

**UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA  
PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL**

**LUIZ ALVES FEITOSA FILHO**

**“CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE” APLICADO À AVALIAÇÃO DE  
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO  
A METODOLOGIA *MADERUS***

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PARANÁ - BRASIL**

**2023**

**LUIZ ALVES FEITOSA FILHO**

**“CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE” APLICADO À AVALIAÇÃO DE  
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO  
A METODOLOGIA *MADERUS***

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável do Centro de Ciências Agrárias da Unioeste – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural.

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Fabrício Corrêia

Coorientador: Prof. Dr. André Fernando Hein

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**PARANÁ - BRASIL**

**2023**

LUIZ ALVES FEITOSA FILHO

**“CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE” APLICADO À AVALIAÇÃO DE  
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO  
A METODOLOGIA *MADERUS***

Qualificação de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável do Centro de Ciências Agrárias da UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de pesquisa: Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural.

Orientador(a): Dr. Arlindo Fabrício Corrêia

Coorientador(a): Dr. André Fernando Hein

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
PARANÁ - BRASIL  
2023**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Feitosa Filho, Luiz Alves  
?CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE? APLICADO À AVALIAÇÃO DE  
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO  
A METODOLOGIA MADERUS / Luiz Alves Feitosa Filho;  
orientador Arlindo Fabrício Corrêia; coorientador André  
Fernando Hein. -- Marechal Cândido Rondon, 2023.  
85 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) --  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências  
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural  
Sustentável, 2023.

1. Ferramenta digital. 2. Inclusão Digital no Campo. 3.  
Aplicativo. 4. Sustentabilidade. I. Fabrício Corrêia, Arlindo  
, orient. II. Fernando Hein, André , coorient. III. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91- <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



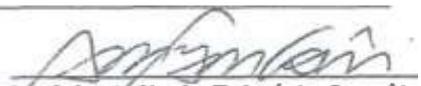
**\*Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável**  
Mestrado e doutorado

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE **LUIZ ALVES FEITOSA FILHO**, ALUNO(A) DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE, E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA UNIOESTE.

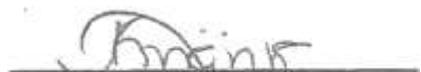
Ao(s) 5 dia(s) do mês de outubro de 2023 às 14h00min, realizou-se na UNIOESTE — Campus de Toledo, a sessão pública da Defesa de Tese do (a) candidato(a) **Luiz Alves Feitosa Filho**, aluno (a) do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável — Mestrado e Doutorado, na área de concentração em Desenvolvimento Rural Sustentável. A comissão examinadora da Defesa Pública foi aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Integraram a referida Comissão as(as) Professores(as) Doutores(as): Arlindo Fabrício Corrêia, Keitilanger Grisa Hahn, Aldi Feiden, Nardel Luiz Soares da Silva, Gustavo Ferreira Coelho. Os trabalhos foram presididos pelo(a) Arlindo Fabrício Corrêia, orientador(a) do(a) candidato(a). Tendo satisfeito todos os requisitos exigidos pela legislação em vigor, o(a) aluno(a) foi admitido(a) à Defesa de TESE DE DOUTORADO, intitulada: "**CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE**" **APLICADO À AVALIAÇÃO DE INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO A METODOLOGIA**. O(a) Senhor(a) Presidente declarou abertos os trabalhos, e em seguida, convidou o(a) candidato(a) a discorrer, em linhas gerais, sobre o conteúdo da Tese. Feita a exploração, o(a) candidato(a) foi arguido(a) sucessivamente, pelos(as) professores(as) doutores(as): Keitilanger Grisa Hahn, Aldi Feiden, Nardel Luiz Soares da Silva, Gustavo Ferreira Coelho. Fincas as arguições, o(a) Senhor(a) Presidente suspendeu os trabalhos da sessão pública, a fim de que, em sessão secreta, a Comissão expressasse o seu julgamento sobre a Tese. Efetuado o julgamento, o(a) candidato(a) foi **A P R O V A D O**. A seguir, o(a) Senhor(a) Presidente reabriu os trabalhos da sessão pública e deu conhecimento do resultado. E, para constar, o(a) Coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná — UNIOESTE - Campus de Marechal Cândido Rondon, lavra a presente ata, e assina juntamente com os membros da Comissão Examinadora e o(a) candidato(a).

Em

tempo, \_\_\_\_\_

  
Orientador(a) - Arlindo Fabrício Corrêia

Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR)

  
Keitilanger Grisa Hahn

Faculdade de Ampére (FAMPER)



Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91- <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marechal Cândido Rondon - PR.



Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável  
Mestrado e Doutorado

ATA DE DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE LUIZ ALVES FEITOSA FILHO,  
ALUNO (A) DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ - UNIOESTE,  
E DE ACORDO COM A RESOLUÇÃO DO PROGRAMA E O REGIMENTO GERAL DA  
UNIOESTE.

Aldi Feiden

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Nardel Luiz Soares da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Gustavo Ferreira Coelho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Luiz Alves Feitosa Filho  
Aluno(a)

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável

LUIZ ALVES FEITOSA FILHO

**“CALCULADORA DE SUSTENTABILIDADE” APLICADO À AVALIAÇÃO DE  
INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, UTILIZANDO  
A METODOLOGIA *MADERUS***

Tese de Doutorado apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Desenvolvimento Rural Sustentável, Área de Concentração “Desenvolvimento Rural Sustentável”, para a obtenção do título de “Doutor (a) em Desenvolvimento Rural Sustentável”, pela seguinte Banca Examinadora.

Marechal Cândido Rondon, 05 de outubro de 2023.

Prof. Dr. Arlindo Fabrício Corrêia – Membro – Presidente  
PUCPR - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Prof. Dr. Aldi Feiden - Membro  
UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Ferreira Coelho - Membro  
UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profa. Dra. Keitilanger Grisa Hahn - Membro  
FAMPER – Faculdade de Ampère - Paraná

Prof. Dr. Nardel Luiz Soares da Silva – Membro  
UNIOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Dedico este trabalho à minha família, em especial, os meus filhos, Karen Kamilla e Jose Luis. Meu genro Adriano e minha nora Flavia e meus netos Miguel e Giovana.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço ao Grande Arquiteto Do Universo, pela vida e por sempre permitir que coisas maravilhosas aconteçam em nossas vidas.

Agradeço ao prof. Dr. Arlindo, pela orientação e o prof. Dr. André pela coorientação, onde não mediram esforços, incentivos e confiança para que eu pudesse concluir o trabalho de pós-graduação do doutorado.

Agradeço a todos os professores do curso de pós-graduação em desenvolvimento rural sustentável pelos conhecimentos transmitidos e aos colegas de turma pela amizade e pela troca de experiências que tivemos durante o curso.

Agradeço a CAPES pelo apoio que dá ao curso de pós-graduação em desenvolvimento rural sustentável.

Agradecer a AFAPO - Associação de Fomento à Produção Orgânica, a empresa Biorgânica e a aqueles que foram os atores principais da pesquisa os agricultores e familiares que tivemos a oportunidade de entrevistar.

Por fim, quero agradecer a minha família, meus pais Luiz e Alice (*in memoriam*), irmãos e seus conjugues, sobrinhos e principalmente meus filhos, Karen Kamilla e Jose Luís. Meu genro Adriano e minha nora Flavia e meus netos Miguel e Giovana.

## RESUMO

FEITOSA FILHO, LUIZ ALVES. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE – 2023. **“Calculadora de sustentabilidade” aplicado à avaliação de indicadores de desenvolvimento rural sustentável, utilizando a metodologia MADERUS**

Orientador: Dr. Arlindo Fabrício Corrêia

O conceito de desenvolvimento sustentável implica em atender às necessidades presentes sem comprometer as possibilidades das gerações futuras, evitando a exaustão dos recursos naturais. Com base nessa ideia, procurou-se desenvolver uma ferramenta de fácil utilização, ou seja, um aplicativo, que incorporasse a abordagem *MADERUS* (Metodologia para Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável) especialmente para avaliar Unidades de Produção da Agricultura Familiar. O objetivo principal foi desenvolver e validar uma ferramenta digital (*App*) para avaliação de Indicadores de Sustentabilidade em unidades de produção. A abordagem adotada envolveu um estudo de caso realizado *in loco*, combinando pesquisa bibliográfica com a obtenção de dados primários e secundários para avaliar o nível de sustentabilidade das unidades. Dez unidades produtivas foram selecionadas para o estudo, nas quais um questionário com 53 perguntas foi aplicado de forma impressa e outro no aplicativo. O tempo de resposta entre o aplicativo "Calculadora de Sustentabilidade" e o método tradicional foi comparado, os resultados indicaram que a média do tempo gasto com o aplicativo foi de 17,21 minutos, enquanto o método tradicional levou em média 36,65 minutos, representando uma redução de 19,14 minutos no tempo de resposta pelo meio do aplicativo, em relação ao tempo de tabulação no sistema tradicional levou 18,65 minutos e no aplicativo os resultados são em tempo real. Os resultados demonstraram que a calculadora de sustentabilidade oferece benefícios na sua utilização, tanto pela sua necessidade ao eliminar a necessidade de uso de papel, como também pela significativa economia de tempo no processo de coleta e processamento dos resultados.

**Palavras Chave:** Aplicativo; Ferramenta digital; Inclusão Digital no Campo; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

FEITOSA FILHO, Luiz Alves. Western Paraná State University - UNIOESTE - 2023.  
**"Sustainability calculator" applied to the evaluation of sustainable rural development indicators, using the *MADERUS* methodology**

Advisor: Dr. Arlindo Fabrício Corrêia

The concept of sustainable development implies meeting present needs without compromising the possibilities of future generations, avoiding the exhaustion of natural resources. Based on this idea, we sought to develop a user-friendly tool, i.e. an *App*, that incorporated the *MADERUS* (Methodology for Evaluating Sustainable Rural Development) approach, especially for evaluating Family Farm Production Units. The aim was to develop and validate a digital tool (*App*) for assessing Sustainability Indicators in production units. The approach adopted involved a case study carried out on site, combining bibliographical research with primary and secondary data to assess the level of sustainability of the units. Ten production units were selected for the study, in which a questionnaire with 53 questions was applied in printed form and another in the app. The response time between the "Sustainability Calculator" app and the traditional method was compared, and the results indicated that the average time spent using the app was 17.21 minutes, while the traditional method took an average of 36.65 minutes, representing a reduction of 19.14 minutes in the response time using the app, in relation to the tabulation time in the traditional system it took 18.65 minutes and in the app the results are in real time. The results showed that the sustainability calculator offers benefits in its use, both because it eliminates the need to use paper and because it significantly saves time in the process of collecting and processing the results.

**Key Words:** Application; Digital tool; Digital Inclusion in the Field; Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da região contendo os municípios integrantes da AFAPO....	37
Figura 2 - Visita a Associação de fomento à produção orgânica (AFAPO), com o Presidente, secretario e extensionistas, onde foi apresentado o projeto do estudo e discutidos parâmetros para o desenvolvimento e pesquisa a campo. ....	42
Figura 3 - Demonstrativo do acesso para realizar download do aplicativo na plataforma do Google (Play Store) período de no mês 07/2022. ....	44
Figura 4 - Fluxograma do aplicativo, como funciona o processo de utilização do usuário, as opções disponíveis no <i>App</i> . ....	45
Figura 5 - Demonstração da tela do aplicativo, onde se cadastra o entrevistador (profissional) que irá realizar a pesquisa e onde se cadastra o entrevistado (produtor) ....	46
Figura 6 - Demonstração da tela do aplicativo, onde se tem opções para cadastrar um novo entrevistado, agendar uma nova entrevista, visualizar a última entrevista e o rascunho e onde se tem.....	48
Figura 7 - Demonstra as opções para importações e exportações das informações contida no <i>App</i> tanto para planilhas de <i>Excel</i> como para outro aparelho que tenha instalado <i>App</i> .....	49
Figura 8 - Demonstra um recorte da exportação dos dados para a planilha do Excel. ....	49
Figura 9 - Demonstração das telas do aplicativo já instalado no celular do usuário, A contendo a tela da abertura, B logotipo da universidade e do programa e C a opção para entrar no sistema operacional do aparelho. ....	50
Figura 10 - Demonstrativo de operação do aplicativo, figura A as opções do sistema operacional, figura B cadastro do usuário e figura C cadastro do entrevistado. ....	51
Figura 11 - Demonstrativo do preenchimento dos questionários, onde o questionário conta com 53 questões fechadas, onde, figura A atividades produtivas da unidade, figura B adequação ambiental e figura C o termino da entrevista. ....	52
Figura 12 - Demonstrativo de resultados em forma de gráfico de Barras, figura A seleção do entrevistado e escolha por tipo de análise (gráfico de radar, índices individuais, índices compostos ou índices socio econômico ambiental), figura B, média do índice socioeconômico, figura C média dos índices individuais e na figura D média dos índices compostos. ....	53

Figura 13 - Gráfico de radar Comparativo entrevista de junho de 2021 e novembro de 2022, demonstra de resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia <i>MADERUS</i> , onde, 1,0 – Sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 – Insustentável. ....	55
Figura 14 - Visita a Associação de fomento a produção orgânica (AFAPO), com o Presidente, secretario e extensionistas, apresentando o aplicativo e realizando treinamento para utilização do <i>App</i> . ....	57
Figura 15 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 01 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis social, econômica e ambiental. ....	60
Figura 16 - Comparativo acesso a saúde, condições da moradia, satisfação com meio rural e Continuidade e sucessão. ....	62
Figura 17 - Comparativo agroquímico, gestão da contabilidade rural, força de trabalho familiar e autonomia gerencial.....	63
Figura 18 - Gráfico de radar traz o comparativo das entrevistas de junho de 2021 e novembro de 2022 da unidade 01, demonstra os resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia <i>MADERUS</i> , onde, 1,0 – sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a insustentabilidade, -1,0 – insustentável. ....	65
Figura 19 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 02 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis sociais, econômica e ambiental. ....	66
Figura 20 - Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 02 foram: saúde, condições da moradia, Qualidade profissional e pratica conservacionista. ....	67
Figura 21 - Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 02 foram: acesso a bens serviços, acesso a saúde, força de trabalho familiar e autonomia gerencial.....	70
Figura 22 - Gráfico de radar traz o comparativo das entrevistas de junho de 2021 e novembro de 2022 da unidade 01, demonstra os resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia <i>MADERUS</i> , onde, 1,0 –	

