J. F. Hematophagous biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) from Tefé municipality, Amazonas state, Brazil. **Check List**, v. 10, n. 1, p. 122-126, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.15560/10.1.122>. Acesso em: 22 set. 2024.

PRETTY, Jules. **Sustainable intensification of agriculture: Greening the world's food economy**. London: Routledge, 2014.

QIU, H. J. *et al.* Analysis and design of agricultural sustainability indicators system. **Agricultural Sciences in China**, v. 6, n. 4, p. 475-486, abr. 2007.

RAICHELIS, R. Democratizar a gestão das políticas sociais: um desafio a ser enfrentado pela sociedade civil. In: MOTA, A. E.; BRAVO, M. I. S.; UCHOA, R.; NOGUEIRA, V.; MARSIGLIA, R.; GOMES, L.; TEIXEIRA, M. (org.). **Serviço Social e Saúde: Formação e Trabalho Profissional**. São Paulo: Cortez; ABEPSS; Ministério da Saúde; OPAS; OMS, 2006, p. 1-17. Disponível em: <http://www.fnepas.org.br/pdf/servico_social_saude/texto1-4.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2023.

RODRIGUES, M. A. **Direito Ambiental esquematizado**. São Paulo: Saraiva, 2013.

SAMPAIO, Y.; SAMPAIO, E. V. (org.). **Ensaio sobre a economia da fruticultura irrigada**. Fortaleza: BNB, 2004.

SANTANA, F. Flutter: porque você deveria apostar nesta tecnologia. **Medium**, 2019. Disponível em: <https://medium.com/tableless/flutter-porque-você-deveria-apostar-nesta-tecnologia-94a510fffd18>. Acesso em: 4 abr. 2024.

SANTOS, R. D. C. **Power BI: a experiência de implantação em um escritório de contabilidade**. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/12012/1/RDCS11102018.pdf>. Acesso em: 17 maio 2023.

SANTOS, G. L. M. C. dos. **Avaliação de sustentabilidade: um estudo de caso junto aos produtores agrícolas do Perímetro Irrigado Nilo Coelho no município de Petrolina - PE**. 2021. 71 f. Dissertação (Mestrado em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão Ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

SILVA, L. H. V. **Aplicação e impactos dos Objetivos de Desenvolvimento**

Sustentável em grandes empresas privadas do setor industrial no Brasil.

2021. Disponível em: <http://repositorio.sis.puccampinas.edu.br/handle/123456789/15255>. Acesso em: 2 set. 2024.

SILVA, F. V. **A importância do gerenciamento dos recursos hídricos para a produção dos agricultores familiares: o caso do projeto público de irrigação.** 2013. 177 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Territorial) – Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SILVA, T. L. G. B. *et al.* Grau de aderência aos indicadores de desempenho ambiental do GRI em um mercado emergente: uma análise em empresas com potencial poluidor em dois segmentos. **Revista Ambiente Contábil**, v. 9, n. 1, p. 21-36, 2017.

SOGLIO, F. D.; KUBO, R. R. **Agricultura e Sustentabilidade.** Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.

SPEELMAN, E. N.; LÓPEZ-RIDAURA, S.; COLOMER, N. A.; ASTIER, M.; MASERA, O. R. Ten years of sustainability evaluation using the MESMIS framework: lessons learned from its application in 28 Latin American case studies. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 14, p. 345-361, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13504500709469735>. Acesso em: 22 set. 2024.

SPINOSA, L. M.; MOURA, E. Uma abordagem e uma ferramenta orientadas web para avaliação da percepção de eficácia de parques tecnológicos. In: **30.ª Conferência Mundial da IASP e 23.º Seminário Anprotec.** 2013.

STOFFEL, J. A. **Construction and evaluating of indicators of sustainability of family farming: a multidimensional analysis.** 2014. 244 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e do Agronegócio) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014.

STATISTICAL COMMISSION, United Nations. General Assembly. **Resolution 71/313, 6 July 2017.** “Work of the statistical commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development”. Disponível em: <http://undocs.org/A/RES/71/313>. Acesso em: 20 set. 2024.

UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews: Harnessing innovation for sustainable development. **United Nations publication.** UNCTAD/DTL/STICT/2019/4, 2019.

TAUHATA, S. **GRI cria conselho no Brasil com presença de grandes investidores.** 2020. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2020/03/03/gri-cria-conselho-no-brasil-com-presenca-de-grandes-investidores.ghtml>. Acesso em: 10 jul. 2022.

TRAVASSOS, C. C.; JARDIM, M. A. G.; MACIEL, S. Florística e ecologia de samambaias e licótas como indicadores de conservação ambiental. **Biota Amazônia**, v. 4, p. 40-44, 2014.

VERASZTO, E. V. *et al.* Ensino de física e tecnologia: desenvolvimento de atividades de educação tecnológica para alunos do ensino fundamental. In: GARCIA, N. M. D. (org.). **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física.** Curitiba: CEFET, 2003. p. 1974-

1983.

VIANA, J. A. S. *et al.* Dinâmica de produção e comercialização de abacaxi (*Ananas comosus L. Merr*) no estado do Pará. In: OLIVEIRA, R. J. de. (org.). **Extensão rural em foco**: apoio à agricultura familiar, empreendedorismo e inovação. Guarujá: Editora Científica, 2020. p. 240-246. Disponível em: <https://www.editoracientifica.org/articles/code/200600406>. Acesso em: 30 jul. 2024.

WALLER-HUNTER, J. H. Testing Indicators of Sustainable Development: Building on a Strong Foundation. **Second Ghent Workshop on Indicators of Sustainable Development**. 1996.

WORLD WATER COUNCIL. **8th World Water Forum preparations get underway**. 2016. Disponível em: <http://www.worldwatercouncil.org/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

ZAHM, F. *et al.* Évaluer la durabilité des exploitations agricoles: la méthode IDEA v4, un cadre conceptuel mobilisant dimensions et propriétés de la durabilité. **Cahiers Agricultures**, v. 28, n. 5, 2019.

APÊNDICES

Apêndice A – Manual e Instruções de uso da Planilha de Indicadores de Sustentabilidade

Apêndice B – Manual de Uso do Aplicativo

Apêndice C – Publicações

Apêndice D – Certificados (Planilha de Avaliação do Nível de Sustentabilidade na Fruticultura Irrigada; Aplicativo Android Nível de Sustentabilidade na Fruticultura; Aplicativo WEB Nível de Sustentabilidade na Fruticultura; Ferramentas Power BI – *Business Intelligence* Nível de Sustentabilidade na Fruticultura)

Apêndice A

PRODUTO 2: MANUAL DE INSTRUÇÕES DE USO DA PLANILHA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

**MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA / PLANILHA DE
INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA FRUTICULTURA
IRRIGADA NO MICROSOFT EXCEL**

(Versão 1.0)

Produto: Manual da Ferramenta Digital “PLANILHA EM EXCEL”
para uso em computadores de mesa ou desktops.

Doutorando: Marcos Victor do Carmo Loiola

Orientadora: Profa. Dra. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Coorientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Vanderlei Silva

Março

2024

1.1. O que é a Ferramenta Digital / Planilha de Indicadores de Sustentabilidade para a produção da Fruticultura Irrigada na Região do Vale do São Francisco, uma Solução Tecnológica em Excel: Saiba como Utilizar.

VOCÊ SABE COMO UTILIZAR PLANILHA DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO EXCEL?

Anteriormente, até pouco tempo atrás, era comum que todos os **DADOS / INFORMAÇÕES** agrícolas e empresariais fossem registradas e analisadas em um documento físico em papel, cadernetas de campo. Mas esse tempo ficou no passado, utrapassado, e hoje a tecnologia é a grande aliada dos agricultores e empresários, até mesmo dos produtores agrícolas familiares e médios produtores na contemporaneidade.

A Ferramenta / Planilha é uma solução de informação para aferir indicador (taxa, índice) de sustentabilidade na produção agrícola, que tem a finalidade de avaliar e calcular índice de sustentabilidade nos registros e realizar o acompanhamento das informações e indicadores selecionados na literatura entre vários métodos já publicados. Ela apresenta vários índices de sustentabilidade da produção agrícola em vários modelos consolidados.

Sua principal função é calcular o índice de sustentabilidade através do registro dos indicadores e de suas informações nas áreas ambiental, social e econômico/tecnológica. Aferindo as práticas sustentáveis na produção agrícola, por meio dos registros, das informações de manejo e de suas tecnologias, é possível construir experiências no campo mais justas, podendo-se acompanhar e fiscalizar a produção através do controle dos indicadores selecionados para essa investigação e propor o desenvolvimento da solução, da avaliação e do controle.

QUEM PODE UTILIZAR A PLANILHA DE INDICADORES?

Os dados e informações no manejo da produção agrícola registradas na Ferramenta / Planilha de Indicadores podem ser gerenciados pelos “**arquivos em *.xlsx**” da solução através do acesso ao arquivo disponível no site do PPGADT / UNIVASF / UFRPE / UNEB, que possui link com acesso público para download da planilha indicadores e pode ser baixado, visualizado, alterado, operacionalizando as informações na solução.