Sustentável, 0,5 - Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 –Insustentável. ....	73
Figura 23 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 03 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis social, econômica e ambiental. ....	74
Figura 24 - Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 03 foram: acesso a saúde, condições da moradia, endividamento e qualificação profissional. ....	76
Figura 25 - Gráfico de radar traz o comparativo das entrevistas de junho de 2021 e novembro de 2022 da unidade 01, demonstra os resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da .....	78
Figura 26 - Evolução da média geral das três entrevistas das unidades entrevistadas .....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - resumo das etapas do desenvolvimento da pesquisa, demonstra as etapas, mês, pessoas envolvidas e assunto .....	38
Quadro 2 - Características das unidades produtoras e Classificação quanto a sustentabilidade. ....	59
Quadro 3 - Práticas conservacionistas nas entrevistas de 2021 e 2022 .....	69
Quadro 4 - Comparativo dos Itens que o produtor possui ou tem acesso em sua moradia e se houve aquisição de bens no período do estudo entre 2021 e 2022. ...	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo de aplicação da metodologia MADERUS por meio de formulários impressos (Tempo para coleta e Tempo para Tabulação) e por meio da ferramenta digital “Calculadora de Sustentabilidade” (Tempo para coleta).....	56
Tabela 2 - Valores médios, mínimos e máximos dos índices econômico, social e ambiental para as três épocas de entrevistas nas UPFs utilizando a metodologia <i>MADERUS</i> . .....	79

## LISTA DE SIGLAS

AF - Agricultura Familiar

AFO - Agricultura Familiar Orgânica

AP - Agricultura de Precisão

ATER - Assistência Técnica e Extensão Rural

AFAPO - Associação de Fomento à Produção Orgânica

*App* - Aplicativo

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

*MADERUS* - Metodologia para Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável na Agricultura Familiar

ONU - Organização das Nações Unidas

SO - Sistema Operacional

TI - Tecnologias de informação

UPAF - Unidades de Produção Agrícola Familiar

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>19</b>
1.1. OBJETIVOS.....	21
1.1.1. <b>Objetivo Geral</b> .....	<b>21</b>
1.1.2. <b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>21</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>22</b>
2.1. AGRICULTURA FAMILIAR.....	22
2.2. PRODUÇÃO ORGÂNICA .....	22
2.3. AGROECOLOGIA.....	23
2.4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	24
2.5. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ...	25
2.6. SUSTENTABILIDADE SOB AS PERSPECTIVAS DAS DIMENSÕES ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL .....	26
2.7. METODOLOGIA MADERUS .....	29
2.8. SISTEMA OPERACIONAL .....	30
2.9. BREVE HISTÓRICO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS.....	30
2.10. ANDROID®.....	32
2.11. FERRAMENTAS DIGITAIS .....	32
2.12. INCLUSÃO DIGITAL NO MEIO RURAL .....	33
<b>2.12.1. Tecnologia, desenvolvimento rural e agricultura de precisão</b> .....	<b>34</b>
<b>2.12.2. Tecnologia, desenvolvimento rural na agricultura familiar</b> .....	<b>35</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>37</b>
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>42</b>
4.1. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO APLICATIVO .....	45
4.2. TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL APLICADAS NAS UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR.....	57
<b>4.2.1. Unidade produtiva 01</b> .....	<b>60</b>
<b>4.2.2. Unidade produtiva 02</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2.3. Unidade produtiva 03</b> .....	<b>73</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>83</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A atualidade está vivenciando a era da informação e da tecnologia digital, onde não basta apenas ter acesso, mas também compreender como filtrar e o que utilizar das informações disponíveis, onde pessoas tornam-se receptores de vários sítios, mídias e redes sociais. De um lado a tecnologia digital oferece diversificadas ferramentas desenvolvidas para facilitar a vida pessoal e profissional dos usuários urbanos e rurais, por outro, incorpora hábitos e riscos que possibilitam a individualização humana e a dependência, especialmente se o meio digital ocorre apenas por meio de corporações com fins comerciais.

Na agricultura não é diferente, empresas especializadas desenvolvem equipamentos tecnológicos que podem auxiliar os produtores no campo, como exemplo da Agricultura de Precisão (AP). Esta é uma das tecnologias que vêm contribuindo para a agricultura moderna em busca de economizar tempo no manejo e planejamento desde o cultivo até a colheita, possibilitando incremento de produtividade, agilidade na comercialização e aumentando a eficiência de aplicações de insumos, o que reduz o impacto ao meio ambiente e a pressão nos recursos naturais.

Para Basso et al., (2019) a AP pode ser definida como o uso de práticas agrícolas com base nas tecnologias de informação (TI) e ferramentas da mecanização e automação, considera a variabilidade do espaço e do tempo sobre a produtividade das culturas. Em especial, a maior força desta tecnologia dá-se por meio das ferramentas que possibilitam o posicionamento preciso das informações, sejam de diagnóstico ou mesmo de tomada de decisão, contudo, apresenta-se principalmente em um modelo de produção baseado no agronegócio, com foco no uso de biotecnologia, fertilizantes químicos, defensivos químicos e implementos de última geração.

Mesmo com o avanço da tecnologia, observa-se uma gama extensa de agricultores que não acessam de maneira plena as novidades tecnológicas e ferramentas digitais, isto aplica-se tanto ao sistema produtivo quanto a possibilidades de gestão ou mesmo de comercialização. As dificuldades apontadas iniciam-se desde a falta de estrutura de conectividade no meio rural e até a falta de formação dos agricultores em utilizar efetivamente as ferramentas digitais, passando por questões de custos de aquisição de equipamentos e/ou implementos. Em muitos casos a

dificuldade de manutenção e atualização das práticas agrícolas impulsiona um caminho insustentável à manutenção das atividades familiares no campo e motiva o processo de êxodo rural.

Foca-se assim nas unidades produtoras, principalmente da Agricultura Familiar (AF) onde o acesso às ferramentas digitais dá-se de maneira menos efetiva. Ações baseadas em políticas públicas possibilitam o incremento da aplicação de tecnologias no campo como proposição para o aumento da produtividade e melhoria da qualidade de vida no campo. Fortalecer estas atividades possibilita a incorporação da atenção dada por meio da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), historicamente importante para a implementação de práticas no meio rural, como um método de cultivo que possibilite aumento de renda ou então técnicas de preservação que auxiliam na melhor disponibilidade hídrica.

Desta maneira, o surgimento das ferramentas digitais possibilitou a implementação da ATER-Digital, o que em termos simples são compreendidos como recursos que podem ser utilizados para ampliar e atender à ação extensionista junto aos agricultores familiares, tornando-a inclusive, mais eficiente, assim como integrar produtores rurais e outros atores sociais na geração de soluções. Constitui, portanto, instrumento potencializador para trabalhar programas e projetos, oferecendo velocidade, amplo alcance e possibilidade de acompanhamento e monitoramento (ZUIN et al., 2022).

Visando estimular a aplicação de ferramentas digitais e potencializar o atendimento profissional por meio da ATER-Digital, buscando compreender as possibilidades e limitações do uso de tecnologias, o presente estudo foi idealizado buscando desenvolver um aplicativo para coleta de informações e análises, utilizando como base Indicadores de Sustentabilidade. Com este intuito e como parte deste, surge a ferramenta intitulada “Calculadora de Sustentabilidade”, disponível à profissionais e agricultores para uso em aparelhos celulares e/ou *tablets*, com sistema operacional Android®. O aplicativo (*App*) possibilita incorporar metodologias para avaliação de Unidades de Produção Agrícola Familiar (UPAF), substituindo o uso de papel, agilizando o processo de obtenção das informações e na geração de relatórios de acompanhamento que possam identificar o nível de sustentabilidade das Unidades, apontando de maneira direta os índices que apresentam maior vulnerabilidade ou maior oportunidade de reparação.

Assim, para efetivação do estudo optou-se em incorporar no *App* a metodologia *MADERUS* (Metodologia para Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável na Agricultura Familiar), da qual Hein (2019) justifica que se trata de uma metodologia que beneficia a avaliação onde o uso de indicadores de sustentabilidade e/ou do desenvolvimento rural sustentável é necessário, sendo uma metodologia específica para a agricultura familiar.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo Geral

Desenvolver e validar uma ferramenta digital (*App*) para avaliação de Indicadores de Sustentabilidade em unidades de produção familiar do sudoeste do Paraná, utilizando a metodologia *MADERUS*.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar indicadores de sustentabilidade, social, econômico e ambiental, em metodologias já aplicadas, àqueles de maior impacto e relevância;
- b) Desenvolver uma ferramenta digital para mensurar Indicadores de sustentabilidade aplicável à agricultura familiar;
- c) Avaliar a aplicabilidade do *App* em unidades de produção familiar para avaliar a aplicabilidade e funcionalidade da ferramenta digital;
- d) Validar o mecanismo e sua disponibilização ao uso de profissionais e agricultores.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. AGRICULTURA FAMILIAR**

A agricultura familiar é composta por pequenas propriedades da produção agropecuária, usa a mão de obra familiar e poucos funcionários assalariados. Em relação ao tamanho da propriedade para se classificar como da agricultura familiar, tem que haver no máximo 4 módulos fiscais. Estas pequenas propriedades produzem legumes, verduras e animais, sendo, milho, café, mandioca, feijão, arroz, trigo, leite, carne suína, bovina e de aves.

A agricultura familiar é conceituada como aquela em que a gestão da propriedade é feita por indivíduos com laços de sangue ou casamento. As terras pertencentes à família possivelmente passarão de pai para filho e estes serão responsáveis por dar continuidade à sobrevivência da agricultura familiar e à cultura rural (MARIUSSI, 2020).

De acordo com as observações de Caporal e Costabeber (2002), a agricultura familiar opera de maneira peculiar, sendo simultaneamente uma unidade de produção, consumo e reprodução. Essa forma de agricultura segue uma lógica que combina a criação de bens utilizados internamente e a produção de mercadorias com o objetivo de garantir sua continuidade. É evidente que essa lógica difere significativamente daquela que impulsiona a agricultura capitalista.

### **2.2. PRODUÇÃO ORGÂNICA**

A produção orgânica de alimentos tem como objetivo produzir alimentos saudáveis sem utilização de produtos químicos que possa impactar no meio ambiente, preocupa-se com o equilíbrio ambiental e com a sustentabilidade, ou seja, é um processo produtivo comprometido com a organicidade e sanidade da produção de alimentos vivos para garantir a saúde dos seres humanos.

Segundo Castro Neto et al., (2010) a necessidade de uma alternativa ao convencional foi criada para combater os danos que a agricultura tradicional vinha causando ao meio ambiente, já que nos anos de 1960 verificou-se resíduos de agrotóxicos na água, nos alimentos e na terra. Castro Neto et al., (2010) ainda salientam que:

A produção de alimentos orgânicos surgiu como uma alternativa ao modelo convencional de produção agrícola, que causava danos ambientais. Essa abordagem alternativa foi motivada por movimentos surgidos no final do século XIX, que buscavam estabelecer um modelo de produção de alimentos mais saudável e sustentável. Na agricultura orgânica, a fertilidade do solo é o fator essencial para eliminar doenças e pragas, evitando o uso de fertilizantes artificiais. O objetivo é estabelecer um modelo alternativo de produção de alimentos que promova uma alimentação saudável e uma melhoria na qualidade de vida (CONEJERO; SERRA; NEVES, 2007).

A agricultura orgânica é um sistema de produção que procura estar alinhado com o bem-estar de quem a produz, com equilíbrio com o meio ambiente e colocar na mesa do consumidor produtos ecologicamente sustentáveis.

De acordo com Souza (2015), a produção orgânica pode ser descrita como um sistema agrícola que se baseia em princípios agroecológicos. Esse sistema enfatiza o manejo da propriedade rural como um organismo agrícola complexo e interativo, com o objetivo de maximizar o fluxo de nutrientes e reduzir os custos operacionais. A preservação de componentes da paisagem e do ecossistema natural, como culturas permanentes, culturas temporárias, criações, corredores ecológicos e zonas de refúgio, é considerada essencial para o sucesso dessa prática.

### 2.3. AGROECOLOGIA

A agroecologia é uma ciência dotada de um conjunto de práticas voltada ao homem do campo que tem como objetivo aplicação de conceitos e princípios ecológicos para o manuseio do solo de forma que o agroecossistemas seja sustentável.

Para Caporal (2009), a Agroecologia destaca o conceito de transição agroecológica como um processo gradual e não linear de mudança ao longo do tempo nas práticas de manejo dos agroecossistemas. Na agricultura, esse processo tem como objetivo a transição de um modelo de produção agroquímico, que pode variar em intensidade no uso de insumos industriais, para abordagens agrícolas que incorporem princípios e tecnologias ecológicas de base.

Quando se introduz a biodiversidade nos agroecossistemas, ocorrem diversas interações complexas entre o solo, as plantas e os animais. Aproveitar essas interações e sinergias complementares pode ter efeitos positivos, pois:

- Promove a formação de uma cobertura vegetal contínua que protege o solo;
- Garante uma produção constante de alimentos, diversidade na dieta alimentar e a possibilidade de produzir alimentos e outros produtos para o mercado;
- Fecha os ciclos de nutrientes e otimiza o uso dos recursos disponíveis localmente;
- Contribui para a conservação do solo e dos recursos hídricos por meio da cobertura morta e da proteção contra o vento (ALTIERI, 2004).

A aplicação dos conceitos e princípios trazidos pela agroecologia deu origem ao movimento, o qual se expandiu pelo mundo, dando uma nova face aos movimentos de agricultura alternativa e se incorporou aos movimentos sociais camponeses. Fundamentada na valorização da diversidade cultural e biológica, a prática agroecológica busca conservar e resgatar as variedades crioulas e o conhecimento tradicional das populações locais (EMBRAPA, 2006).

#### 2.4. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Pode-se dizer de uma maneira sintética que o Desenvolvimento Sustentável é a capacidade humana de suprir as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.

Para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) o tema com sua importância é conceituado como: o alcance do desenvolvimento sustentável em sua definição mais abrangente será inviável enquanto a lógica de mercado prevalecer sobre a lógica das necessidades. Isso ocorre porque os padrões de consumo e acumulação da sociedade entram em conflito com a finitude dos recursos naturais não renováveis e com os limites impostos pela natureza em termos de assimilação e sustentação (EMBRAPA, 2003).

Segundo Hahn Grisa (2022), busca-se dar uma ideia clara sobre a sustentabilidade, de fato, onde, a sustentabilidade é um conceito animado e complexo que não possui uma definição única, o que leva a diferentes abordagens por parte dos autores. No entanto, há um consenso em relação à necessidade de minimizar os

efeitos ambientais, sociais e psicológicos, que são considerados os pilares fundamentais da sustentabilidade.

Após vários incidentes que impactaram de uma forma desastrosa o meio ambiente na metade do século XX em diante, entre os anos de 1960 e 1980, como: Baía de Minamata no Japão, Bhopal na Índia, usina nuclear de Chernobyl na extinta União Soviética, fizeram que houvesse uma conscientização sobre os problemas ambientais principalmente na Europa. Nos Estados Unidos o vazamento de petróleo do Exxon Valdez, fizeram com que a América do norte voltasse olhares preocupantes em relação da preservação do meio ambiente (CALLADO, 2010).

Já para Boff (2014), a sustentabilidade pode ser compreendida como o conjunto de processos e ações cujo objetivo é manter a vitalidade e a integridade da Terra, preservando seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos necessários para a existência e reprodução da vida. Além disso, busca atender às necessidades das gerações presentes e futuras, assegurando a continuidade, expansão e realização das potencialidades da civilização humana e suas manifestações.

## 2.5. SISTEMAS DE PRODUÇÃO E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Para que se possa produzir de uma forma que atenda os consumidores com alimentação saudável e com responsabilidade socio ambiental, é necessário atender algumas etapas que venha de encontro com o desenvolvimento sustentável, ou seja, equilibrada nos pilares da sustentabilidade. A produção tem que estar alinhada com os processos que sejam socialmente justos, economicamente viáveis e ambientalmente adequados.

Segundo Boff (2014), o desenvolvimento sustentável engloba todos os processos e ações voltadas para a preservação da vitalidade e integridade do planeta Terra, incluindo a proteção de seus ecossistemas e elementos físicos, químicos e ecológicos que permitem a existência e reprodução da vida. Além disso, visa atender às necessidades tanto das gerações presentes como das futuras, buscando garantir a continuidade, expansão e realizações das potencialidades da civilização humana e suas diversas expressões

## 2.6. SUSTENTABILIDADE SOB AS PERSPECTIVAS DAS DIMENSÕES ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL

Os indicadores fornecem dados importantes para se avaliar a sustentabilidade das unidades produtivas, mostra o caminho e quais as variáveis que são relevantes para ter o desenvolvimento sustentável e o equilíbrio entre os fatores principais que o aspecto social, econômico e ambiental.

A Embrapa descreve como os indicadores contribuem para o fortalecimento de um agroecossistema, os indicadores de sustentabilidade de um agroecossistema devem evidenciar as mudanças nos aspectos de produtividade, resiliência, estabilidade e equidade. É importante destacar que não existem indicadores "universais", mas sim que cada sistema depende de suas próprias categorias e elementos específicos (EMBRAPA, 2003).

Existem atualmente “três principais dimensões utilizadas para a avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas são as dimensões econômica, social e ambiental” (XAVIER, 2021, p. 22).

Já para Kemerich et al., (2014), ao empregar os indicadores de sustentabilidade, é possível calcular o índice de Sustentabilidade, que tem como objetivo resumir, de forma matemática, uma variedade de informações quantitativas e semi-quantitativas relacionadas ao desenvolvimento sustentável. No entanto, é importante ressaltar que os indicadores não são e não devem ser considerados como soluções para todas as complexidades envolvidas na avaliação e implementação da sustentabilidade.

Os indicadores de sustentabilidade fazem com que haja dados para avaliação de sustentabilidade do agroecossistema principalmente da base familiar.

Bakkes et al., (1994) comungam que um indicador de sustentabilidade deve descrever um processo específico. Sendo assim, são particulares aos sistemas que fazem parte. Por esta razão, não existe uma lista universal para indicadores e há necessidade de trabalhar com um conjunto de indicadores que seja robusto e que tenha uma base quantitativa suficiente. Para Verona (2008, p. 42), “a maioria das propostas de avaliação de sustentabilidade são esforços para integrar indicadores, com o objetivo de visualizar o que está ocorrendo em um determinado sistema.”

Em relação aos indicadores sociais entendem-se da forma que é tratado o capital humano, ou seja, o bem-estar de todas as pessoas envolvidas no processo e

os benefícios que oferecem para a sociedade em geral. Xavier (2021, p. 25) comenta que, “a partir da dimensão social, busca-se maior equidade intra e intergeracional, promove uma distribuição mais equitativa, tanto dos custos quanto da produção entre os beneficiários da geração presente e futura.”

De acordo com o Hahn Grisa (2022), é defendido que a manutenção do bem-estar social é uma forma de aprimorar a sustentabilidade social, considerando uma perspectiva de longo prazo. O autor também destaca que a sustentabilidade social envolve tanto o nível de bem-estar material da população quanto a sua participação nas decisões coletivas.

Para Van Bellen (2002), demonstra-se outra perspectiva, como uma perspectiva alternativa, na qual a sustentabilidade social coloca o ser humano como elemento central na esfera. Nessa abordagem, a maior preocupação concentra-se no bem-estar humano, nas condições de vida e nos meios utilizados para manter, melhorar e até mesmo aumentar essa qualidade de vida. Uma sociedade sustentável pressupõe que todos os indivíduos tenham o direito ao mínimo necessário para uma vida digna e, além disso, tenham o direito de desfrutar de bens, serviços, recursos naturais e energéticos sem prejudicar o bem-estar dos outros.

Sachs (1986) salienta a importância de substituir os velhos indicadores tradicionais (PIB, PNB e renda per capita), que servem apenas para medir o crescimento econômico, por indicadores sociais (educação, saúde, segurança, qualidade de vida). Estes estabelecem perfis de bem-estar para cada grupo social e definem, dessa forma, os objetivos desejáveis de desenvolvimento que utilizam, para cada indicador, uma norma de satisfação julgada aceitável como um mínimo social para um país em um período determinado.

O indicador econômico diz respeito a captação de recursos financeiros através de políticas públicas ou agentes financeiros, onde estes recursos através de processo se transformam em rentabilidade e de qual a forma que são investidos e gastos.

Segundo Hahn Grisa (2022), o aspecto econômico refere-se à capacidade do sistema em gerar um lucro sustentável ao longo do tempo, que atende às necessidades básicas dos agricultores e suas famílias em termos de alimentação, educação, saúde, transporte e lazer

Os fatores econômicos são indicadores importantes na avaliação de sustentabilidade de agroecossistemas familiares, porém não devem ser usados isoladamente e com critérios financeiros de curto prazo, como por exemplo de análise

custo-benefício de um produto agrícola em um determinado momento (MASERA e LÓPEZ-RIADURA, 2000).

Para Verona (2008), é necessário examinar minuciosamente a dimensão econômica no contexto da avaliação de sustentabilidade. É importante ressaltar que, devido à influência dos fatores financeiros nas pesquisas, é essencial realizar uma análise abrangente, considerando as interconexões entre as várias dimensões.

Ribeiro (2015) descreve em sua pesquisa realizada no oeste do Paraná que existem entraves em relação ao aspecto econômico que atrapalham o desenvolvimento das unidades produtoras familiares que são:

Os indicadores econômicos englobam os obstáculos e desafios relacionados à dimensão econômica, abrangendo dificuldades na comercialização, necessidades de aprimoramento das políticas públicas voltadas para a agricultura familiar, regulação do mercado e outros problemas estruturais e logísticos. Essas questões têm um impacto direto na produtividade e, conseqüentemente, na renda familiar

Os indicadores ambientais têm como finalidade medir o desempenho de processos voltados para a sustentabilidade de maneira clara e objetiva, onde partem de vários dados isolados e transforma esses dados em informação para a tomada de decisão estratégica.

Observa-se sob o aspecto ambiental, o rural agora é visto como um conjunto variado aos quais estão ligados valores que vão muito além da simples produção de alimentos, fibras e energia e assumem dimensões promissoras para o processo de desenvolvimento, para que haja o mínimo de sustentabilidade nestas pequenas, médias e grandes unidades produtoras, tem que ter olhares abrangentes não só no aspecto ambiental, como no social e econômico (RIBEIRO, 2015).

Neste contexto, os indicadores de desafios ambientais, são essenciais para abordagem de Desenvolvimento Rural Sustentável.

Krama (2008) comenta que: segundo a descrição fornecida, a dimensão ambiental dos indicadores está relacionada à maneira como os recursos naturais são utilizados e à degradação do meio ambiente. Essa dimensão também está ligada aos objetivos de preservação e conservação do meio ambiente, os quais são considerados essenciais para o benefício das gerações futuras. Essas questões são agrupadas em categorias como atmosfera, terra, água doce, oceanos, mares e áreas costeiras, biodiversidade e saneamento.

A dimensão ambiental é tratada de um estilo especial na produção orgânica, onde depende do manejo do solo adequado e sem utilização de agrotóxicos, para que não haja o impacto ao meio ambiente. Hahn Grisa (2022) comenta que a dimensão ambiental está relacionada aos benefícios da produção orgânica para a diversidade biológica e para a qualidade dos recursos naturais, como água e solo, o que impacta diretamente na alimentação das famílias envolvidas. A conservação desses recursos é uma finalidade importante da produção orgânica.

## 2.7. METODOLOGIA MADERUS

A metodologia *MADERUS* foi desenvolvida baseada em outras metodologias existentes e comprovadas, onde o autor faz adaptação para a realidade dos agricultores da agricultura familiar do município de Marechal Cândido Rondon – PR.

Complementa Xavier (2021), de acordo com a pesquisa, a metodologia *MADERUS* foi utilizada para realizar análises em 31 propriedades da agricultura familiar que se dedicam à produção de leite. Essas propriedades estão localizadas no município de Mercedes, situadas no Oeste da cidade, nas linhas Beira Rio, Sanga XV de Novembro, Linha Schmidt, Arroio Iguaçu e Três Irmãs. O sistema de produção adotado nessas propriedades é caracterizado pela pecuária leiteira extensiva.

Na realização da metodologia *MADERUS* foram analisadas outras metodologias já testadas e validadas entre elas foram escolhidos os índices de sustentabilidade que se adequaria na região oeste paranaense, onde estes foram analisados por um grupo de mestrandos e doutorandos do programa PPGDRS e chegaram aos valores dos índices de sustentabilidade, e com estes valores foram organizando o sistema de cálculos para análise dos resultados da pesquisa nos âmbitos econômico, social e ambiental (HEIN, 2019).

Para Hein (2019), no processo de desenvolvimento da metodologia *MADERUS*, optou-se por utilizar a agricultura familiar como sistema de análise e identificar categorias e elementos relevantes por meio da seleção e descrição das variáveis relacionadas à sustentabilidade. Os descritores, que consistem em itens que podem ser verificados, foram então incluídos no questionário de avaliação.

## 2.8. SISTEMA OPERACIONAL

O Sistema Operacional (SO) nada mais é do que um *software*, ou vários de *softwares*, que tem como objetivo administrar e gerenciar os recursos de um sistema, desde componentes de hardware e sistemas de arquivos a programas de terceiros, estabelece a interface entre o computador e o usuário. Sendo assim, o SO cria uma plataforma comum a todos os programas utilizados, tendo como alguns exemplos os sistemas *DOS, Unix, Linux, MacOS, Windows, ChromeOS, Symbian, Android, IOS* (BARBOSA, 2018).

Segundo Tanenbaum (2003), o SO é parte essencial de qualquer sistema computacional. Se eles não existissem, os sistemas computacionais funcionariam, porém, o usuário teria que saber os detalhes de *hardware* para utilizar o computador, o que seria bem complexo.

Segundo Maziero (2019), os aplicativos utilizam *hardware* com intuito de ler e armazenar dados, editar e imprimir documentos, navegar na internet, tocar músicas, etc., o sistema operacional é uma camada de *software* que opera entre o *hardware* e os programas aplicativos voltados ao usuário final.

Ainda, Maziero (2019) descreve que o SO é uma camada de *software* que opera entre o *hardware* e os programas aplicativos voltados ao usuário final. Trata-se de uma estrutura de *software* ampla, muitas vezes complexa, que incorpora aspectos de baixo nível (como *driver* de dispositivos e gerência de memória física) e de alto nível (como programas utilitários e a própria interface gráfica).

Faria (2018) comenta que, antigamente, os softwares eram fornecidos para operar em ambientes específicos, como sistemas operacionais e *hardware* específicos. No entanto, com a popularização da Internet e a diversidade de navegadores disponíveis, as aplicações web passaram a ser testadas em diferentes navegadores. Nos últimos tempos, os *smartphones* ganharam uma participação significativa no mercado, correspondendo a cerca da metade dos dispositivos utilizados globalmente.

## 2.9. BREVE HISTÓRICO DOS SISTEMAS OPERACIONAIS

Nos dias atuais, com desenvolvimento das redes de computadores pessoais, surgiram os sistemas operacionais de rede, que permitem conectar-se a máquinas

remotas e copiar arquivos de uma máquina para outra, e os SO distribuídos, que possuem múltiplos processadores. Hoje, os SO gerenciam redes, aplicações para redes, sistemas operacionais de servidores, sistemas em tempo real, além dos SO para celulares (BARBOSA 2018).

A evolução dos SO seguiu em conjunto com a evolução da arquitetura dos computadores, onde Tanenbaum (2003) apud Barbosa (2018) descreve as quatro evoluções dos sistemas operacionais.

A evolução dos computadores pode ser dividida em quatro gerações distintas. Na primeira geração, que ocorreu entre 1945 e 1955, os computadores eram grandes, lentos e utilizavam válvulas e painéis de programação, além de serem utilizados principalmente para cálculos matemáticos, como logaritmos, e tinham aplicação militar (TANENBAUM, 2003, *apud* BARBOSA, 2018).

A segunda geração, entre 1955 e 1965, trouxe os computadores de grande porte conhecidos como mainframes, que eram acessíveis apenas a grandes instituições devido ao alto custo e, à época, foram introduzidos os transistores e o sistema em lote, sendo utilizados para cálculos científicos (TANENBAUM, 2003, *apud* BARBOSA, 2018).

A terceira geração, de 1965 a 1980, foi marcada pelo uso de circuitos integrados e multiprogramação, onde os fabricantes ofereciam duas linhas de produtos: computadores científicos de grande escala, usados para cálculos numéricos, e computadores comerciais orientados a caracteres, utilizados por bancos e companhias de seguros (TANENBAUM, 2003, *apud* BARBOSA, 2018).

A quarta geração, a partir de 1980 foi impulsionada pelo desenvolvimento dos microchips e marcou o surgimento dos computadores pessoais. Esses computadores se tornaram mais ágeis, práticos, menores, mais rápidos e mais acessíveis. Os sistemas operacionais utilizados nessa geração foram o MS-DOS e o Unix, e foi nesse período que se iniciou a popularização das interfaces gráficas, sendo o MS-DOS a base para a evolução do conhecido sistema operacional Windows (TANENBAUM, 2003, *apud* BARBOSA, 2018).

Já se debate a 5ª e 6ª geração, com a quinta iniciando-se na década de 1990 com a popularização de SO como o *MS-Windows* e *Linux*, e a partir dos anos 2000 os sistemas em nuvens e conectividade móvel.

## 2.10. ANDROID®

O *Android*® é um SO utilizado em dispositivos móveis como os *smartphones* e *tablets*, o *software* foi criado com o intuito de gerenciar as atividades de aparelhos móveis, oferecendo uma interface intuitiva e simples de se utilizar.