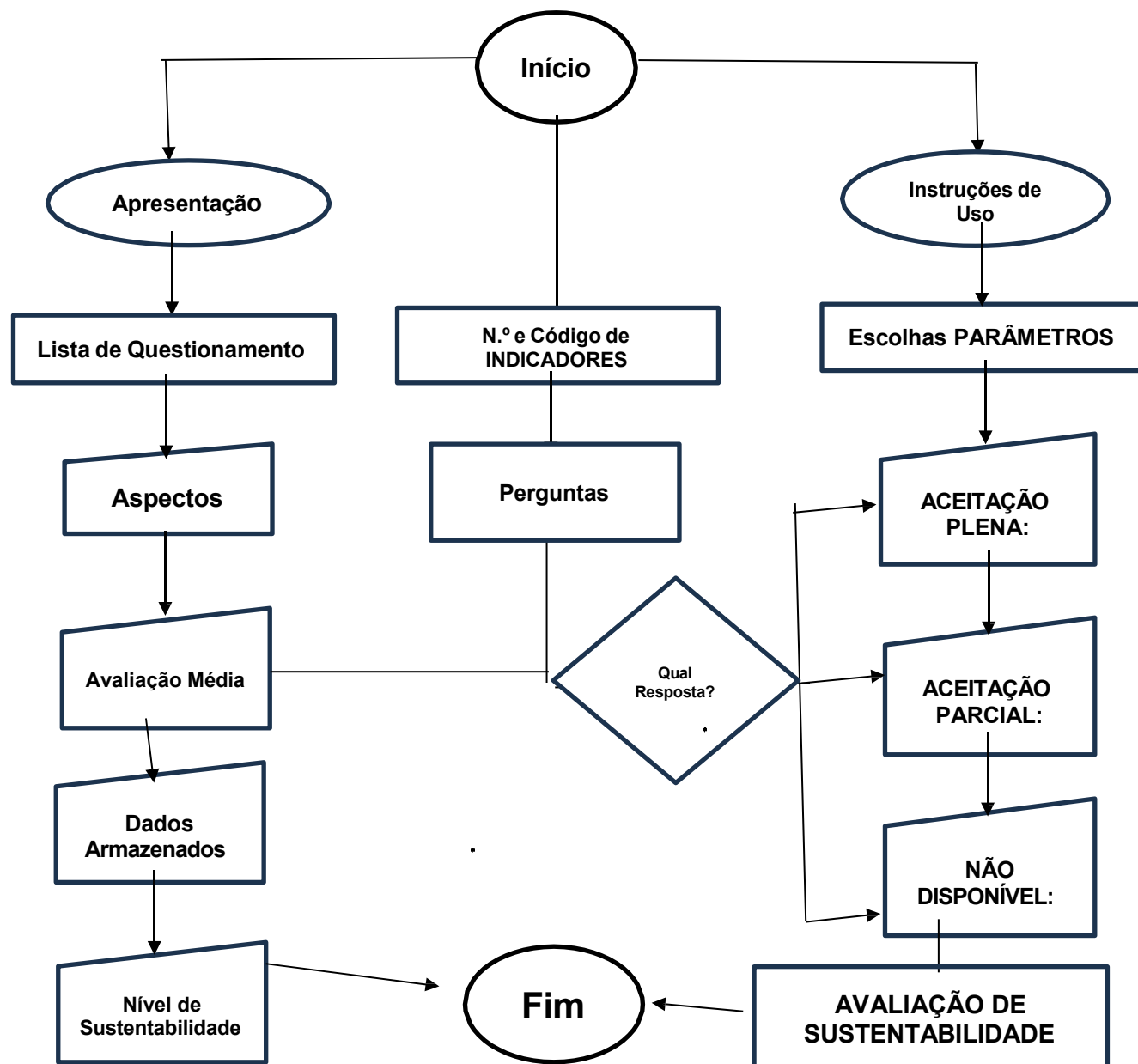
1.2 DESENVOLVIMENTO DA FERRAMENTA DIGITAL

A ferramenta digital nomeada de **Planilha de Avaliação do Nível de Sustentabilidade na Fruticultura Irrigada** foi desenvolvida em Microsoft Excel, uma Ferramenta Digital / Planilha com o intuito de aferir índice de sustentabilidade na produção agrícola. Assim, ela facilita a etapa de coleta, cálculos e análises de dados, além de aferir indicadores e apresentar práticas na agricultura sustentável para auxiliar os agricultores da região, apresentando trinta indicadores selecionados para essa pesquisa, seleção já feita anteriormente, como manejos e práticas mais sustentáveis adequadas para a produção agrícola sustentável da região do Vale do São Francisco (RVSF).

Essa solução tecnológica tem como público-alvo produtores agrícolas familiares e médios produtores, contendo informações importantes para auxiliar as etapas do gerenciamento dos indicadores de sustentabilidade. O instrumento é composto por três aspectos principais da sustentabilidade de controle das dimensões: **Ambiental, Social e Econômica/Tecnológica**.

Os questionamentos feitos que foram utilizados para a construção de cada indicador estão demonstrados nos tópicos a seguir.

Fluxograma 1 – Fluxograma de funcionamento da Planilha AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PRODUÇÃO AGRÍCOLA IRRIGADA



Fonte: Autoria própria, 2023.

1.2. CONTROLE DE ACESSO DE USABILIDADE DA PLANILHA

A Ferramenta / Planilha utiliza o conceito de abas de utilização para permitir ao produtor rural o controle de acesso às funcionalidades e informações disponíveis pela solução. As abas e sub/planilhas disponíveis são:

1. **Tela Inicial Geral:** Permite acesso geral às funcionalidades e informações disponíveis na planilha. O perfil básico permite ao usuário criar, visualizar, alterar ou excluir qualquer informação no sistema, incluindo as funcionalidades básicas da solução.

2. **Aba Diretrizes para Agricultura:** Permite acesso à funcionalidade da planilha que é responsável pela descrição dos aspectos que podem ser aferidos nos níveis **APL - ACEITAÇÃO PLENA; AP - ACEITAÇÃO PARCIAL; ND - NÃO DISPONÍVEL**.

3. **Aba com as Descrições dos INDICADORES RVSF:** Permite acesso à funcionalidade de visualização de indicadores que é responsável pelo controle dos índices do nível de sustentabilidade. O cálculo dos indicadores permite ao produtor visualizar, ler, qualquer informação detalhada sobre as especificidades dos indicadores na planilha.

4. **Aba Geral: Essa guia também possui as instruções de utilização de todos os ambientes principais da planilha:** Permite acesso a funcionalidades e definições das diretrizes, descrição dos aspectos e demais informações sobre a operacionalização da solução tecnológica.

Quadro – Base para Classificação dos Indicadores

$$NS_{APL} = \left(\frac{ISA_{APL} + ISS_{APL} + ISE_{APL} + IST_{APL}}{30} \right) \times 100$$

[(NS)] **_APL** Nível de Sustentabilidade
ACEITAÇÃO PLENA

Onde:

APL_{Ambiental} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Ambiental.

APL_{Social} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Social.

APL_{Econômica & Tecnológica} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Econômica & Tecnológica.

Onde:

ISA – Indicador de Sustentabilidade Ambiental,
ISS – Indicador de Sustentabilidade Social,
ISET – Indicador de Sustentabilidade Econômica e Tecnológica.
Fonte: Autoria própria, 2023.

Nível de pontuação: Faixa:

- 0% a 24% - **Baixa Sustentabilidade,**
- 25% a 61% - **Média Sustentabilidade,**
- 62% a 100% - **Alta Sustentabilidade.**

a. ACESSANDO A PLANILHA

A Planilha está disponível através de um endereço eletrônico na web disponibilizado pelo endereço abaixo. Para acessá-la, os produtores ruais devem utilizar um navegador web no computador, utilizando o endereço de acesso para fazer o *download* da planilha de indicadores, de modo a visualizar as informações e funcionalidades disponíveis.

Figura 1 – Site do PPGADT link de download da Planilha



Fonte: site do PPGADT, 2023.

Ao acessar a página inicial de egressos do PPGADT UNEB, é exibida a opção de download, conforme mostra a Figura 1. A pré-condição para a utilização é que o produtor baixe o arquivo no site do PPGADT, no seguinte link:

<https://ppgadt.univasf.edu.br/index.php/2021/12/10/egressos/>.



Marcos Victor do Carmo Loiola

Área de formação: Tecnologia em Processamento de Dados

Orientadora: Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

Coorientador: Marcos Antônio Vanderlei Silva

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3874072826559343>

Produto Final 01 Software/Aplicativo (Programa de computador): *Aplicativo para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade na Produção Agrícola Irrigada na Região do Vale do São Francisco.*

Produto Final 02: Registro do Código Fonte do Aplicativo, (Ferramentas Tecnológicas Desenvolvidas): junto ao INPI.

- **Planilha Eletrônica,**
- **Aplicativo Versão Androide,** (uso smartphones: Android é um sistema operacional móvel desenvolvido pela Google).
- **Versão Sistema Web,** (uso no computador, navegador: conhecidos como Opera, Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari (Apple), Internet Explorer e Microsoft Edge).
- **Ferramenta Power BI - Business Intelligence,** (Funcionalidades e recursos do Power BI: Power Query – manipulação de dados; Power Pivot – mineração de dados; Power View – visualização de dados em dashboards).

Produto Final 05: Planilha no software Microsoft Excel / Aferir Índice de Sustentabilidade.

Produto Final 04: Manual de Usabilidade do Software / Aplicativo.