Pereira (2009) explica que o *Android*® é uma plataforma móvel completa com SO, controle de aplicações (*middleware*), aplicativos e interface de usuário incluso. Esta plataforma foi desenvolvida em código aberto (*open source*) e possibilita o acesso dos desenvolvedores a qualquer funcionalidade do núcleo do sistema. Apesar de não apresentar todos os padrões Linux, esta plataforma foi construída em um *kernel* (código raiz) Linux, tendo assim uma forte capacidade de segurança por meio de seu sistema de permissionamento, sendo possível que uma aplicação acesse as outras se possuírem a permissão explicitamente declarada. Por isto, toda aplicação possui uma chave privada que só é conhecida pelo desenvolvedor para estabelecer relações de confiança entre aplicações (PEREIRA, 2009).

## 2.11. FERRAMENTAS DIGITAIS

As indústrias de modo geral trabalham incansavelmente para serem mais competitivas e darem comodidade aos seus clientes. O seguimento de telefonia não é diferente, o desenvolvimento dos sistemas móvel de telefonia e suas atualizações constantes fazem com que seus usuários possam se comunicar e utilizar as mídias sociais a qualquer momento em qualquer local em tempo real, além de ter a possibilidade e comodidade de realizar operações tais como: compras, pagamentos entre outros serviços através de seus aplicativos para dispositivos móveis (*App*).

Maziero (2019) comenta, que os dispositivos portáteis, como *smartphones* e *tablets*, são comumente hospedados com um sistema operacional móvel. Nessa situação, a eficiência na gestão da energia da bateria, a conectividade em diferentes redes (*wifi*, *GSM*, *Bluetooth*, *NFC*, etc.) e a capacidade de interagir com diversos sensores (GPS, giroscópio, sensor de luz, tela sensível ao toque, leitor de impressões digitais, etc.) são as prioridades prioritárias. Exemplos bem-sucedidos nesse segmento incluem o *Android* e o *iOS*.

Atualmente existem alguns tipos de aplicativos e com suas peculiaridades de aplicação. Faria (2018), descreve os três tipos de aplicações disponíveis no mercado.

As aplicações nativas são as mais tradicionais e têm o maior nível de acesso aos dispositivos. Elas são construídas utilizando uma linguagem específica e são otimizadas para executar em um determinado sistema operacional. Por outro lado, as aplicações web móveis são executadas através de um navegador e possuem acesso limitado ao dispositivo, o que pode comprometer a experiência do usuário. Já as aplicações híbridas combinam as abordagens anteriores, sendo uma opção interessante que é amplamente utilizada no contexto corporativo (FARIA, 2018).

## 2.12. INCLUSÃO DIGITAL NO MEIO RURAL

Em um passado não distante ao se ouvir falar em tecnologias tais como: sistemas operacionais (SO), *hardware*, *software*, sistemas em rede, internet e redes sociais, a maioria das pessoas achavam que nunca teriam acesso a esses tipos de tecnologias, por conta de ser um sistema complexo, difícil acesso e com alto valor. No entanto ao passar dos anos e a evolução tecnológica o que se pensava impossível tornou-se realidade onde qualquer pessoa pode ter acesso a todos os tipos de tecnologia disponível no mercado, e não é diferente ao pessoal do meio rural.

Para Bernardes et al., (2015), a inclusão digital tem sido amplamente abordada nos círculos acadêmicos, nas políticas públicas e nas iniciativas do terceiro setor. Sua ausência, que contribui para a exclusão social, é particularmente evidente nas áreas urbanas e rurais, embora os motivos relacionados a esse fator possam variar entre esses contextos.

Porém, a inclusão digital principalmente no meio rural depende de vários fatores determinantes para que essas pessoas simples do campo estejam conectadas, pode-se enumerar vários fatores tais como: falta de acesso a sinais de qualidade de operadoras de internet rural, falta de informação, conscientização dos benefícios e principalmente treinamentos, haja visto, que a maioria dos produtores rurais já utilizam aplicativos de mensagens no no celular como ferramenta de comunicação, e a maioria que vivem no meio rural não tem o conhecimento do quanto a tecnologia pode trazer benefícios para gestão das unidades produtoras e melhorar a qualidade de vida (SANTOS, 2023).

A inclusão digital desempenha um papel fundamental ao fornecer acesso à informação e equilibrar as oportunidades na sociedade, tanto em áreas urbanas quanto rurais. Nesse sentido, a tecnologia e os sistemas de informação se tornaram

essenciais para o desenvolvimento rural, especialmente no que diz respeito ao uso da internet. Através dela, é possível ter acesso a informações atualizadas em tempo real, o que se tornou uma necessidade crucial (BAUERMANN, 2016).

A inclusão digital no campo é de fundamental importância no ponto de vista de desenvolvimento local e região, tanto de gestão, produtividade e comercialização, percebe-se que ainda existe descaso dos governantes em todas as esferas e a falta de uma política pública que incentive a inclusão digital no campo, Bernardes et al., (2015), comentam que a solução para a inclusão digital se encontra na política pública com destinação orçamentária necessária à inclusão e equiparação de oportunidades a todos cidadãos e que atividades para este fim sejam incluídas no processo educacional, permitindo que os indivíduos exerçam sua cidadania de maneira ampla.

### **2.12.1. Tecnologia, desenvolvimento rural e agricultura de precisão**

A tecnologia no meio rural é de suma importância em todos os aspectos, principalmente no que se refere a preparação do solo, manejo, produtividade e comercialização, onde o produtor rural pode reduzir o consumo de água, de fertilizantes e defensivos, ao aplicar a quantidade ideal de insumos na área, oferece apenas o que cada talhão necessita.

Para Basso et al., (2019) a inovação, atualmente, é o grande motor do desenvolvimento econômico e dos ganhos de produtividade e sustentabilidade. A capacidade de inovar é decisiva para a obtenção e manutenção da competitividade em um mercado global. Isso é particularmente verdade no setor agropecuário, no qual novas tecnologias têm proporcionado aumentos significativos de produtividade com sustentabilidade.

Já Zebato et al., (2020) debatem que a agricultura de precisão surgiu nos Estados Unidos por volta de 1929, quando alguns fundamentos teóricos sobre esse assunto já eram mencionados. Porém, a falta de tecnologia presente naquela época tornava a aplicação prática dessa técnica insustentável. Já na década de 1980, com a chegada de sistemas de posicionamento por satélites para uso civil, sistemas de informações geográficas e o início da era da computação, a AP passou a se difundir na América do Norte, seu sucesso fez com que ela ganhasse notoriedade em outros países, como Alemanha, Argentina, Austrália e Inglaterra (ZEBATO et al., 2020).

Ainda, Zebato et al., (2020) comentam que agricultura teve seu avanço no Brasil a partir de algumas publicações científicas, e todos esses eventos históricos resultaram no avanço significativo da Agricultura de Precisão (AP) no Brasil, levando ao início das primeiras publicações comerciais e científicas sobre o tema.

Os autores reforçam, que durante esse período, as barras de luz que originalmente eram utilizadas na aviação agrícola puxavam a ser empregadas em veículos agrícolas terrestres, especialmente em pulverizadores automotores, fornecendo ao operador uma orientação mais precisa durante a execução das tarefas (ZEBATO et al., 2020).

Quando se trata de manter as unidades produtivas sustentáveis e com maior produtividade, tem que adotar diferentes tecnologias e com manejos sustentáveis para que se possa melhorar a eficiência produtiva. A utilização adequada de insumos, minimizar a sua aplicação e evitar desperdícios e o impacto ambiental. Nesse contexto percebe-se as unidades produtivas de médias e grandes áreas que usam a produção da monocultura que já adotam a tecnologia de precisão na agricultura, onde há vários benefícios.

Basso et al., (2019) destacam que os desafios principais da Agricultura de Precisão estão relacionados à compreensão das causas que geram variações nas características dos solos e das plantas, à falta de recomendações agronômicas específicas para a aplicação em taxa variável, aos altos custos das operações de mapeamento do solo em uma escala adequada, à necessidade de aprimorar as técnicas de sensoriamento remoto para aplicação em taxa variável, à falta de procedimentos padronizados e à escassez de mão de obra especializada em Agricultura de Precisão em diferentes níveis, como equipes técnicas, consultores e pesquisadores.

### **2.12.2. Tecnologia, desenvolvimento rural na agricultura familiar**

A tecnologia nas unidades produtoras familiares pode ser de grande valia se for utilizada de forma correta e pode trazer benefícios ao gestor, família e gestão da unidade.

Para Rosário (2015), as plataformas móveis englobam um conjunto de tecnologias, incluindo sistemas operacionais, linguagens de programação e ferramentas de desenvolvimento, que são essenciais para o funcionamento dos

dispositivos celulares. Essas plataformas têm a função de gerenciar os recursos dos aparelhos, como banco de dados, câmera, GPS e áudio. Além disso, são responsáveis por permitir a interação do usuário por meio de aplicativos e recursos multimídia.

Neste sentido, a ATER-Digital surge com o objetivo de promover a modernização na assistência rural por meio da promoção de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) nas atividades de empresas públicas e privadas, buscando ampliar o acesso dos produtores rurais a serviços mais modernos e eficientes no campo de forma remota.

Para Lopes et al., (2022.), colocam que a expressão "ATER Digital" tem sido amplamente aceita por instituições e profissionais técnicos, políticos e acadêmicos para descrever o uso de tecnologias digitais de comunicação e informação nas atividades de extensão rural. Tanto nas operações práticas quanto nas reflexões teóricas relacionadas ao trabalho de Ater, as palavras "digital", "virtual" e "remoto" são frequentemente utilizadas com significados semelhantes ou complementares

Zuin et al. (2022) comentam que a expressão ATER-Digital vem se propagando de uma forma grandiosa entre as instituições, agentes técnicos, políticos, acadêmicos e produtores rurais, e que a expressão "Ater digital" tem se propagado entre instituições e agentes técnicos, políticos e acadêmicos, de modo geral, quando estão se referindo ao uso de tecnologias digitais de comunicação e informação em atividades de extensão rural. Nas operações práticas e nas discussões teóricas referenciadas na atuação do serviço de Ater, as palavras "digital", "virtual" e "remoto", por vezes, são admitidas com sentidos próximos ou complementares.

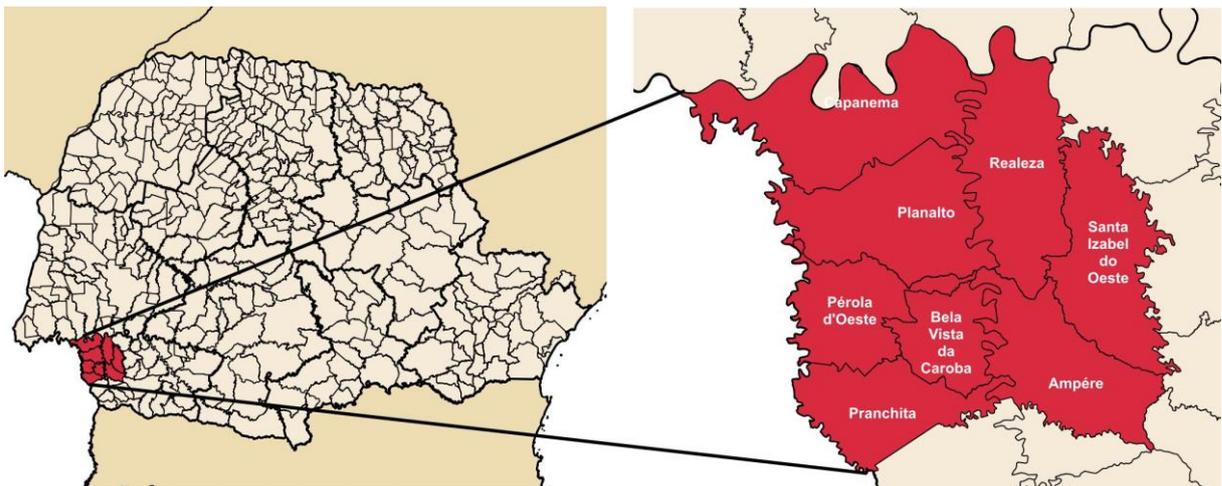
Ainda Zuin et al. (2022), destacam a importância destes recursos tecnológicos no campo como ferramenta de comunicação e aprendizado, é notável que os técnicos-educadores estejam adotando de maneira sistemática as redes sociais e os aplicativos de mensagens instantâneas, como *WhatsApp* e *Facebook*, em muitas áreas rurais do Brasil. Essas tecnologias desempenham um papel importante para facilitar e agilizar a comunicação com as pessoas que residem e trabalham no campo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve seu propósito de estudo e validação na região sudoeste do estado do Paraná. Com características próprias, encontra-se no terceiro planalto paranaense, abaixo de 25º Latitude Sul apresentando clima subtropical, com temperatura média de 25º C, podendo chegar no verão aos 36º C e, no período de inverno, marcado habitualmente por geadas. A estrutura fundiária da região denota-se por pequenas propriedades rurais, sendo 87% constituídas por Unidades Familiares de Produção e 94% possuem áreas menores a 50 hectares, dessa maneira, a região caracteriza-se por propriedades rurais de pequeno porte com predominância da agricultura familiar, cuja renda tem papel significativo para a economia local. Os municípios onde estão localizadas as Unidades de Produção Familiar Orgânica (UPFO) fazem parte da microrregião geográfica de Capanema (IBGE, 2022).

Desta maneira, a investigação deu-se nos municípios de Ampére, Bela Vista da Caroba, Capanema, Pérola d'Oeste, Planalto, Pranchita, Realeza e Santa Izabel do Oeste, ilustrados na Figura 1, e ocorreu no período de março 2021 a março de 2023.

Figura 1 – Localização da região contendo os municípios integrantes da AFAPO.



Fonte: O autor, com base em dados do IAT- PR (2022).

Os agricultores que participaram do estudo contemplam a Associação de Fomento à Produção Orgânica (AFAPO), em parceria com a empresa Biorgânica, a qual está situada em Realeza-PR. A empresa tem como objetivo fomentar a produção

orgânica na região, realizando o fornecimento de insumos, assistência técnica, recebimento de produtos, industrialização e comercialização (mercado interno e exportação). Ainda, auxilia na certificação das unidades, tendo como parceiros os produtores de produção orgânica nos municípios da área de abrangência do estudo.

Por se tratar de levantamentos de dados secundários os mesmos serão analisados através da estatística descritiva, conforme salienta Silva (2016, p. 326) “a compreensão acerca de metodologias e técnicas que a estatística oferece para a coleta de dados, análise documental, levantamento e organização dos dados apurados, seleção de amostras e definição do público-alvo”.