Produto Final 05: Manual de Usabilidade do Planilha em Excel.

Produto Final 06: Registro da Logomarca do Aplicativo (INPI e Agência de Inovação da UNEB). Tese: ***FERRAMENTAS DIGITAIS PARA IDENTIFICAR O NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE EM EMPREENDIMENTOS AGRÍCOLAS DE PEQUENOS E***

CONHECENDO A ÁREA DE TRABALHO

Ao abrir o arquivo na Planilha, o produtor rural é redirecionado para a aba da área de trabalho da Ferramenta Tecnológica. A Figura 3 apresenta a área de trabalho, o layout e as funcionalidades autorizadas para o perfil usuário / produtor rural.

Figura 3 – Conhecendo a Área de Trabalho (CAIXA DE COMENTÁRIO)

Formulário			Sustentabilidade
NÃO DISPONÍVEL 0% a 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% a 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% a 100%	
X	0	0	Baixa Sustentabilidade > 25% do CAR 40%
0	0	0	
X	0	0	
0	0	X	
0	0	X	
0	0	X	
0	0	X	
X	0	0	
0	0	X	
X	0	0	

NÚMERO / CÓDIGO / INDICADORES			Formulário			Apresentado		
Nº	COD	INDICADORES	NÃO DISPONÍVEL 0% a 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% a 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% a 100%	Baixa Sustentabilidade	Média Sustentabilidade	Alta Sustentabilidade
01	ISA01	Áreas Protegidas	X	0	0	40%	0%	60%
02	ISA02	Participação em Cursos, Capacitações	0	0	X			
03	ISA03	Rotação de Culturas	0	0	0			
04	ISA04	Gestão de Agroquímicos	0	0	X			
05	ISA05	Gestão Hídrica	0	0	X			
06	ISA06	Manejo e Proteção do Solo	0	0	X			
07	ISA07	Adubação Verde	X	0	0			
08	ISA08	Controle Biológico de Pragas	0	0	X			
09	ISA09	Insumos Externos	X	0	0			
10	ISA10	Lixo reciclável, Destinação	0	0	X			
11	ISS01	Cooperativismo	X	0	0			
12	ISS02	Saúde e Segurança	0	0	0			

Fonte: Autoria própria, 2023.

A Figura 4 Apresenta as células dos indicadores localizados à direita da tela, onde é possível visualizar / acessar as perguntas e funcionalidades disponíveis nas caixa de comentário para entendimento das instruções e informações dos indicadores.

As funcionalidades disponíveis são: Avaliação do nível de Sustentabilidade, Descrição dos Indicadores em cada Aspecto da Sustentabilidade:

Figura 4 – Conhecendo a Área de Trabalho (Formulário de Coleta de dados Ambiental)

Diretrizes propostas para Agricultura "PROPRIEDADE FAMILIAR" e "MÉDIA PROPRIEDADE".		NI	
		Nº	COD
Indicadores da Dimensão Ambiental	Na propriedade há área de preservação da vegetação nativa ?	01	ISA01
	Tem treinamento para trabalhar com agricultura sustentável?	02	ISA02
	Faz uso de Sistema de Rotação de Culturas?	03	ISA03
	Faz uso de Agrotóxicos?	04	ISA04
	Faz controle do uso da Água, Economia Hídrica ?	05	ISA05
	Faz e Utiliza Práticas de Conservação, Cobertura do Solo?	06	ISA06
	Faz Adubação com Material Orgânico?	07	ISA07
	Faz Controle Natural de Pragas e Doenças?	08	ISA08
	Tem Dependência de Insumos Externos ?	09	ISA09
	Faz a separação e destina a reciclagem de resíduos ?	10	ISA10

Fonte: Autoria própria, 2023.

A Figura 4 apresenta o menu principal localizado ao centro da tela, onde é possível acessar as funcionalidades disponíveis nas perguntas para gerir as informações dos indicadores (Indicadores Dimensão Ambiental).

As funcionalidades disponíveis são: Avaliação do nível de Sustentabilidade, Descrição dos Indicadores em cada Aspecto da Sustentabilidade, incluindo o Tecnológico:

- **Controle do nível Ambiental (Figuras 3 e 4)**
- **Controle do nível Social (Figura 5)**
- **Controle do nível Econômico/Tecnológico (Figura 6)**, das áreas agrícolas de cada produtor, pequeno ou médio na planilha.

1.4.1. LEVANTAMENTO DE CÁLCULO DOS INDICADORES

Funcionalidade responsável pelo controle dos contratos, como cadastro dos contratos, cadastro de empresas, relatórios e configurações básicas, tais quais tipos de contrato, tipos de licitação, status do contrato, tipos de nota, relatórios e unidades organizacionais necessárias para a formalização dos contratos. A Figura 5 apresenta o menu de opções como exemplo para o perfil usuário padrão de **INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE**.

Ao total, foram criados trinta indicadores, sendo dez do Aspecto Ambiental, dez no Aspecto Social e dez das dimensões Econômica e Tecnológica, distribuídos em cinco destinados à área econômica e cinco relacionados à área de tecnologia. Todos os indicadores dizem respeito aos atributos da sustentabilidade na agricultura dos agroecossistemas da Fruticultura Irrigada no Vale do São Francisco.

Figura 5 – Conhecendo a Área de Trabalho (Formulário de Coleta de dados Social)

Indicadores da Dimensão Social	Faz parte de associações rurais de produtores vinculado organização comunitária – cooperativas ?	11	ISS01
	Tem controle da saúde do agricultor e segurança do trabalho- uso de Epi's ?	12	ISS02
	Tem contrato de trabalhadoras rurais, mulheres em trabalho formal ?	13	ISS03
	Qual o nível da escolaridade do produtor agrícola ?	14	ISS04
	Tem qualidade da moradia e condições de vida produtor rural ?	15	ISS05
	O agricultor tem participação social, tem apoio local ?	16	ISS06
	O agricultor / família tem opções de lazer ?	17	ISS07
	Propriedade possui sucessão familiar ?	18	ISS08
	O agricultor tem ajuda de programas sociais ?	19	ISS09
	Propriedade/agricultor Interação com órgãos de pesquisa e extensão?	20	ISS10

Fonte: Autoria própria, 2023.

A Figura 5 apresenta a lista principal das perguntas localizadas ao centro da tela, onde é possível acessar as funcionalidades disponíveis nos questionamentos para levantar as informações dos indicadores da dimensão social.

1.4.2. LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES PARA AVALIAÇÃO

Esta funcionalidade permite visualizar os aspectos separados, entender os questionamentos de formalização das perguntas elaboradas para levantamento dos indicadores.

a) Visualizar Contratos

O usuário, com atenção, deve responder aos questionamentos e pode visualizar a lista dos indicadores selecionados (cadastrados) através do menu código e número de indicadores, opção “COD”. A Figura 6 apresenta um exemplo da tela de visualização dos **códigos** e **indicadores** apresentados em cada aspecto.

Figura 6 – Tela de Lista de Contratos (Perfil Formalização de Contratos).

Indicadores da Dimensão Econômica e Tecnológicas	Tem acesso à sistemas de crédito do governo ?	21	ISET01
	Faz o controle do Gastos e Lucratividade ?	22	ISET02
	Tem alguma Certificação para Exportação ?	23	ISET03
	Tem acesso à assistência técnica pelo governo ?	24	ISET04
	Tem acessibilidade de estrada / infraestrutura?	25	ISET05
	A propriedade rural tem regularização ambiental - CAR (Cadastro Ambiental Rural) ?	26	ISET06
	Tem acesso à internet na propriedade/meio rural ?	27	ISET07
	Utiliza fontes de energia renováveis?	28	ISET08
	Adota agricultura 5.0 como prática sustentável ?	29	ISET09
	Utiliza novas tecnologias de máquinas agrícolas, como tratores, pulverizadores e colheitadeiras ?	30	ISET10

Fonte: Autoria própria, 2023.

A Figura 6 apresenta a lista principal das perguntas localizada ao centro da tela, onde é possível acessar as funcionalidades disponíveis nas perguntas para gerir as informações dos indicadores relativos à dimensão econômica e tecnológica.

Figura 7 – Visualização dos indicadores e códigos (exemplo já preenchido de Indicadores Ambientais)

NÚMERO / CÓDIGO / INDICADORES		Formulário			Apresentado		
COD	INDICADORES	NÃO DISPONÍVEL 0% a 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% a 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% a 100%	Baixa Sustentabilidade	Média Sustentabilidade	Alta Sustentabilidade
ISA01	Áreas Protegidas	x	0	0	40%	0%	60%
ISA02	Participação em Cursos,Capacitações	0	0	x			
ISA03	Rotação de Culturas	x	0	0			
ISA04	Gestão de Agroquímicos	0	0	x			
ISA05	Gestão Hidrica	0	0	x			
ISA06	Manejo e Proteção do Solo	0	0	x			
ISA07	Adução Verde	x	0	0			
ISA08	Controle Biológico de Pragas	0	0	x			
ISA09	Insumos Externos	x	0	0			
ISA10	Lixo reciclável, Destinação	0	0	x			

Fonte: Autoria própria, 2023.