A coleta de dados foi realizada na AFAPO, a qual foi constituída em 14 de setembro de 2018, caracterizada como pessoa jurídica de direito privado sem fins lucrativos, com número ilimitado de associados e duração por tempo indeterminado. A mesma está localizada no bairro Sertaneja, rodovia PR 182 km 30, as margens da rodovia no município de Realeza, estado do Paraná.

A desenvolvimento do estudo foi realizado em 6 etapas no período de junho de 2021 até abril de 2023, conforme descrito no quadro a seguir.

Quadro 1 - resumo das etapas do desenvolvimento da pesquisa, demonstra as etapas, mês, pessoas envolvidas e assunto

<b>Etapas</b>	<b>Mês/Ano</b>	<b>Envolvidos</b>	<b>Assunto</b>
Primeira	Jun/2021	Pesquisador e membros da associação	Reunião na associação AFAPO, Aplicação do questionário da metodologia <i>Maderus</i> (impresso) em 10 Associados.
Segunda	Ago/2021	Pesquisador	Revisão bibliográfica.
Terceira	Out/2021	Pesquisador	Análise da Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável – MADERUS.
Quarta	Mar/2022	Pesquisador e profissional de TI	Discutidos os parâmetros com um profissional de Tecnologia da Informação (TI), Desenvolvimento do aplicativo.
Quinta	Ago/2022	Pesquisador, profissional de TI Extensionistas	Testes comparativo Aplicativo x impresso, Confirmando os mesmos resultados da amostra. Reunião e treinamentos aos usuários do <i>App</i> .
Sexta	Abril/2023	Pesquisador e produtor Extensionistas	Foi transferido para o <i>App</i> o questionário aplicado de forma impressa em junho de 2021, assim podendo realizar um comparativo das 3 entrevistas de junho de 2021, novembro de 2022 e abril de 2023. Assim sendo possível realizar análise multivariada das medias dos indicadores de sustentabilidade das unidades estudadas.

Fonte: O autor 2023.

A primeira etapa da investigação foi iniciada em junho de 2021. Neste primeiro momento, realizou-se uma reunião na associação em Realeza com os agricultores

associados das AFAPOs, a qual teve o intento de apresentar a proposta do estudo e ouvir sugestões por parte dos produtores. Após a reunião, foram visitadas 10 unidades produtoras das 23 propriedades associadas, nas quais foi aplicado o questionário da metodologia *MADERUS*, para verificar em *in loco* a realidade das unidades em relação à sustentabilidade e validar a metodologia de coleta de dados.

A segunda etapa teve seu início em agosto de 2021 e foi constituída pelo processo de revisão bibliográfica sobre as metodologias de coleta e análise de dados. As consultas foram realizadas nas plataformas eletrônicas, tais como: Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na Biblioteca eletrônica científica online (*SCIELO*). Os termos de busca empregados, “Indicadores de Sustentabilidade” e “Índice de Sustentabilidade”. Buscando na literatura os argumentos teóricos para dar sustentação nas etapas subsequentes.

A terceira etapa iniciou-se em outubro de 2021 e contou com a análise da Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável - *MADERUS*, (HEIN, 2019), para verificar se os parâmetros de avaliação das variáveis e as escalas de sustentabilidade padrão, as quais oscilam entre (1) e (-1). Os parâmetros são avaliados da seguinte maneira: 1,0 – sustentável, 0,5 - Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – transição, -0,5 Tendendo para a insustentabilidade, -1,0 – insustentável. As unidades de produção podem ser analisadas de forma individual ou composta. Os resultados obtidos por meio da metodologia aparecem no formato de gráficos, os quais são analisados numericamente em escala de 0,0 a 10,0, que na *MADERUS* é denominado como Índice de Desenvolvimento Rural Sustentável (IDRS). Esses indicadores compostos são comparados à sua pontuação máxima possível. O resultado do indicador composto é, portanto, uma nota na escala de 0,0 a 10,0 que indica a proximidade entre a situação encontrada e a pontuação máxima prevista na metodologia, portanto, quanto maior a nota do indicador composto, melhor a sustentabilidade.

A quarta etapa iniciou-se em março 2022, já com parâmetros de avaliação das variáveis definidos, conforme a terceira etapa descrita. Foram discutidos os parâmetros com um profissional de Tecnologia da Informação (TI) para realizar o desenvolvimento do aplicativo (ferramenta digital) para calcular a sustentabilidade das UPFO, onde o mesmo utilizou uma linguagem específica para Android (Dart com framework Flutter). Utilizando como base a metodologia *MADERUS* com o propósito

avaliar a sustentabilidade tanto individualmente quanto em grupo, ou seja, de todas as unidades estudadas da associação de uma só vez. A implementação da metodologia em um aplicativo teve como impulso facilitar e agilizar o processo de coleta de dados e análise, possibilitando a sua aplicação em momentos distintos e uma avaliação em escala temporal.

Para incorporar a metodologia *MADERUS* no aplicativo os 33 índices de sustentabilidade dos três indicadores (social, econômico e ambiental) foram agrupados, assim, os índices de um indicador que possam influenciar diretamente em outro indicador foram agregados, resultando em 9 grupos principais.

Ainda, os gráficos de resultado em barras dispostas na análise do aplicativo foram ajustados para uma escala de 0 a 10 em cores, tais como: verde, amarelo e vermelho, onde, na cor verde de pigmentação indica sustentável. A cor de pigmentação intermediária em tom amarela indica que UPFO se encontra em transição de sustentável para tendência a insustentável. Por fim, a cor de pigmentação vermelha indica que a UPFO se encontra em um processo de tendência à insustentabilidade ou mesmo em um nível crítico para insustentável.

Como a proposta do estudo foi criar uma ferramenta para calcular a sustentabilidade ou a insustentabilidade e sua evolução, adaptou-se uma análise específica, onde o produtor possa verificar se houve ou não a evolução da sustentabilidade em um determinado espaço de tempo (período). Caso não ocorra, ele terá a possibilidade de corrigir os índices que estão causando a insustentabilidade da propriedade.

A quinta etapa da pesquisa iniciou-se em agosto 2022. Com o aplicativo desenvolvido e pronto para uso, realizou-se testes piloto e ajustes necessários, assim como a validação da metodologia em formato digital, comparando-se a coleta tradicional com a digital. Os dados foram tabulados gerando os gráficos de resultados da pesquisa, em que há a ilustração da sustentabilidade das UPFO da época. Ressalta-se que o questionário aplicado foi a do *MADERUS* sem adaptações e, a partir da quinta etapa, foram aplicados os testes piloto, já com o aplicativo desenvolvido e as adaptações realizadas. Nesta etapa pode-se realizar vários testes para verificar correspondência do sistema operacional do *app* e os resultados obtidos em relação aos e resultados apresentados pela metodologia *MADERUS*.

Enfim, etapa 6 - testes nas UPFOs, aplicando o questionário com o *app* (Ferramenta Digital) em 10 produtores, com início em novembro de 2022, com estes

testes tabulados foram comparados com os resultados na etapa um. Entre uma entrevista de junho de 2021, novembro de 2022 e abril de 2023, com o intervalo temporal buscou-se identificar quais as variações nos índices calculados, assim como os aspectos que os influenciaram, a entrevistas realizadas pelo pesquisador e a dois e três pelos extensionistas da AFAPO, onde os mesmos com o *App* devidamente instalado em seus aparelhos móveis. Este comparativo serviu para uma análise aprofundada para verificar se não houve discrepância de sustentabilidade no período.

Com a finalidade de avaliar a efetividade da criação da ferramenta digital, comparou-se a aplicação convencional da metodologia *MADERUS* e o *app*, aplicando entrevistas das duas maneiras e assim cronometrando-se os tempos de resposta do entrevistado no questionário impresso e o tempo de resposta no *app*, e, em seguida, cronometrando-se tempo necessário para tabulação dos dados e realizar análise nas planilhas eletrônicas (tempo em minutos). Para a análise no *App* este tempo não se faz necessário já que o mesmo elabora os resultados em tempo real. Os resultados desta avaliação foram descritos em tabelas e gráficos.

Com o *App* testado e com os resultados de sua performance e com as vantagens apresentados em relação ao impresso, foi realizada reunião na associação com os envolvidos e apresentados os resultados obtidos, a importância de se medir a sustentabilidade das UPFOs periodicamente e as vantagens que o aplicativo pode trazer para as mesmas ao se manterem sustentáveis na produção orgânica. Por fim, a aplicabilidade do *App* (aplicativo) e o treinamento para que técnicos e extensionistas, assim como gestores (agricultores) possam fazer uso do aplicativo de forma correta.

Para que houvesse um melhor entendimento da eficácia do aplicativo foi lançada o primeiro questionário do estudo que foi aplicada no sistema de *MADERUS* impressa para o *App*, assim tendo os 3 questionários no *App*, foi possível realizar análise multivariada das médias dos indicadores de sustentabilidade das unidades estudadas para se conhecer as oscilações dos indicadores e a amplitude da evolução.

#### 4. RESULTADOS

Com os dados coletados, calculadora de sustentabilidade desenvolvida e comparativos de entrevistas realizadas de forma impressa e pelo *App*, foram realizadas as análises de resultados e a validação do *App*.

Na figura 2 demonstra as visitas na AFAPO, com os técnicos, agrônomos e o presidente da associação, onde foi apresentado o projeto de pesquisa.

Figura 2 – Visita a Associação de fomento à produção orgânica (AFAPO), com o Presidente, secretário e extensionistas, onde foi apresentado o projeto do estudo e discutidos parâmetros para o desenvolvimento e pesquisa a campo.



Fonte: O autor 2023.

Após a visita na AFAPO, com as pessoas interessadas, houve a necessidade de fazer estudos bibliográficos, referente ao tema da pesquisa, como também a metodologia a ser utilizada, onde, teria que ser uma metodologia que contempla-se a agricultura familiar orgânica e que tivesse características semelhante à região do sudoeste do PR. Isto foi definido por meio do levantamento das necessidades relatadas pelos agricultores e técnicos envolvidos no acompanhamento das atividades de produção de alimentos orgânicos. Ou seja, identificar de maneira clara e ágil o nível de sustentabilidade das áreas de produção, com a intenção de realizar intervenções assertivas.

Entre várias metodologias consultadas e aplicadas no Brasil optou-se pela metodologia *MADERUS*. Dentre os principais motivos desta escolha destaca-se o seu processo de desenvolvimento e por ter sido aplicada e validada no oeste do Paraná, especificamente no município de Marechal Cândido Rondon, na avaliação de índices de sustentabilidade com produtores rurais da agricultura familiar.

Com a metodologia definida, e com a finalidade de incluir a metodologia *MADERUS* como base operacional, buscou-se um técnico em TI, que pudesse implementar a leitura dos dados e cálculos que se encontrava em planilha eletrônica e transformar estes parâmetros em um Sistema Operacional (SO), em software com compatibilidade com os aparelhos Android®, onde a maioria dos produtores rurais e técnicos extensionistas utilizam.

O aplicativo pronto e operacional, foram feitos os testes para ajuste no *app* e na metodologia *MADERUS* impresso, utilizou-se de uma mesma pesquisa e aplicou-se no *app* e da forma impressa com cálculos e resultados gerados em planilha eletrônica própria da *MADERUS*, foram comparados os resultados e corrigidos e ajustado as diferenças dos resultados e cálculos entre *App* e gerados pela planilha eletrônica. Desta maneira, o *app* encontra-se disponível gratuitamente na loja do *Google Play* para ampla utilização de interessados, desde do mês 07/2022. Até então já foram disponibilizadas 53 *downloads* e 23 atualizações.

Pode-se observar na figura a seguir a quantidade de download que foram efetuados a partir do momento que foi disponibilizado *APP* na plataforma do Google (*Play Store*) a partir no mês 07/2022.

Depois de desenvolvido e testado, o aplicativo foi disponibilizado ao público. Foi realizada a publicação do *app* na *Play Store*, estando disponível para download no link:, Ou através do QR-CODE

[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.calculadora\\_sustentabilidade.calculadora\\_sustentabilidade](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.calculadora_sustentabilidade.calculadora_sustentabilidade)

[https://play.google.com/intl/pt-BR\\_ALL/console/about/guides/releasewithconfidence/](https://play.google.com/intl/pt-BR_ALL/console/about/guides/releasewithconfidence/),



Fonte: O autor 2023.

Na figura 3, apresenta-se uma representação visual que ilustra a quantidade de acessos e downloads do aplicativo na renomada plataforma do Google, conhecida como Play Store. Esses dados são referentes ao período a partir do mês de julho de 2022, marcando o início da disponibilização do aplicativo para download. Além disso, a figura evidencia o número de atualizações efetuadas ao longo desse intervalo temporal, proporcionando uma visão abrangente da receptividade e evolução do aplicativo durante esse período específico. Essa representação gráfica oferece insights valiosos sobre o engajamento dos usuários e a dinâmica de aprimoramento contínuo do aplicativo ao longo do tempo.

Figura 3 - Demonstrativo do acesso para realizar download do aplicativo na plataforma do Google (Play Store) período de no mês 07/2022.



Fonte: O autor, baseado na plataforma Play Store 2023.

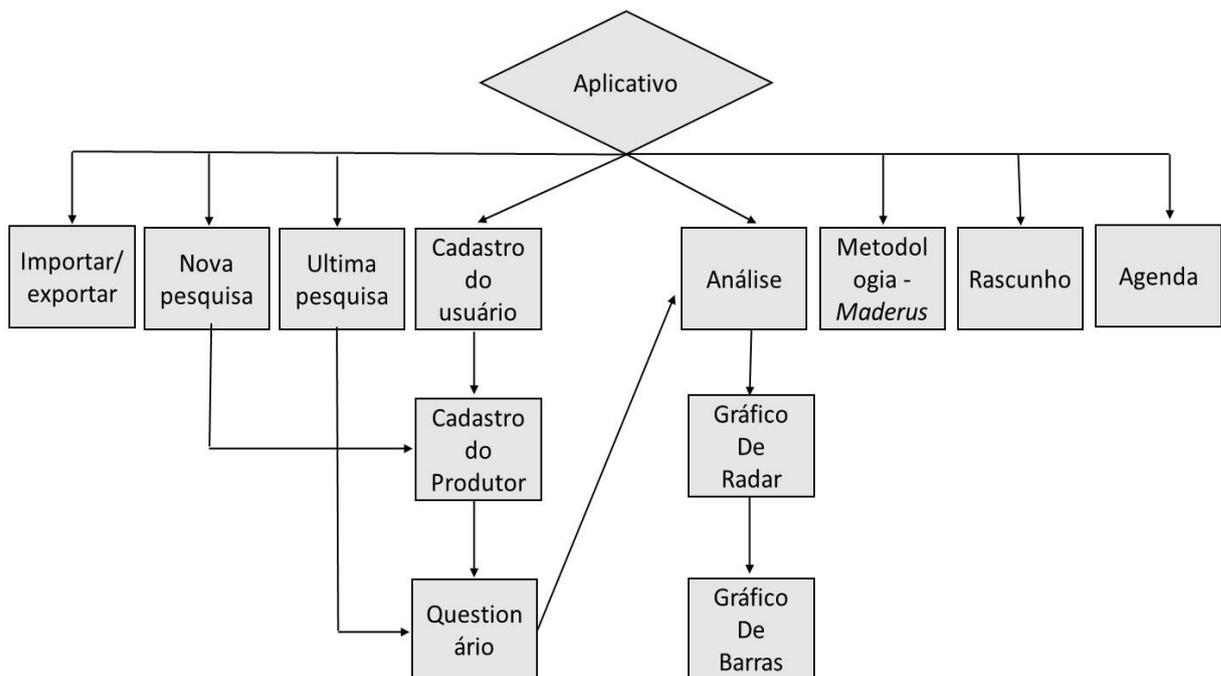
Figura 3, detalha o número de usuários que fizeram download da ferramenta, onde foi colocado na loja virtual em julho de 2022 e o último relatório em junho de 2023, ou seja, em três meses disponível houve 40 downloads, vale a pena mencionar que está disponível somente para versão android.