RESPOSTA DOS QUESTIONAMENTOS LEVANTADOS:

O produtor rural marca as respostas nas alternativas, podendo marcar com “X” em uma das células; uma única resposta selecionada representa um indicador. Através do menu resposta, é apresentado o nível na tela, conforme formulário, opção “APL”, “AP”, “ND” botão. A Figura 8 apresenta um exemplo da tela de descrição de cada nível de resposta, apresentando, assim, a realidade de cada produção agrícola.

Figura 8 – Visualização dos indicadores e códigos (exemplo já preenchido com os Indicadores Sociais)

11	ISS01	Cooperativismo	x	0	0	50%	0%	50%
12	ISS02	Saúde e Segurança	0	0	x			
13	ISS03	Participação das Mulheres no Campo	x	0	0			
14	ISS04	Nível Escolaridade	0	0	x			
15	ISS05	Habitação Rural.	0	0	x			
16	ISS06	Participação Social na Comunidade	x	0	0			
17	ISS07	Qualidade Diversão ou Descanso	0	0	x			
18	ISS08	Perspectiva dos Jovens em Fixar no Campo	x	0	0			
19	ISS09	Benefício Governo	x	0	0			
20	ISS10	Extensão / Pesquisa	0	0	x			

Fonte: Autoria própria, (2023).

Figura 9 – Visualização dos indicadores e códigos (exemplo já preenchido com os Indicadores Econômicos/Tecnológicos)

26	21	ISET01	Utiliza Linhas de Crédito	x	0	0	50%	10%	40%
27	22	ISET02	Gestão Financeira	0	0	x			
28	23	ISET03	Certificação de Exportação	x	0	0			
29	24	ISET04	Acesso a Assistência Técnica Rural	0	0	x			
30	25	ISET05	Escoamento de Produção	0	x	0			
31	26	ISET06	Regularização CAR	x	0	0			
32	27	ISET07	Acesso à Internet	0	0	x			
33	28	ISET08	Eficiência Energética	x	0	0			
34	29	ISET09	Agricultura 5.0	0	0	x			
35	30	ISET10	Mecanização Agrícola	x	0	0			

Fonte: Autoria própria, 2023.

Figura 10 – Visão geral da Média dos Resultados (Exemplo de uma avaliação)

	NÃO DISPONÍVEL 0% a 24%	ACEITAÇÃO PARCIAL 25% a 61%	ACEITAÇÃO PLENA 62% a 100%
MÉDIA DO LEVANTAMENTO GERAL DE SUSTENTABILIDADE	23%	23%	57%
Níveis de Pontuação EM FUNÇÃO APL	Média Sustentabilidade		


Fonte: Autoria própria, 2023.

1.4.3. ALTERAÇÕES CONTRATUAIS

Funcionalidade responsável pelo controle das alterações, como renovações, repactuações, acréscimos e supressões de dados indicadores, durante a vigência da produção agrícola.

A Figura 11 apresenta um exemplo da tela com o menu de opções do Perfil APRESENTADOS, bem como a lista de INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE – ISAS – ISAS e ISAET.

Figura 11 – Conhecendo o Menu Alterações (Perfil Alterações Contratuais)

 Programa de Pós-Graduação AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL		APRESENTADOS	
 UNEB UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA	APL	ACEITAÇÃO PLENA	
	AP	ACEITAÇÃO PARCIAL	
	ND	NÃO DISPONÍVEL	
	INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE		
	ISAA	ASPECTO AMBIENTAL	
	ISAS	ASPECTO SOCIAL	
	ISAET	ASPECTO ECONÔMICO / TECNOLÓGICO	

Fonte: Autoria própria, 2023.

A **Figura 12** apresenta a descrição dos acrônimos como descrição dos mesmos e descrição dos indicadores de sustentabilidade e aderência da sua aceitação e avaliação dos seus referidos aspectos.

Figura 12 – Visualizando as Renovações (Perfil Alterações Contratuais)

Níveis de Pontuação	
FAIXA	Classificação
0% a 24%	Baixa Sustentabilidade
25% a 61%	Média Sustentabilidade
62% a 100%	Alta Sustentabilidade

Fonte: Autoria própria, 2023.

A **Figura 13** Apresenta o nível de sustentabilidade e sua respectiva Faixa de Percentual e sua Respectiva Classificação.

Figura 13 – Renovação de um Contrato (Perfil Alterações Contratuais)

APRESENTADOS	
APL	ACEITAÇÃO PLENA: Quando TODOS OS DADOS requeridos no ASPECTO dos indicadores de sustentabilidade foram devidamente fornecidos aplicados pelo agricultor.
AP	ACEITAÇÃO PARCIAL: Quando APENAS PARTE DOS DADOS requeridos do indicador de sustentabilidade foram devidamente fornecidos pelo agricultor.
ND	NÃO DISPONÍVEL: Quando o agricultor reconhece que a informação requerida é pertinente às suas atividades, porém está ainda NÃO TEM CONDIÇÃO DE FORNECÊ-LA

Fonte: Autoria própria, 2023.

A **Figura 14** apresenta a tabela de descrição dos níveis apresentados, como exemplo para o perfil de possibilidade na resposta.

Figura 14 – Repactuando um Contrato (Perfil Alterações Contratuais)

ASPECTOS DE SUSTENTABILIDADE	
ISA	Indicador de Sustentabilidade Ambiental
ISS	Indicador de Sustentabilidade Social
ISSET	Indicador de Sustentabilidade Econômico / Tecnológica

Fonte: Autoria própria, 2023.

A **Figura 15** apresenta o menu de opções e a tabela de acrônimo dos aspectos da sustentabilidade como exemplo para o perfil Ambiental, Social e Econômico/Tecnológico.

Figura 15 – Aba de Descrição dos INDICADORES RVSF
(Descrição Detalhada de Cada Indicador)

- INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PADRÃO REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO :					
Indicadores da Dimensão Ambiental					
ISA01	NA PROPRIEDADE HÁ ÁREA DE PRESERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA: Uma das mais importantes maneiras de preservar o solo é não praticar o desmatamento. A vegetação natural de um ambiente possui características e substâncias que conservam o solo e o mantém saudável.				
ISA02	TEM TREINAMENTO PARA TRABALHAR COM AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: Curso de atualização e o alinhamento com os agricultores, profissionais, enfatizando as melhores práticas agrícolas para uma lavoura sustentável, que integra desde a compra dos produtos até o descarte correto das embalagens vazias entre outras práticas de manejo sustentável.				
ISA03	FAZ USO DE SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS: Faz a rotação de culturas: A rotação de culturas contribui para os cuidados com o solo e aumenta a produtividade das lavouras. Essa é uma prática que deixa a terra mais rica, ajuda no controle de doenças e				

Fonte: Autoria própria, 2023.

A **Figura 16** apresenta o menu de opções na tela com descrição e detalhamento dos Indicadores da dimensão Ambiental: INDICADORES descrição detalhada, como exemplo para o entendimento.

Figura 16 – Supressão de Valor do Contrato (Perfil Alterações Contratuais)

Indicadores da Dimensão Social	
ISS01	FAZ PARTE DE SOCIALIZAÇÃO DOS PRODUTORES VINCULADO ORGANIZAÇÃO COMUNITÁRIA – COOPERATIVAS : A Sociedade cooperativa é estabelecida pela associação de um determinado grupo de pessoas com objetivos em comum, como a prestação de serviços ou o desenvolvimento de uma determinada atividade. Esse tipo de sociedade não deve ter como objetivo o lucro, mas sim, o proveito comum dos cooperados.
ISS02	TEM CONTROLE DA SAÚDE DO AGRICULTOR E SEGURANÇA DO TRABALHO- USO DE EPI'S : EPIs são Equipamentos de Proteção Individual, que têm por finalidade diminuir os riscos de contaminação do trabalhador na aplicação de defensivos agrícolas (herbicidas, inseticidas, fungicidas e etc). Fonte: Andef. EPI – Agricultura – Segurança do Trabalho – Segurança na Lavoura – Segurança do Trabalhador Rural.

Fonte: Autoria própria, 2023.

1.4.4. Detalhamento dos indicadores DA, DS e DET

Funcionalidade responsável pelo detalhamento, apresentação e indicadores e dimensões dos códigos descritos durante a análise dos indicadores. A **Figura 17** apresenta a lista de ordens de indicadores como exemplo para o detalhamento de resposta.

Figura 17 – Visualização (Perfil Indicadores Detalhamento)

Indicadores da Dimensão Econômica / Tecnológica	
ISET01	TEM ACESSO À SISTEMAS DE CRÉDITO DO GOVERNO: O agricultor tem acesso ao crédito rural por meio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf).
ISET02	TEM CONTROLE DE ENDIVIDAMENTO DA PROPRIEDADE: Assim, quando um produtor rural desempenha sua atividade, sem ter o mínimo de controle financeiro, acaba tomando decisões às cegas e correndo sérios riscos de ter problemas no futuro com aperto de caixa e dificuldades de manter sua operação saudável.
ISET03	FAZ O CONTROLE LUCRO LÍQUIDO E DE GASTOS: Direcionar e planejar as operações agrícolas e pecuárias, de modo que se possa medir corretamente a andamento financeira de cada atividade realizada no Lote/fazenda.
ISET04	ACESSO À ASSISTÊNCIA TÉCNICA PELO GOVERNO: o poder público manterá serviço oficial de assistência técnica e extensão rural de caráter educativo, garantindo atendimento gratuito aos agricultores familiares ou empreendedores familiares rurais.
ISET05	TEM ACESSIBILIDADE DE ESTRADA / INFRAESTRUTURA: Na área agrícola tem acessibilidade através das constantes melhorias nas estradas vicinais com suporte técnico, requalificação e construção

Fonte: Autoria própria, 2023.

A figura apresenta tela de descrição de Ordem de Indicadores, após entendimento dos códigos e descrição, como exemplo para responder aos questionamentos de cada indicador e dimensão.

1.4.5. CONTROLE DA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE

A partir dos dados armazenados/levantados, foi realizado o teste da guia, tela, área principal da planilha (**Figuras 6 a 8**).

O resultado foi definido segundo média aritmética dos indicadores selecionados no formato de tela principal da planilha (**Figura 6 a 8**).

O resultado final mostra o nível de Sustentabilidade da Produção Agrícola e o controle do Nível de Sustentabilidade, que permite ao produtor rural analisar os dados referentes ao aspecto de sustentabilidade e aos indicadores que deseja visualizar nos resultados em percentual.

APÊNDICE B – MANUAL DE USO DO APLICATIVO

MANUAL DE USUÁRIO

Aplicativo para aferir o nível de sustentabilidade na fruticultura



TECNOLOGICO

ECONOMICO

MANUAL DE USUÁRIO APPNSF

Objetivo do aplicativo.....	03
Baixando o aplicativo	03
Conhecendo a logo.....	04
Instalando o aplicativo	07
Conhecendo o aplicativo.....	09
Respondendo o formulário de coleta de dados	11
Resultado do formulário de coleta de dados	14

Objetivo do aplicativo

Este aplicativo foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar Colonos, Agricultores Familiares, Pequenos Produtores e Médios Produtores Empresariais. Seu propósito principal é avaliar o índice de sustentabilidade na produção agrícola do Perímetro Público de Irrigação (PPI) por meio de um formulário de coleta de dados que aborda indicadores ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos. Com base nas respostas fornecidas, o aplicativo classifica os níveis de sustentabilidade em “Alta Sustentabilidade”, “Média Sustentabilidade” e “Baixa Sustentabilidade”.

Você pode baixar o aplicativo utilizando os seguintes links ou escaneando os QR Codes abaixo:

Figura 1: Logomarca do sistema proposto

APPNSF	Link
Dipositivo Mobile Android	https://download-app-nivel-sustentabilidade.netlify.app
Aplicativo em navegadores WEB	https://indicadordesustentabilidade.netlify.app

Fonte: Aatoria própria.

Figura 2: QR Codes que redirecionam para o download e site do aplicativo



Fonte: Aatoria própria.

CONHECENDO A LOGO

Na construção da logo do **APPNSF**, foram explorados os conceitos fundamentais da psicologia das cores. Utilizou-se uma abordagem que enfatiza a integração de elementos significativos, onde quatro folhas interligadas remetem à fruticultura e incorporam ícones representativos das dimensões exploradas no presente trabalho: ambiental, social, econômica e tecnológica. Na logomarca, podem-se observar barras concêntricas ao redor das folhas, o que retoma a ideia de que as práticas e os valores das quatro dimensões da sustentabilidade são contínuos e interconectados.

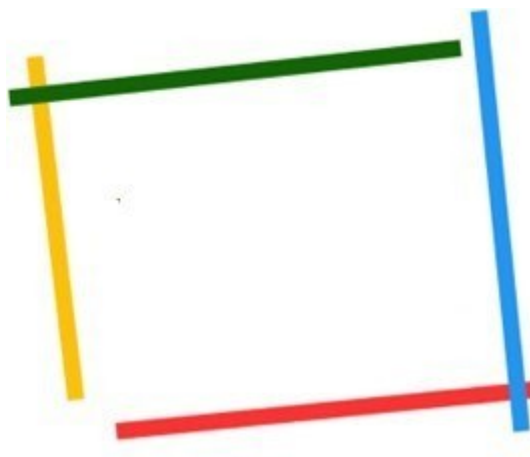
Figura 3: Logomarca do sistema proposto



Fonte: Autoria própria.

A adição das palavras “Nível de Sustentabilidade Fruticultura” à logo do aplicativo confere uma camada adicional de significado contextual, ressaltando o papel de avaliar a sustentabilidade dos produtores no setor da fruticultura.

Figura 4: Parte da logomarca com paleta verde e azul.



Fonte: Autoria própria.

As cores selecionadas não são meramente estéticas, mas também desempenham um papel fundamental na comunicação visual, transmitindo emoções, estabelecendo identidade de marca e facilitando a acessibilidade do design.

O verde, que simboliza natureza, crescimento e saúde, reflete nosso compromisso com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental. O azul, associado à calma e confiança, destaca o comprometimento com o bem-estar social e a transparência nas práticas empresariais.

Figura 5: Parte da logomarca com paleta verde e azul.



Fonte: Autoria própria.

O vermelho, expressando paixão e ação, enfatiza nossa busca pela eficiência e crescimento sustentável na dimensão econômica do ESG. Por fim, o amarelo evoca energia e inovação, representando a constante busca por soluções criativas e o progresso tecnológico.

Figura 6: Parte da logomarca com amarelo e vermelho.



Fonte: Autoria própria.

Baixando o aplicativo

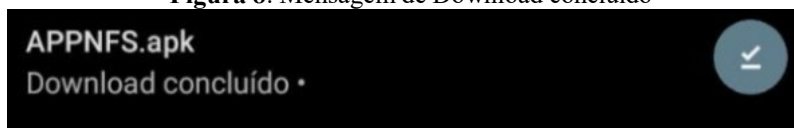
Para baixar basta acessar o link e baixar o aplicativo clicando no botão “baixar aplicativo”.

Figura 7: Acessando o site para baixar o aplicativo



Fonte: Autoria própria.

Figura 8: Mensagem de Download concluído



Fonte: Autoria própria.

Requisitos de hardware e software necessário para a execução do aplicativo:

- Dispositivo com pelo menos 512 MB de RAM (1 GB de RAM é recomendado);
- Armazenamento interno disponível para instalação do aplicativo e armazenamento de dados;

- Sistema operacional Android 5.0 ou superior;
- Conexão com a internet (Wi-Fi, 3G, 4G ou 5G).

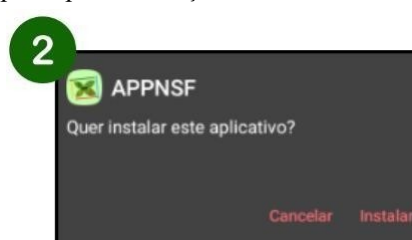
Instalando o aplicativo

Para instalar o aplicativo em seu dispositivo Android, siga os passos abaixo. É fundamental que nosso aplicativo seja verificado pelo Google Play Protect para assegurar a segurança do seu dispositivo. O Google Play Protect realiza verificações rigorosas para detectar e proteger contra aplicativos maliciosos, garantindo uma experiência segura e confiável para os usuários.

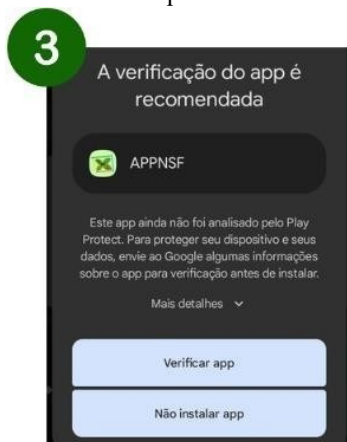
Figura 9: Instruções de passo a passo para instalação do APPNSF



Clique em abrir.



Clique em instalar.



Clique em Verificar app.



Aguarde a verificação.



clique em Instalar.

Clique em abrir.

Fonte: Autoria própria.

Se você não possui um dispositivo móvel Android, pode acessar a aplicação diretamente pelo navegador. Basta clicar no link ou escanear o QR Code disponibilizado no início do manual, e você será redirecionado para o aplicativo no navegador.

Figura 10: Aplicativo na versão WEB

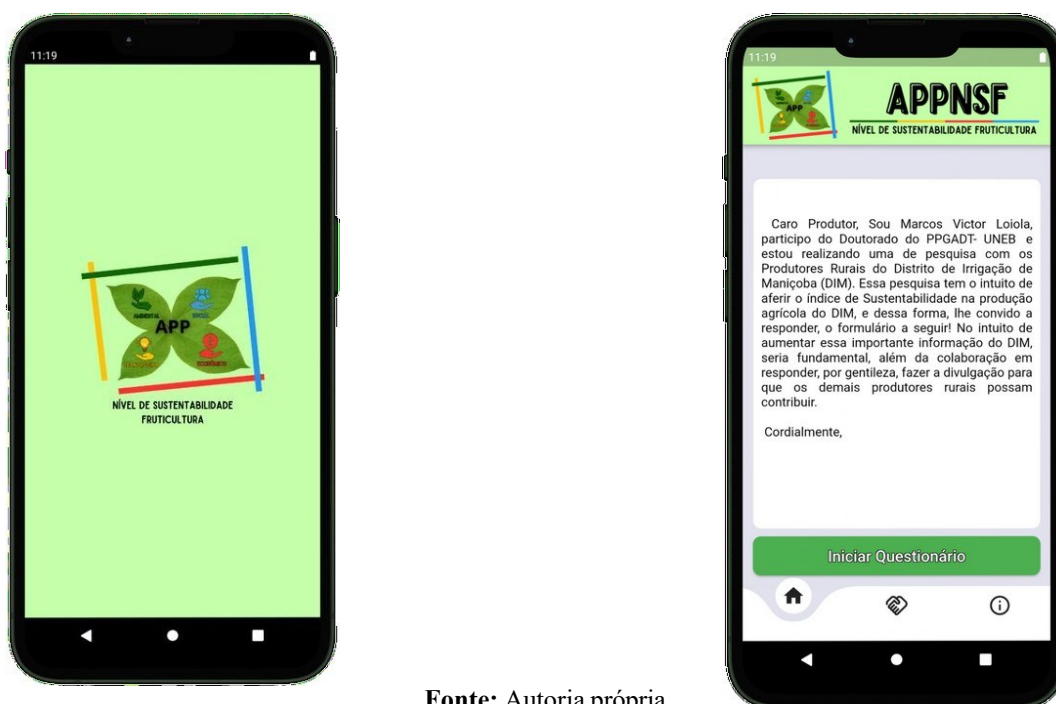


Fonte: Autoria própria.