#### 4.1. DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DO APLICATIVO

Para facilitar a compreensão do funcionamento do aplicativo, criou-se um diagrama visual que apresenta as variadas opções disponíveis aos usuários. Esse diagrama visa proporcionar uma visão mais abrangente das funcionalidades oferecidas pela aplicação, oferecendo uma clareza visual sobre as escolhas disponíveis aos usuários.

. Além disso, para a compreensão aprofundada das análises apresentadas, bem como dos gráficos e tabelas pertinentes, sugere-se consultar a representação gráfica indicada na Figura 4. Isso permitirá uma navegação mais eficiente e uma compreensão mais clara do leque de recursos e informações proporcionados pelo aplicativo em questão.

Figura 4 – Fluxograma do aplicativo, como funciona o processo de utilização do usuário, as opções disponíveis no App.

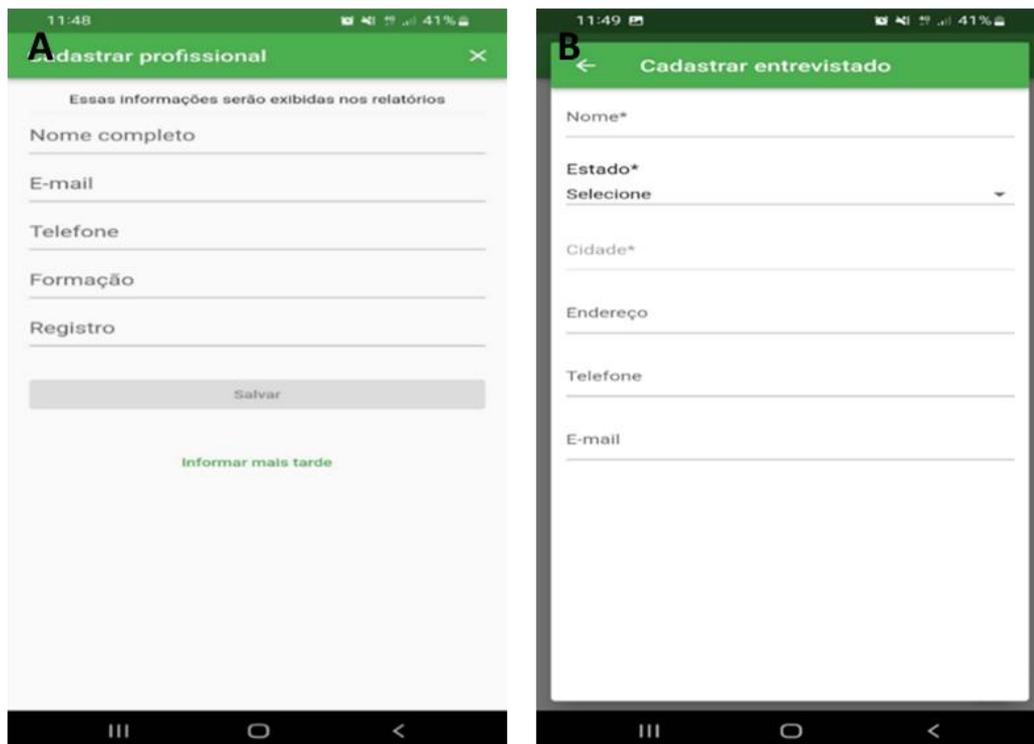


Fonte: O autor, 2023.

Na Figura 4, é possível visualizar de maneira clara e intuitiva as diversas opções disponibilizadas pelo aplicativo, contribuindo significativamente para simplificar a operacionalidade do sistema. No processo de utilização do aplicativo, ao iniciar o sistema, o primeiro passo crucial é efetuar o cadastro do usuário, que neste contexto é representado pelo papel do entrevistador. Essa etapa inicial estabelece as

bases para a interação subsequente, destacando a importância de registrar as informações do entrevistador como ponto de partida para a efetiva utilização e aproveitamento das funcionalidades.

Figura 5 - Demonstração da tela do aplicativo, onde se cadastra o entrevistador (profissional) que irá realizar a pesquisa e onde se cadastra o entrevistado (produtor)



Fonte: O autor, 2023.

Uma vez que o entrevistador conclui o processo de cadastro, o próximo passo envolve o registro do entrevistado, que, no contexto, é o produtor. Essa etapa é exemplificada na representação gráfica presente na figura 6.

No terceiro passo torna-se então iniciar o questionário com 53 questões. Ressalta-se que a partir do início ao questionário, em cada questão o entrevistador não consegue dar seguimento sem a questão ser respondida, quando respondida abrirá a opção de avançar, para passar para próxima questão. Caso o entrevistador não terminar o questionário por qualquer motivo e parar em qualquer questão, o sistema operacional deixara arquivado as respostas na opção rascunho, onde o entrevistador possa reiniciar de onde parou, a pesquisa só será finalizada quando o entrevistador utilizar no final do questionário a opção entrevista finalizada.

Finalizada a entrevista, o sistema processa e gera os resultados, que podem ser visualizados em índices indicados por gráficos de barra, tanto em índices

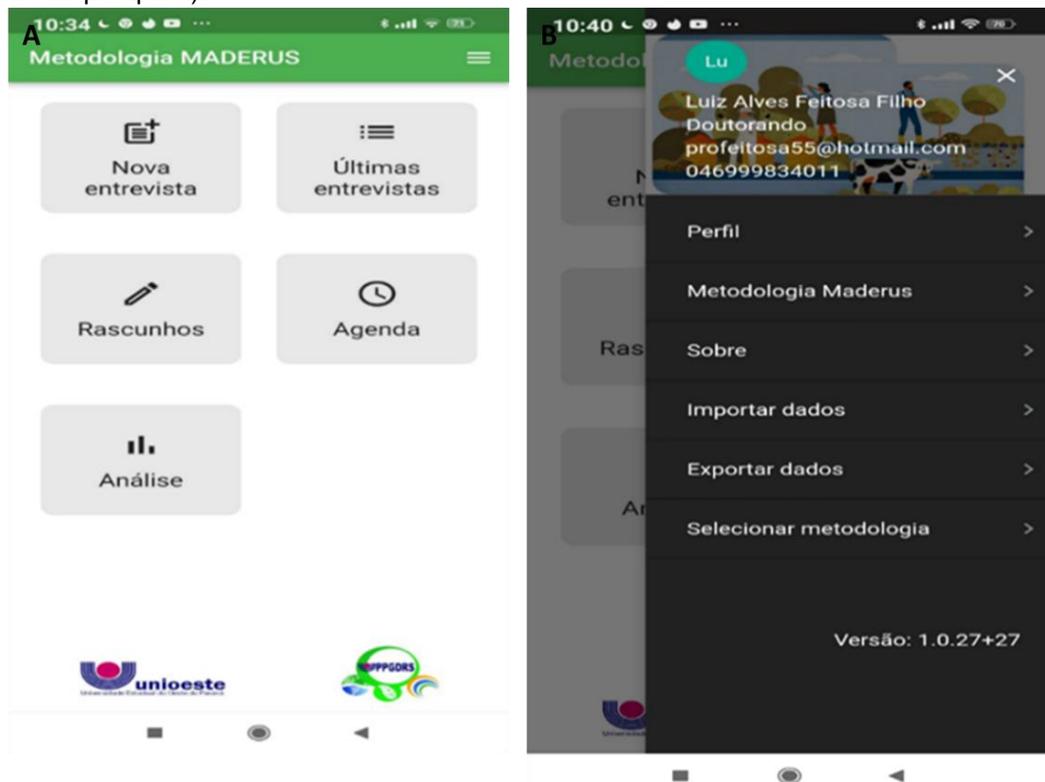
individuais quanto compostos, além de índices de sustentabilidade (social, econômico e ambiental). Uma entrevista ou várias do mesmo entrevistado podem ser cadastradas, buscando-se assim analisar a evolução (ou não) da sustentabilidade da unidade produtora. Por fim é gerado um gráfico de radar, para cada entrevista, demonstrando de maneira sintética cada um dos índices de sustentabilidade, onde segue os parâmetros da metodologia MADERUS, onde, 1,0 – Sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 – Insustentável.

Após o término da entrevista e ter gerado os resultados em gráficos o entrevistador tem a opção de exportar e importar entrevistas, os dados em planilha eletrônica no formato *.csv* (valores separados por vírgula) e os resultados em *.pdf* (termo em inglês para *Portable Document Format*), para qualquer sistema operacional que seja compatível, tendo a opção de serem impressos.

Para cada nova entrevista, o entrevistador e usuário do *app* que já está cadastrado, não é necessário cadastrar-se novamente já que o sistema mantém a informação gravada no aparelho utilizado. Para realizar uma nova entrevista de produtores já cadastrados para verificar a evolução ou não os índices de sustentabilidade da unidade, escolhe-se a opção nova entrevista, abrindo assim uma janela com todos os nomes dos produtores entrevistados, escolhendo então o produtor para uma nova entrevista. Em seguida inicia-se a entrevista e coleta de dados, caso o entrevistador queira realizar uma entrevista de um produto ainda não cadastrado, opção nova entrevista abrirá a janela com os nomes de todos os produtores cadastrados, e logo abaixo terá uma opção de um + (símbolo), basta escolher a opção e abrirá a tela para iniciar uma nova entrevista. No âmbito do aplicativo, é disponibilizada uma característica destacada denominada "calendário".

Essa funcionalidade permite que o entrevistador conduza questionamentos durante a entrevista e, simultaneamente, agende encontros futuros com o entrevistado. A representação visual desse processo é ilustrada na figura 6 do aplicativo.

Figura 6 - Demonstração da tela do aplicativo, onde se tem opções para cadastrar um novo entrevistado, agendar uma nova entrevista, visualizar a última entrevista e o rascunho e onde se tem opções de ler a metodologia que deu origem ao aplicativo e as opções de importar e exportar dados (resultado da pesquisa).



Fonte: O autor, 2023.

Como o *App* foi desenvolvido com a metodologia *MADERUS*, o usuário pode realizar a leitura na íntegra da metodologia, ou seja, da tese e da pesquisa que deu origem a metodologia aplicada e validade (HEIN, 2019), conforme figura 8.

Conforme a Figura 8, são apresentadas as opções relativas às operações de importação e exportação de dados e informações. Nesse contexto, destaca-se a versatilidade do aplicativo, permitindo que o usuário efetue tanto a importação quanto a exportação de dados nos formatos PDF e em planilhas do Excel. Essa funcionalidade proporciona uma flexibilidade notável, possibilitando aos usuários manipular e compartilhar informações de maneira conveniente e adaptada às suas preferências e necessidades específicas. Oferecendo uma visão clara dessas opções, ressaltando a capacidade do aplicativo em oferecer soluções versáteis para a gestão eficaz de dados, enriquecendo a experiência do usuário e ampliando as possibilidades de intercâmbio de informações de forma eficiente.

Figura 7 – Demonstra as opções para importações e exportações das informações contida no App tanto para planilhas de Excel como para outro aparelho que tenha instalado App.



Fonte: O autor, 2023.

Exportação de dados, no contexto da pesquisa, destaca-se a etapa de extração e transferência dos dados coletados para a planilha do Excel, esse recorte não se limita apenas à seleção dos dados, mas também engloba a cuidadosa organização e formatação para garantir uma integração eficiente na plataforma do Excel.

Figura 8 – Demonstra um recorte da exportação dos dados para a planilha do Excel.

data	Local	Profissional	Entrevistado	Escolaridade	Acesso Educação	Saúde e Capac. Trabalho	Acesso a Saúde	Produção de Alimentos	Acesso a Bens e Serviços
2023-04-08T10:34:11.000	Planalto - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanildo	37,5		100	25	100	90,90909091
2022-11-07T10:20:25.000	Planalto - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanildo	37,5		90,5	25	100	90,90909091
2021-06-08T09:50:36.000	Planalto - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanildo	37,5		83,5	37,5	100	90,90909091
2023-04-02T09:41:53.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Everton	93,75	100	100	50	100	90,90909091
2022-11-14T09:35:36.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Everton	93,75	100	87	25	100	90,90909091
2021-06-05T09:11:08.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Everton	93,75	100	100	25	100	90,90909091
2023-04-02T09:02:48.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Edinei	68,75	100	99,5	37,5	100	72,72727273
2022-11-28T08:57:30.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Edinei	68,75	100	97	25	100	54,54545455
2021-06-05T08:48:44.000	Realeza - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Edinei	68,75	100	93,5	25	100	81,81818182
2023-04-16T08:40:40.000	Capanema - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanderlei	87,5		100	25	100	63,63636364
2022-11-03T08:34:56.000	Capanema - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanderlei	87,5		80	50	100	72,72727273
2021-06-15T08:21:07.000	Capanema - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Vanderlei	87,5		100	25	100	72,72727273
2022-11-12T19:07:09.000	Pranchita - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Gentil	25		99	25	100	90,90909091
2021-06-14T15:34:30.000	Pranchita - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Gentil	25		97,5	25	100	81,81818182
2023-04-11T15:07:27.000	Santa Izabel do Oeste - Paraná - PR	Luiz Alves Feitosa Filho	Diego	87,5	50	100	50	100	100

Fonte: O autor, 2023.

O *App* apresenta um design intuitivo e de fácil compreensão, proporcionando uma experiência visual agradável e facilitando a interação do usuário. Essa característica fica evidente ao observarmos o layout representado de maneira gráfica na Figura 9. A disposição dos elementos na interface do aplicativo foi cuidadosamente planejada, tornando a navegação acessível e simplificada. Além disso, o design amigável contribui para a facilidade no manuseio das funcionalidades, permitindo que os usuários explorem as diversas opções oferecidas de maneira descomplicada.