Conhecendo o aplicativo

Aguarde o aplicativo carregar para começar a usar. Ao carregar, mostrará uma mensagem de boas-vindas no menu inicial.

Figura 11: Tela de carregamento e Menu inicial do aplicativo



Fonte: Autoria própria.

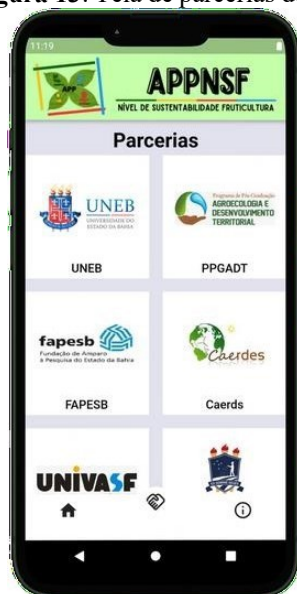
Através da barra de navegação, você pode facilmente alternar entre diferentes telas, incluindo a página inicial, a página de parcerias e a página de informações.

Figura 12: Barra de navegação



Fonte: Autoria própria.

Figura 13: Tela de parcerias do aplicativo.



Fonte: Autoria própria.

Retornando à página inicial, você encontrará facilmente o botão para iniciar o formulário de coleta de dados para avaliação do índice de sustentabilidade na produção agrícola do Perímetro Público de Irrigação (PPI).

Figura 14: Botão de iniciar formulário de coleta de dados e tela de atividade do produtor



Fonte: Autoria própria.

RESPONDENDO O FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS:

Depois de selecionar o tipo de atividade, você responderá a 30 indicadores distribuídos em quatro dimensões de sustentabilidade: ambiental (10), social (10), econômica (5) e tecnológica (5). Ao concluir um indicador, um aviso na tela indicará o próximo a ser respondido.

Figura 15: Avisos do indicador Ambiental, Social, Econômico e Tecnológico

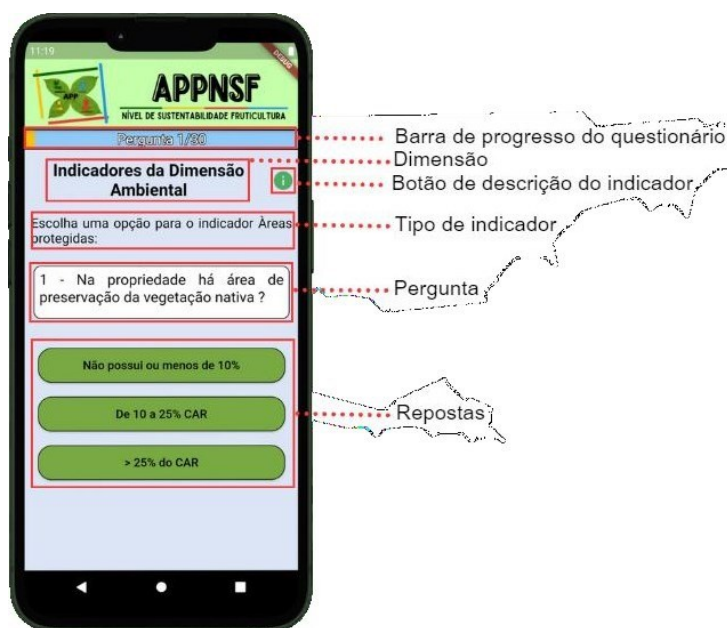


Fonte: Autoria própria.

Após clicar em “Continuar” no aviso, o aplicativo redirecionará para a tela de perguntas, apresentando cada pergunta do indicador da dimensão de forma individual.

Para responder a cada pergunta, basta selecionar a opção que melhor se adequa à sua situação. Leia atentamente cada pergunta antes de escolher sua resposta.

Figura 16: Componentes visuais da tela de pergunta



Fonte: Autoria própria.


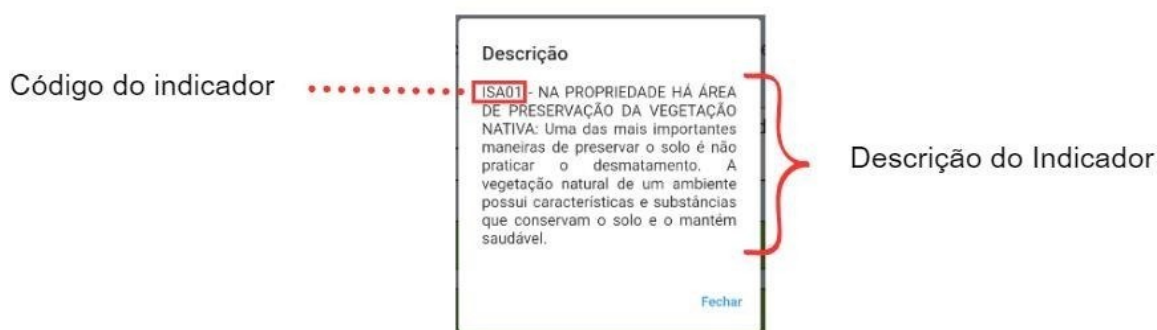
Para obter mais informações sobre o indicador em questão, basta clicar no botão  (descrição).

Figura 17: Janela de descrição de indicador



Fonte: Autoria própria.

RESULTADO DO FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS

Quando você concluir todas as respostas para os indicadores, será redirecionado para a tela de resultados da avaliação do índice de sustentabilidade na produção agrícola do perímetro público de irrigação (PPI). O resultado é obtido através da expressão:

$$\text{Nível de Sustentabilidade} = \left(\frac{APL_{\text{Ambiental}} + APL_{\text{Social}} + APL_{\text{Econômica \& Tecnológica}}}{30} \right) * 100$$

Onde:

APL_{Ambiental} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Ambiental.

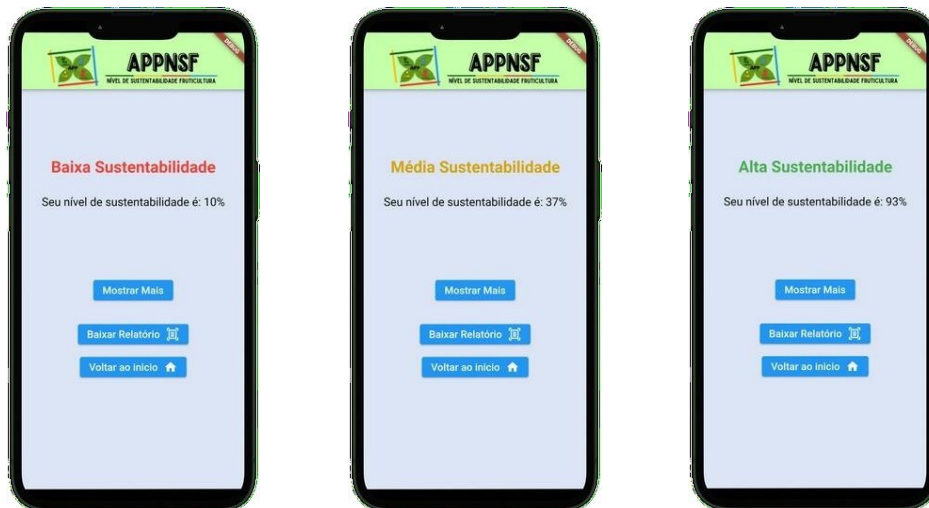
APL_{Social} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Social.

APL_{Econômica & Tecnológica} - Aceitação Plena dos Indicadores da dimensão Econômica & Tecnológica.

Consulte as faixas da tabela abaixo para determinar o seu Nível de Sustentabilidade com base no resultado da expressão.

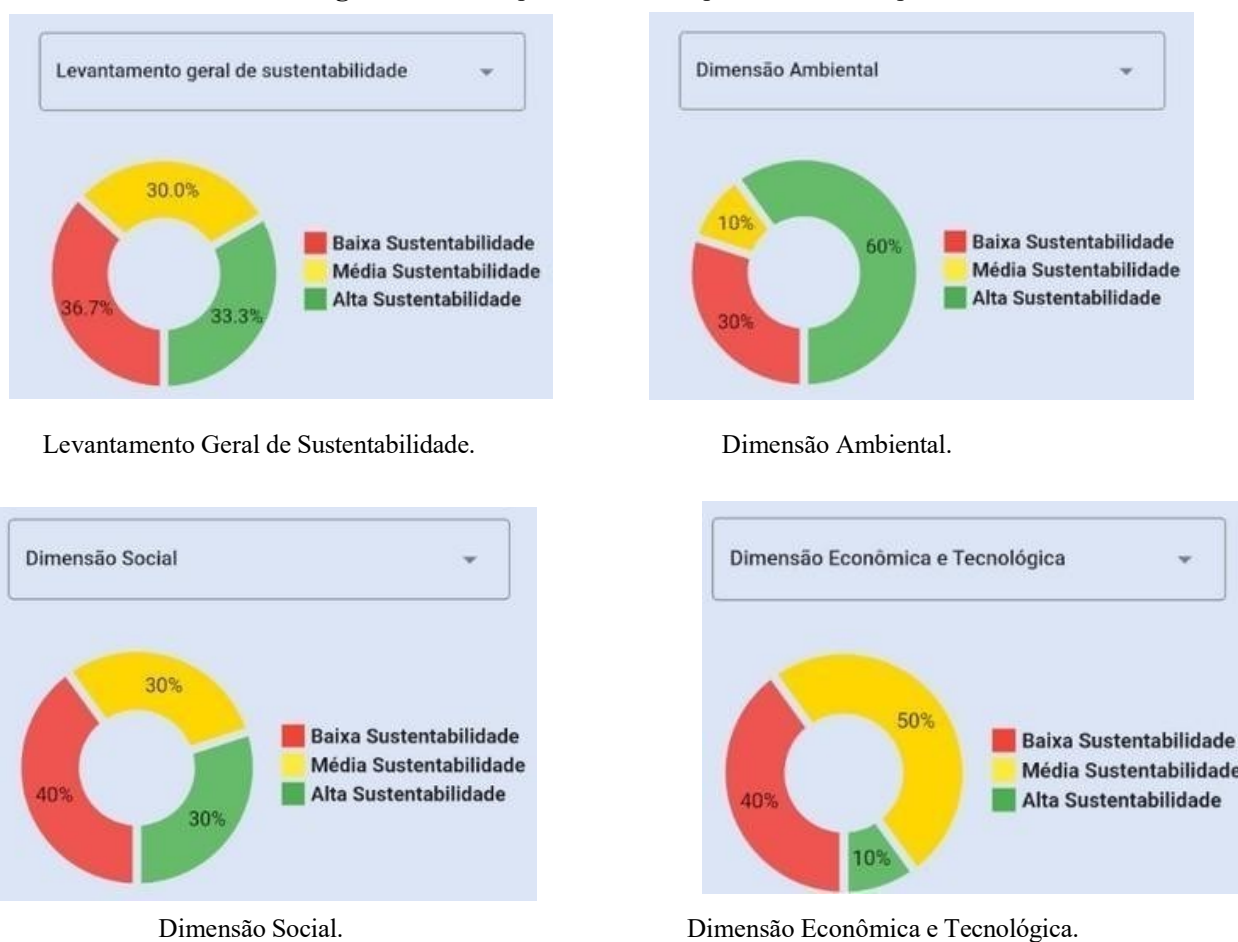
Figura 18: Tabela de níveis de pontuação e interface dos resultados no aplicativo

FAIXA		Classificação
0%	24%	Baixa Sustentabilidade
25%	61%	Média Sustentabilidade
62%	100%	Alta Sustentabilidade



Fonte: Autoria própria.

Além do resultado exibido na tela, você pode analisar o desempenho por dimensão individualmente através de gráficos. Basta clicar no botão “Mostrar mais” e alternar entre as dimensões que deseja visualizar.

Figura 19: Desempenho individual por dimensão no aplicativo

Fonte: Autoria própria.

Para obter mais detalhes sobre seus resultados, clique em “Baixar Relatório”.

Se desejar responder ao formulário de coleta de dados novamente, basta clicar em “Voltar ao início”.

PARCERIAS



APÊNDICE C

PUBLICAÇÕES

Durante o período de agosto de 2019 a agosto de 2023, foram realizadas publicações em revistas e e-book (Quadro 1).

Quadro 1 – Lista de publicações realizadas durante o período de matrícula do PPGADT UNEB de abril de 2021 até dezembro de 2024

REVISTA PERIÓDICOS	TÍTULO DO TRABALHO	TIPO DA PUBLICAÇÃO	ANO E QUALIS DA PUBLICAÇÃO
18º Congresso Nacional do Meio Ambiente de Poços de Caldas	CONTRIBUIÇÃO DAS CACTÁCEAS PARA SISTEMAS AGROPASTORIS SUSTENTÁVEIS NA CAATINGA.	Resumo	Realizado no período de 21/09/2021 à 23/09/2021.
18º Congresso Nacional do Meio Ambiente de Poços de Caldas	APLICAÇÃO DOS ODS : nas agriculturas de base ecológica, agroecossistema e sustentabilidade	Resumo	2021
18º Congresso Nacional do Meio Ambiente de Poços de Caldas	SISTEMAS AGROFLORESTAIS TRADICIONAIS DA CAATINGA.	Resumo	2021
1º Congresso Internacional de Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (CIADT)	Uma abordagem sobre o papel da mulheres produtoras de mel na agricultura familiar no estado da Bahia.	Resumo	2022, Recife 7º Seminário de Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (SEADET), 2022..
C I M C C T S 1o CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS EM TERRITÓRIOS SEMIÁRIDOS 1o INTERNATIONAL CONGRESS ON CLIMATE CHANGES AND ITS CONSEQUENCES ON SEMIARID TERRITORIES Resumo Expandido e apresentado na forma Oral, no I Congresso Internacional sobre Mudanças Climáticas e suas Consequências em Territórios Semiáridos (I CIMCCTS).	Certificamos que o trabalho intitulado: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA FRUTICULTURA EM PERÍMETRO PÚBLICO DE IRRIGAÇÃO EM JUAZEIRO- BA, de autoria de Marcos Victor do Carmo Loiola, Marcos Antônio Vanderlei Silva, Valdineide Reis de Sousa, Eliane Maria de Souza Nogueira, foi enviado na versão de	Resumo O evento foi realizado no período de 20 a 24 de agosto de 2024, no Multieventos da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), na cidade de Juazeiro da Bahia. Recebeu menção honrosa? Sim	Juazeiro-BA, 6 de Setembro de 2024.
Certificamos que o trabalho intitulado DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	Resumo Expandido e área temática Indicadores de Avaliação da Sustentabilidade	Resumo autoria de	,a ser realizado em 18/11/2024 a 22/11/2024, na cidade

NAAGRICULTURA: Desafios e Oportunidades no Semiárido Brasileiro de	foi submetido no evento SUSTENTARE & WIPIS 2024	Marcos Victor do Carmo Loiola, Miriam Cleide Cavalcante de Amorim e Marcos Antônio Vanderlei Silva, na forma de	de Campinas, contabilizando cargahorária total de 60 horas. Campinas, 18/11/2024 a 22/11/2024 12/09/2024, 13:24 Certificado https://
Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL / Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - PPGCA Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental - RG&SA ISSN 2238-8753	NÍVEL DE ADERÊNCIA AOS INDICADORES AMBIENTAIS (GRI) DE UMA EMPRESA DE FRUTICULTURA DO VALE DO SÃO FRANCISCO	Seção Artigos	Publicado 2021-09-24 Edição v. 10 n. 3 (2021)
REVISTA: International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)	Diagnóstico de Seca no Município de Itaberaba-Ba e os Potenciais Impactos para o Cultivo do Abacaxi	Artigo	(Vol-9, Edição-3, março de 2022.)
REVISTA: International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)	Seca no Território Sisal: Estudo sobre o Índice Padronizado de Precipitação (IPF) considerando Projeções de Mudanças Climáticas para Valente/BA	Artigo	(Vol-9, Edição-5, maio de 2022)
REVISTA: International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)	Importância da Inclusão Digital dos Alunos do Proeja If-Sertão Pe Campus Petrolina Zona Rural.	Artigo	(Vol-9, Edição-6, junho de 2022)
Revista Semiárido De Visu, Classificação Qualis Periódicos no quadriênio 2017-2020: A4	Panorama dos estudos sobre Coleta Seletiva e Reciclagem nas bases Scopus e Web of Science	Seção Multidisciplinar – Artigos	Publicado 2022-08-31 Edição v. 10 n. 2 (2022):
Revista Semiárido De Visu, Classificação Qualis Periódicos no quadriênio 2017-2020: A4	As vantagens da gestão ambiental no meio corporativo como elemento estratégico para a sustentabilidade. https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/449	Seção Multidisciplinar – Artigos	Edição v. 11 n. 1 (2023):
LOIOLA, M. V. do C.; CERQUEIRA, T. B.; SOUSA, V. R. de; SILVA, M. A. V.; NOGUEIRA, E. M. de S. Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica - agroecossistemas e sustentabilidade. Revista Semiárido De Visu, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 1075–1087, 2024. DOI: 10.31416/rsdv.v12i2.456. Disponível em:	Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica -agroecossistemas e sustentabilidade https://semiaridodevisu.ifsertaope.edu.br/index.php/rsdv/article/view/456 . Acesso em: 7 jun. 2024.	Seção Multidisciplinar – Artigos	Recebido: 22/02/2023 Revisado: 23/02/2024 Aceito: 14/03/2024 Publicado: 29/05/2024
1. ed. São Paulo: Bookerfield Editora, 2021. https://www.bookerfield.com/files/Livros/arquivo/manual-tecnico-sobre-mercados-e-canais-de-	Manual técnico sobre mercados e canais de comercialização de culturas agrícolas no submédio São Francisco	Livros publicados/organi zados ou edições:	Publicado : 03/2022