Figura 9 - Demonstração das telas do aplicativo já instalado no celular do usuário, A contendo a tela da abertura, B logotipo da universidade e do programa e C a opção para entrar no sistema operacional do aparelho.



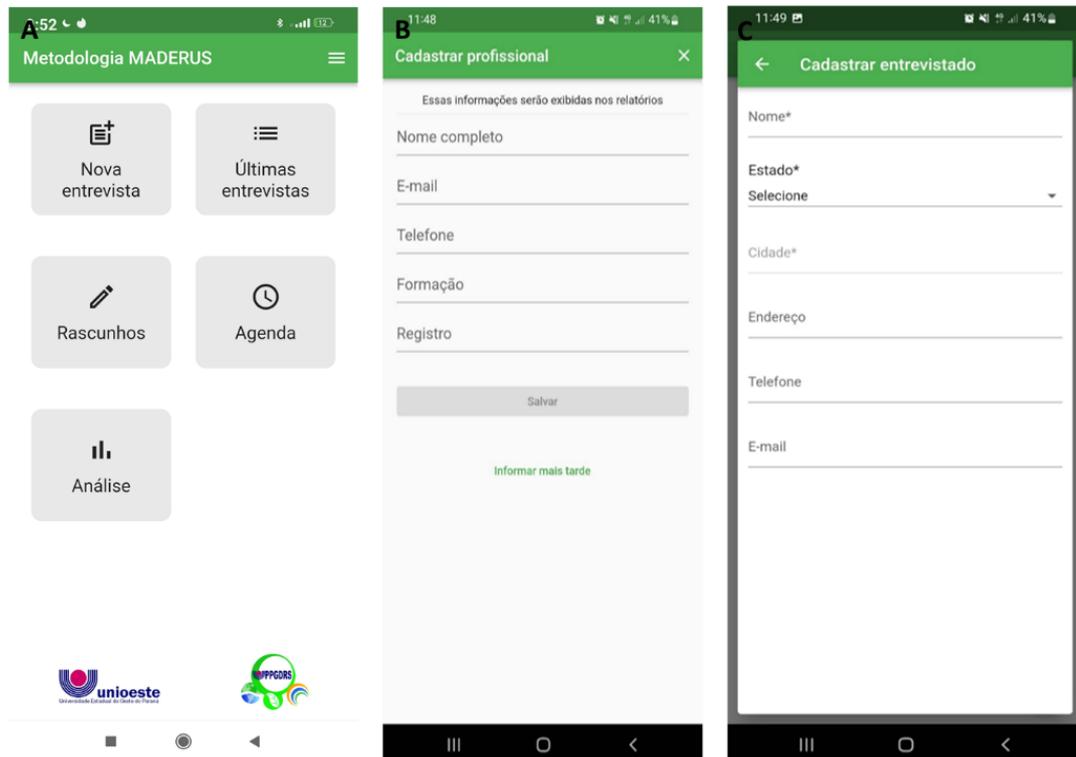
Fonte: O autor, 2023.

Observa-se o *layout* do *App*, da qual procurou-se deixar o desenho simples e de fácil acesso e manuseio, preocupando-se com a diversidade de usuários interessados, seja de menor ou maior grau de instrução. Ao iniciar a tela da escolha da metodologia *MADERUS* e clicar abrirá o sistema operacional com várias opções.

Quando instalado o *App* no SO, abrirá janelas de opções para o usuário começar a utilizá-lo e se cadastrar como entrevistador.

Na Figura 10 destacam-se telas de acesso para a realização da coleta de dados por meio de entrevistas.

Figura 10 - Demonstrativo de operação do aplicativo, figura A as opções do sistema operacional, figura B cadastro do usuário e figura C cadastro do entrevistado.



Fonte: O autor, 2023.

Verificam-se na Figura 10 as possíveis opções do, tais como: nova entrevista, última entrevista, rascunho, agenda e análise. A nova entrevista é a primeira entrevista com o produtor, após ser feita entrevista e salva ficará armazenada no aplicativo, estará como última entrevista, onde da opção de reeditar e escolher as entrevistas para gerar os gráficos com análise de resultados, pode acontecer de o usuário (entrevistador) começar uma entrevista e por qualquer motivo ele não tenha salvo ou não tenha terminado a entrevista. Estas tornaram-se guardadas em rascunho e será possível retomá-las, caso necessário.

Nas telas seguintes serão os cadastros no sistema, em primeiro será cadastrado os usuários (entrevistador) e na sequência do produtor (entrevistado).

Conforme a Figura 11, após o usuário se cadastrar-se poderá iniciar a entrevista.

Figura 11 - Demonstrativo do preenchimento dos questionários, onde o questionário conta com 53 questões fechadas, onde, figura A atividades produtivas da unidade, figura B adequação ambiental e figura C o termino da entrevista.

**A** 10:00 < >

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

**2) Quais são as atividades produtivas realizadas na propriedade?**

Mandioca	70%	<input type="checkbox"/>
Feijao	20%	<input type="checkbox"/>
Milho	10%	<input type="checkbox"/>

+ Adicionar atividade produtiva

Confirmar →

**B** 10:18 < >

41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53

**53) Nota Atribuída à variável Solo: Uso, ocupação e conservação, atribuir uma nota entre (-1) e (1)**

1

Os parâmetros são avaliados da seguinte forma:  
 1 - Sustentável;  
 0,5 - Tendendo para a sustentabilidade;  
 0 - Transição;  
 -0,5 - Tendendo para a insustentabilidade;  
 -1 - Insustentável.

Avançar →

**C** 10:00 < >

**Entrevista finalizada**

Você respondeu todas as questões necessárias para o cálculo de sustentabilidade

Após salvar a entrevista, poderá verificar o resultado na página de análises

SALVAR

Fonte: O autor, 2023.

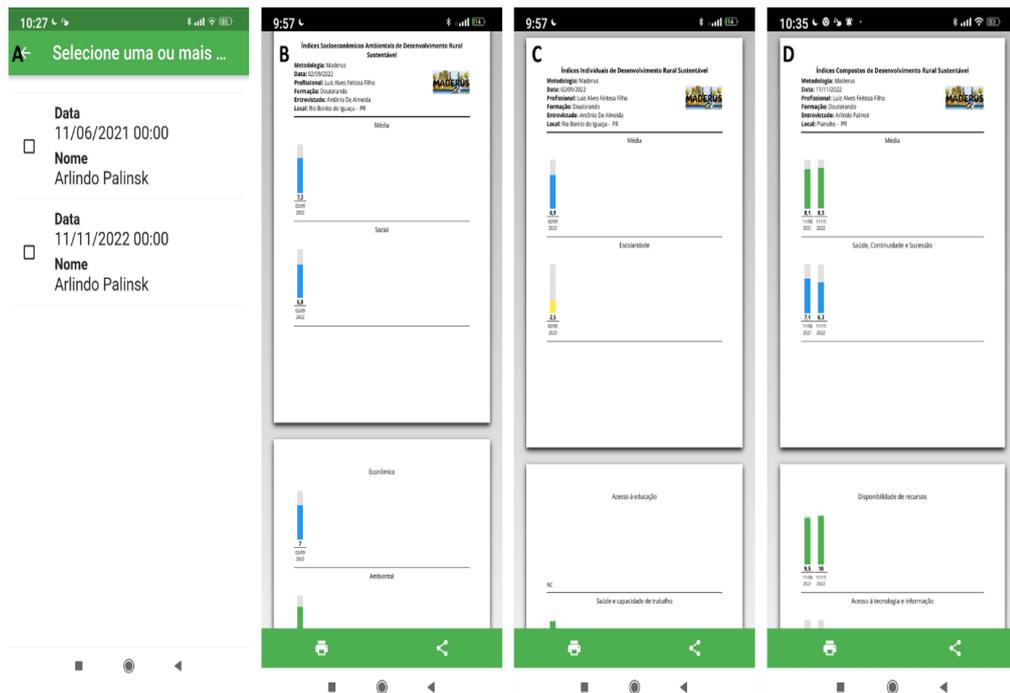
Observa-se na Figura 11 algumas das questões e como as mesmas encontram-se dispostas. Estas compõem os quesitos estabelecidos na metodologia incorporada, como aspectos social, econômico e ambiental, os quais formam o tripé da sustentabilidade. Quando o usuário preencher as questões e avançar preenchendo as 53 questões, surgirá a opção da finalização da entrevista e poderá então ser registrada e salva.

Ao final do processo de coleta o próprio *APP* disponibilizará os resultados, onde o entrevistador poderá escolher a opção de análise, e poderá optar por resultados, datas de entrevistas em gráficos de barra ou radar, gerando comparativos com entrevista em datas diferentes na mesma unidade produtiva, conforme demonstração a seguir na Figura 12.

Após a conclusão do processo de coleta de dados, é o próprio *App* que oferece acesso aos resultados obtidos. Nessa fase, o entrevistador tem a flexibilidade de escolher a opção de análise que melhor atenda às suas necessidades. Pode optar por visualizar resultados específicos, examinar datas de entrevistas por meio de gráficos de barra ou radar, e até mesmo realizar comparações entre entrevistas realizadas em

diferentes períodos na mesma unidade produtiva. Essa funcionalidade, ilustrada na Figura 12, proporciona ao usuário uma abordagem visual e comparativa, facilitando a interpretação e o entendimento dos dados coletados.

Figura 12 - Demonstrativo de resultados em forma de gráfico de Barras, figura A seleção do entrevistado e escolha por tipo de análise (gráfico de radar, índices individuais, índices compostos ou índices socio econômico ambiental), figura B, média do índice socioeconômico, figura C média dos índices individuais e na figura D média dos índices compostos.



Fonte: O autor, 2023.

Como descrito na Figura 12, foram simuladas quatro pesquisas aleatoriamente somente para efeito de análise de resultados e verificar a performance do aplicativo, os resultados estão demonstrados em gráfico de barras e radar, o gráfico de barras é de fácil análise visual e compreensão, utilizou-se cores para melhor visualização interpretação dos resultados, os parâmetros utilizados são de 0 a 10, insustentável até sustentável. Assim, verde para analisar se a unidade está sustentável, amarela tendência a insustentabilidade e vermelho a unidades que estão insustentáveis, “O índice IDRS da propriedade rural tem uma nota entre 0 e 10, sendo que quanto maior, mais sustentável e para a avaliação individual de cada indicador, foi atribuído um escore que varia entre (-1 e 1)” (HEIN 2019, p. 177).

Observa-se que os resultados são análise para verificar se a unidade é sustentável ou não, pois, para uma unidade produtiva ser sustentável deve haver um

equilíbrio entre os aspectos da sustentabilidade Social, Econômico e Ambiental, na primeira figura apresenta a média da análise dos três aspectos das quatro simulações. Os demais gráficos de barra apresentados são das quatro simulações específicas dos aspectos Social, Econômico e Ambiental, com estes resultados em forma de gráficos o entrevistado (produtor) terá informações precisas para tomar as devidas providências e correções.

O que permite identificar os indicadores individual com as melhores e piores avaliações da unidade produtiva são a partir desse diagnóstico, atentando para o detalhamento da análise individual dos indicadores simples, o produtor sanar possíveis situações que estejam comprometendo a sustentabilidade da unidade (HEIN, 2019).

Ainda Hein (2019), explica a forma que são realizadas as comparações dos indicadores compostos, onde e os escores, onde, mediante a contribuição de pesos aos indicadores individuais e avaliação de seus escores, obtidos por meio do índice sintético IDRS, os indicadores compostos são avaliados em relação à sua pontuação máxima. Assim, o indicador composto resulta em uma pontuação na escala de 0 a 10, indicando a proximidade entre a situação atual e a pontuação máxima esperada conforme a metodologia. Dessa forma, quanto maior a avaliação do indicador composto, maior é a sustentabilidade alcançada.

Ao realizar a análise dos resultados no gráfico de radar, conforme ilustra a figura 13, onde só tem opção de análise de uma entrevista de cada vez, ele não contempla análise comparativo de várias entrevistas.

Durante a avaliação dos resultados por meio do gráfico de radar, como evidenciado na Figura 13, nota-se que a opção de análise está limitada a uma entrevista por vez. Esta particularidade significa que o gráfico de radar, embora ofereça uma representação visual detalhada, não possibilita a análise comparativa simultânea de várias entrevistas.

A restrição de analisar apenas uma entrevista de cada vez pode influenciar a capacidade de identificar padrões ou tendências que possam surgir ao comparar resultados entre diferentes entrevistas. Essa limitação enfatiza a importância de considerar cuidadosamente as necessidades analíticas específicas ao escolher esta abordagem gráfica, garantindo que atenda adequadamente aos objetivos de comparação entre múltiplas entrevistas ao longo do tempo.

Figura 13 - Gráfico de radar Comparativo entrevista de junho de 2021 e novembro de 2022, demonstra de resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia *MADERUS*, onde, 1,0 – Sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 – Insustentável.



Fonte: O autor, 2023.

Já os resultados apresentados no gráfico de radar é outro tipo de análise, são analisados por aspectos sociais, econômicos e ambientais, onde segue os parâmetros da metodologia *MADERUS*, onde, 1,0 – Sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 – Insustentável. Da mesma forma do gráfico de barras o gráfico de radar traz informações importantes, onde, o produtor (entrevistado) possa acompanhar e ficar alerta em relação a sustentabilidade da unidade.

Na análise comparativa do tempo dependido na melhoria do questionário, considerando a utilização do formulário impresso da abordagem metodológica *MADERUS* e a aplicação por meio do aplicativo (*App*), foram calculadas as médias correspondentes, conforme apresentado na Tabela 1. Os resultados destas avaliações fornecem dados sobre a eficiência temporal entre os dois métodos, evidenciando as nuances e particularidades associadas ao processo de coleta de dados em cada abordagem.

Tabela 1 - Comparativo de aplicação da metodologia MADERUS por meio de formulários impressos (Tempo para coleta e Tempo para Tabulação) e por meio da ferramenta digital “Calculadora de Sustentabilidade” (Tempo para coleta).

	<i>MADERUS</i> (Formulário Impresso)		<i>MADERUS</i> (Ferramenta Digital)
	Tempo para coleta	Tempo para Tabulação	Tempo para coleta*
	----- Minutos -----		
UPF 1	37,33	18,00	20,83
UPF 2	35,08	19,42	22,17
UPF 3	35,47	19,50	14,17
UPF 4	37,60	19,17	18,00
UPF 5	37,42	17,75	18,33
UPF 6	35,92	19,80	16,42
UPF 7	37,62	17,75	18,00
UPF 8	36,60	18,75	15,25
UPF 9	37,57	17,58	14,17
UPF 10	35,33	18,08	15,33
Média	36,65	18,65	17,21

\*O Tempo para Tabulação não é necessário utilizando a ferramenta digital.