comercializacao-de-culturas-agricolas-no-submedio-sao-francisco-1647604612.pdf	CAPÍTULO 6 CULTURA DO MELÃO		
AGROECOLOGIA EM NÓS : Diálogos com a Carta Encíclica Laudato Si? do Santo Padre Francisco Sobre o Cuidado da Casa Comum. 1ed.Salvador - BA: Mente Aberta	O PAPEL DA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA NA APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS E TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS In: Luciano Sérgio Ventin Bomfím, Edonilce da Rocha Barros. (Org.).	Capítulo de Livro E-Book e Livro Impresso. https://drive.google.com/file/d/19zK7iUsq0QXnbhTazZj2YWL5jfl8xYO/view	2022, v. 192, p. 151-176.
Marcos Victor do Carmo Loiola Marcos Antonio Vanderlei Silva Valdineide Reis Sousa Luama Soraia Coelho Lins Luiz Antonio Costa de Santana https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea	SUSTENTABILIDADE E O USO DE INDICADORES SUSTENTÁVEIS COMO MÉTODO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	eISSN 1981-1764 - Qualis A4 Edição Atual v. 20 n. 5 (2024): Edição comemorativa de 20 anos da RevBEA	Revbea, São Paulo, V. 19, No 5: 220-238, 2024. Publicação 01/08/20024,

Fonte: Autoria própria (2024).

ARTIGOS

Artigo 01

Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica - agroecossistemas e sustentabilidade. DOI: 10.31416/rsdv.v12i2.456

<https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/456/585>



ISSN 2237-1966

 Revista **Semiárido De Visu**

LOIOLA, M. V. C.; SILVA, M. A. V.; CERQUEIRA, T. B.; SOUSA, V. R.; NOGUEIRA, E. M. S. Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica-agroecossistemas. *Revista Semiárido De Visu*, V. 12, n. 2, p. 1075-1087, maio 2024. ISSN 2237-1966.

Recebido: 22/02/2023 | Revisado: 23/02/2024 | Aceito: 14/03/2024 | Publicado: 29/05/2024

 This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v12i2.456

Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica - agroecossistemas e sustentabilidade

Application of sustainable development goals (SDGs) in eco-based agricultures - agroecosystems and Sustainability

Publicado

2024-06-07

Como Citar

LOIOLA, M. V. do C.; CERQUEIRA, T. B.; SOUSA, V. R. de; SILVA, M. A. V.; NOGUEIRA, E. M. de S. Aplicação de objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) em agriculturas de base ecológica - agroecossistemas e sustentabilidade. *Revista Semiárido De Visu*, [S. l.], v. 12, n. 2, p. 1075–1087, 2024. DOI: 10.31416/rsdv.v12i2.456. Disponível em: <https://semiaridodevisu.ifsertao-pe.edu.br/index.php/rsdv/article/view/456>. Acesso em: 9 nov. 2024.

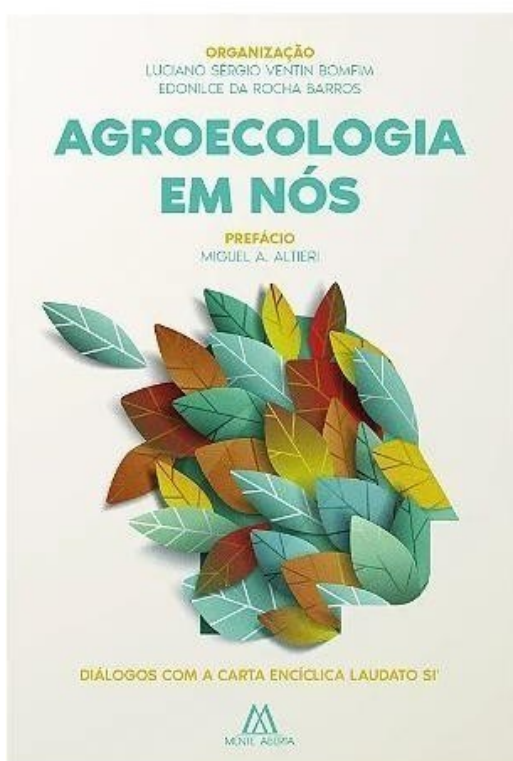
Artigo 02

6 Capítulo: O papel da transição agroecológica na aplicação de estratégias e tecnologias agrícolas sustentáveis.

Marcos Victor do Carmo Loiola (Primeiro autor).

Livro: Agroecologia em nós: diálogos com a Carta Encíclica Laudato Si'

<https://drive.google.com/file/d/19zK7iUsq0QXnbhTazZj2YWL5jjfl8xYO/view>



6 O PAPEL DA TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA NA APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS E TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS SUSTENTÁVEIS

Marcos Victor do Carmo Loiola⁵²
Valdineide Reis de Sousa⁵³
Eliane Maria de Souza Nogueira⁵⁴
Jairton Fraga Araújo⁵⁵
Luciano Sérgio Ventin Bomfim⁵⁶
Edonilce Barros da Rocha⁵⁷

⁵² Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT), que se constitui numa associação de Universidades da Região Nordeste do Brasil, formada pela Univasf, UFRPE e Uneb. Possui graduação em Tecnologia em Processamento de Dados, Unice. Especialização em Tecnologia de Redes e Internet, Unifor e especialização em Educação Profissional Integrada Proeja pelo IF Sertão Pernambucano. Concluiu o Mestrado em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido com Ênfase na Linha de Pesquisa: Gestão, Inovação e Empreendedorismo (PPGDiDeS-Univasf). Atualmente é pesquisador bolsista pela Fapesb. E-mail: mloiola@gmail.com. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3874072826559343>.

⁵³ Doutoranda em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – PPGADT. Licenciada em Ciências Biológicas. Mestre em Biodiversidade Vegetal pela

Apêndice D**Certificado 10**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024002489-1**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 19/07/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: PLANILHA DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE NA FRUTICULTURA IRRIGADA

Data de publicação: 19/07/2023

Data de criação: 09/05/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA

Autor(es): MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM; MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA; MARCOS ANTÔNIO VANDERLEI SILVA

Linguagem: OUTROS

Campo de aplicação: AG-01; MA-01; MA-02; MA-03; MA-04

Tipo de programa: FA-03

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:
d9917b333fc2c1f319b597f024697d7913289c6cfd9cbb5a3cf4baa48622a1f0c3c898b8111c9009b098a97573d9f80f880f026da4c7876fc35b731c929eff88

Expedido em: 23/07/2024

Aprovado por:
Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO

Certificado 2

INPI
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024002448-4**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 03/10/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Ferramentas Power BI - Business Intelligence Nível de Sustentabilidade na Fruticultura

Data de publicação: 03/10/2023

Data de criação: 13/06/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA

Autor(es): MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM; MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA; MARCOS ANTÔNIO VANDERLEI SILVA

Linguagem: OUTROS

Campo de aplicação: AG-01; MA-01; MA-02; MA-03; MA-04

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

7b75930901e9acdd14789a4854834bee4c8f52b89a9190b347d09d50602c3a84fa699699eba2cfca3a9864d2965068ac098d516b8c220561a37fa14028276fd8

Expedido em: 23/07/2024

Aprovado por:

Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO

Certificado 3

NPI
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024002488-3**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 02/07/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Aplicativo WEB Nível de Sustentabilidade na Fruticultura

Data de publicação: 02/07/2023

Data de criação: 13/06/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA

Autor(es): MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM; MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA; MARCOS ANTÔNIO VANDERLEI SILVA

Linguagem: OUTROS

Campo de aplicação: AG-01; MA-01; MA-02; MA-03; MA-04

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

5a8e949ab360c9f4a4984aee8d8b6452d8ddb1c7b66a69aa7d93e5b2f0708e4d36755137fa220e2edbb4f2040e06159b665e21c9f03f25f06a69cfedc78fb66

Expedido em: 23/07/2024

Aprovado por:

Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO

Certificado 4

IPI
Instituto
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS

Certificado de Registro de Programa de Computador

Processo Nº: **BR512024002359-3**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expede o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 50 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 02/07/2023, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.609, de 19 de Fevereiro de 1998.

Título: Aplicativo Android Nível de Sustentabilidade na Fruticultura

Data de publicação: 02/07/2023

Data de criação: 13/06/2023

Titular(es): UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA

Autor(es): MIRIAM CLEIDE CAVALCANTE DE AMORIM; MARCOS VICTOR DO CARMO LOIOLA; MARCOS ANTÔNIO VANDERLEI SILVA

Linguagem: OUTROS

Campo de aplicação: AG-01; MA-01; MA-02; MA-03; MA-04

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:

67d13070bdd538abb7bb94470d19c7290adeebdc7b291c61b32a4d890dafa2ffab363072dc6c1342e410f46bf29a81210
128db3b76d3bf9d8daf0247650acc0

Expedido em: 16/07/2024

Aprovado por:
Carlos Alexandre Fernandes Silva
Chefe da DIPTO