Fonte: Os autores (2023).

De acordo com o estudo realizado, é possível verificar as médias em minutos dos resultados obtidos na aplicação do questionário na calculadora de sustentabilidade e no impresso. Foram utilizados dez questionários, onde se calculou as médias dos tempos para os mesmos serem aplicados e o tempo que se levou para tabular e se obter os resultados. A média de minutos na aplicação do questionário na calculadora de sustentabilidade foi de 17,21 minutos e no sistema tradicional foi de 36,65 minutos. Obteve-se um tempo médio de resposta na aplicação do questionário de 19,44 minutos a menos na calculadora de sustentabilidade, que em percentual significa 53% (cinquenta e três) minutos. Observa-se que o tempo médio para tabular o questionário da forma tradicional e obter as repostas foram de 18,65 minutos. Já na calculadora de sustentabilidade, a partir do momento que se acaba de preencher o questionário já se tem a resposta em tempo real.

Considerando que o questionário do aplicativo, o entrevistado e o entrevistador podem estar em qualquer local da unidade produtora (na lavoura, encima do trator ou em barracões), já o impresso ambos necessitam estar em um local (ambiente específico) onde o entrevistador necessita de apoio para preencher o questionário.

Na Figura 14 é apresentado um registro da visita de apresentação do *APP* à equipe da AFAPO.

Figura 14 – Visita a Associação de fomento a produção orgânica (AFAPO), com o Presidente, secretario e extensionistas, apresentando o aplicativo e realizando treinamento para utilização do *App*.



Fonte: O autor, 2023.

Durante a reunião na AFAPO, apresentou-se o *APP* pronto e disponível na plataforma do *Google Play Store*, sendo efetuado uma demonstração e treinamento básico de instalação da ferramenta digital.

#### 4.2. TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL APLICADAS NAS UNIDADES PRODUTIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR.

O desenvolvimento ou criação de novas ferramentas que possam contribuir para a gestão de unidades produtivas, especificamente as unidades da agricultura familiar, voltadas para tratar da sustentabilidade e auxiliar na busca por elevação de produtividade, redução do uso de recursos naturais e insumos agrícolas, além da manutenção das atividades no campo com melhoras na qualidade de vida podem ser aliadas nas atividades de Extensão Rural e no desenvolvimento da própria ATER-Digital.

O termo "ATER virtual" pode ser utilizado quando os extensionistas e agricultores interagem, independentemente de estarem no mesmo local físico ou

geográfico. Essa interação pode ocorrer por meio de diversas plataformas de comunicação, aplicativos e outras ferramentas online que possibilitam o envio, troca e compartilhamento de textos, imagens, áudios e vídeos relacionados às práticas de extensão rural (LOPES et al., 2022).

Hahn Grisa (2022), comenta que é notável que as inovações contribuíram para a modernização e disseminação tecnológica, geraram ganhos de produtividade na agricultura brasileira. O processo de mudança tecnológica é baseado em uma abordagem colaborativa entre técnicos e fabricantes, onde se considera a realidade local para identificar desafios, observar, analisar e selecionar as práticas que melhor se adequam às condições fornecidas e fornecem um desempenho otimizado. Esse método exige um fluxo eficiente de informações e uma reflexão contínua para auxiliar os produtores a escolherem suas próprias soluções.

Busca-se então a própria sustentabilidade da tecnologia. Assim, para ser sustentável, está também tem que estar presente e os produtores devem estar inseridos no universo digital (inclusão digital) para que assim possibilite uma aplicação assertiva ao utilizar estas ferramentas, realizar pesquisas, utilizar plataformas digitais para se manter informados, etc.

A criação do *APP* Calculadora de Sustentabilidade teve como objetivo principal realizar avaliação de Indicadores de Desenvolvimento Rural Sustentável, aplicável nas unidades de produção familiar do sudoeste do Paraná. Ao utilizar tal tecnologia espera-se que os produtores das unidades produtivas familiares consigam se familiarizar e acompanhar periodicamente as avaliações, em contato com os técnicos extensionistas.

Se as unidades sofrem alterações em determinados períodos em seus índices de sustentabilidade, que estes diagnósticos possibilitem avaliar a situação em tempo hábil e identificar as correções necessárias para que não impactos indesejados não atinjam seus custos de produção, produtividade e na sustentabilidade da unidade, e que possibilite a manutenção das atividades de maneira sustentável.

Considerando então o objeto de estudo e a validação da ferramenta digital, foram realizadas entrevistas (aplicação da metodologia (*MADERUS*) em 10 produtores rurais associados da AFAPO, em três momentos distintos. A primeira coleta de dados deu-se em junho de 2021, onde foi aplicado um questionário com 53 questões utilizando a metodologia *MADERUS* por meio do formulário impresso, com efetiva tabulação e análise de resultados. Utilizou-se planilha eletrônica para realizar

um comparativo e verificar se houve oscilação nos índices de sustentabilidade. Nova aplicação do questionário, aos mesmos 10 produtores com o *app*, ocorreu em novembro 2022, com um intervalo de 17 meses, o que seria tempo o suficiente para observar oscilação nos índices avaliados.

Da amostra dos 10 produtores optou-se por analisar a variação (oscilação) da sustentabilidade em 03 produtores, onde os quais houveram oscilação no período, será tratado para análise como unidade produtora 01, 02 e 03.

As características das unidades pesquisadas são diversas do ponto de vista de área explorada, os cultivares e a sustentabilidade da unidade, o que pode ser observado na descrição do Quadro 2.

Quadro 2 – Características das unidades produtoras e Classificação quanto a sustentabilidade.

<b>Unidade</b>	<b>Local</b>	<b>Área explorada</b>	<b>Produção</b>	<b>Média Sustentabilidade 2021/2022 (Índice Geral)</b>
01	Realeza	63,0 ha	Mandioca 60% Soja 17% Milho 17% Trigo 16%	Tendendo para Sustentabilidade
02	Planalto	15,0 ha	Mandioca 90% Leite 10%	Tendendo para Sustentabilidade
03	Planalto	10,0 ha	Mandioca 80% Leite 20%	Tendendo para Sustentabilidade
05	Santa Izabel do Oeste	8,0 ha	Mandioca 70% Milho 30%	Tendendo para Sustentabilidade
06	Planalto	17,0 ha	Mandioca 100%	Tendendo para Sustentabilidade
07	Realeza	24,2 ha	Mandioca 100%	Tendendo para Sustentabilidade
08	Pranchita	50,0 ha	Soja 50% Trigo 40%	Tendendo para Sustentabilidade
09	Capanema	17,0 ha	Mandioca 70% Cana 30%	Tendendo para Sustentabilidade
10	Planalto	15,0 ha	Agricultura 90% Pecuária 10%	Tendendo para Sustentabilidade

Fonte: O autor, 2023.

Para que se possa ter a visão holística das unidades estudadas o Quadro 2 define as características, bem como classificação de sustentabilidade das unidades produtoras, demonstra também que todas as unidades produtoras tanto em 2021, quanto 2022, ou seja, no período dos 17 meses permaneceram acima de 0,5 conforme quadro 05, os que oscilam entre (1) e (-1), onde segue os parâmetros da metodologia MADERUS, onde, 1,0 – sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 –

Transição, -0,5 – Tendendo para a insustentabilidade, -1,0 – insustentável (HEIN 2019).

#### 4.2.1. Unidade produtiva 01

O comparativo da unidade produtiva 01, traz os resultados, com a média de sustentabilidade e os índices sócios econômicos, referente ao período de 17 meses das pesquisas de 2021 a 2022, conforme Figura 15.

Figura 15 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 01 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis social, econômica e ambiental.

#### Índices Socioeconômicos Ambientais de Desenvolvimento Rural Sustentável

**Metodologia:** Maderus

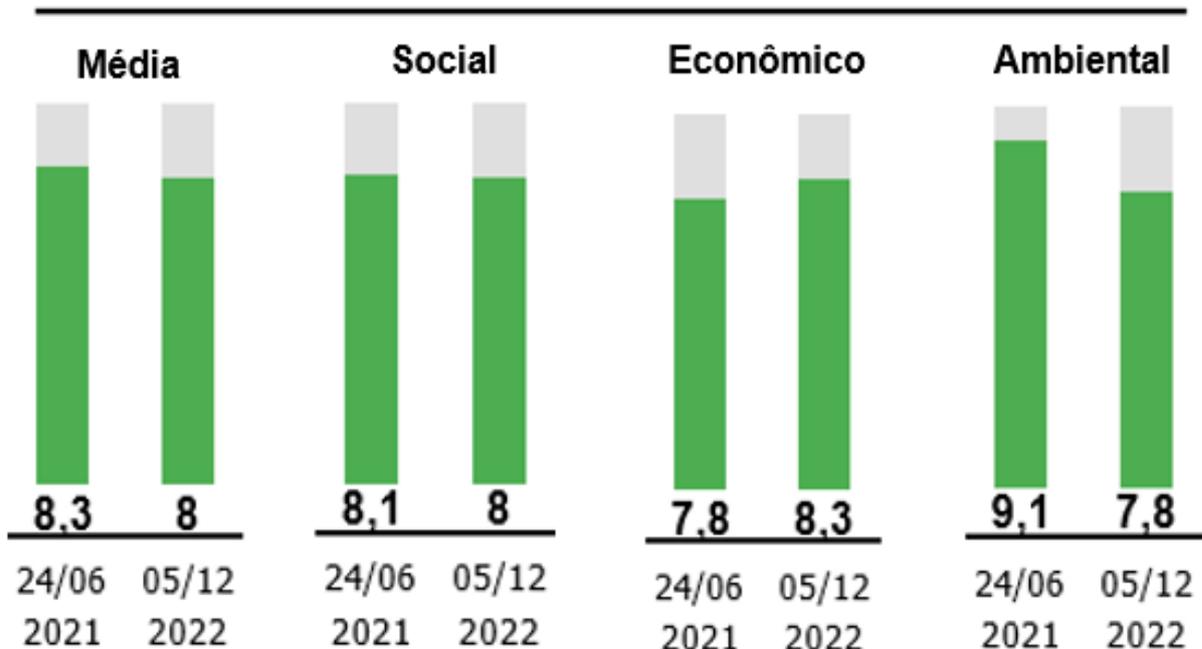
**Data:** 24/11/2022

**Profissional:** Luiz Alves Feitosa Filho

**Formação:** Doutorando

**Entrevistado:** Unidade produtiva 01

**Local:** Realeza - PR



Fonte: O autor, 2023.

Na Figura 15, observa-se o comparativo dos Índices Socioeconômicos Ambientais de Desenvolvimento Rural Sustentável, a entrevista realizada em junho

de 2021 em relação a realizada em novembro de 2022, um intervalo de 17 meses, este que haveria tempo suficiente para a evolução ou não da sustentabilidade da unidade produtora 01. A média dos índices separadamente, o social, econômico e o ambiental, onde ocorre a clareza visual para a análise comparativa da evolução ou não da sustentabilidade.

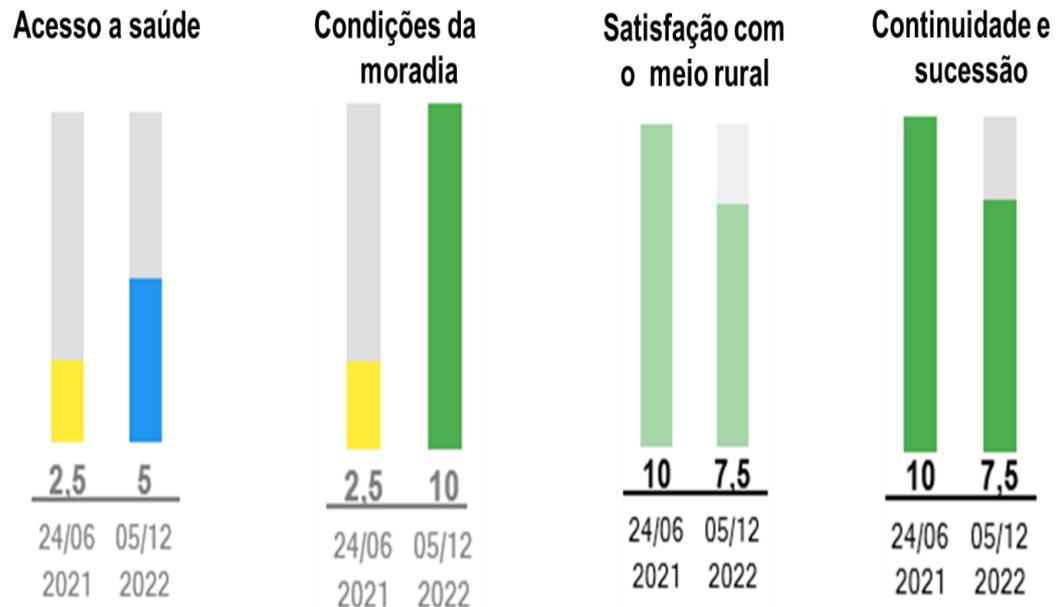
Na média observa-se pouca alteração na sustentabilidade da unidade, de 8,3 resultado na entrevista de 2021 para 8,0 em 2022, no aspecto social manteve-se de 8,1 em 2021 e 8,0 em 2022, no aspecto econômico houve alteração significativa de melhoria onde em 2021, índice apresentado na época 7,8 e passou para 8,3 em 2022, representando 0,50, ou seja, meio ponto de acréscimo no período, já no aspecto ambiental observa-se que houve um decréscimo em 2021 foi de 9,1 e em 2022 baixou para 7,8, uma redução de 1,3, pode-se dizer que a unidade sofreu oscilações em alguns aspectos, porém, continua dentro do padrão estabelecido pela metodologia *MADERUS*, como sustentável, pois se encontra com média com 8,0.

Xavier (2021), comenta que ao calcular o Índice de Desenvolvimento Rural Sustentável (IDRS) de uma propriedade rural, é possível multiplicar a pontuação de cada indicador pelo peso correspondente para compor o índice. O IDRS da propriedade rural é avaliado em uma escala de 0 a 10, onde valores mais altos indicam um nível maior de sustentabilidade. Para cada indicador individual, é atribuída uma pontuação que varia entre -1 e 1 para fins de avaliação.

Ainda esclarece que “tal escala foi utilizada para facilitar a comparação entre os indicadores, no entanto para a apuração do índice sintético, faz-se necessário uma conversão para que a nota final fique na faixa prevista, que vai de 0 a 10” (XAVIER, 2021, p. 63).

Foram verificados os resultados que tiveram maiores oscilações dos índices de sustentabilidade da unidade produtora, conforme Figura 16.

Figura 16 - Comparativo acesso a saúde, condições da moradia, satisfação com meio rural e Continuidade e sucessão.



Fonte: O autor, 2023.

Por meio dos resultados descritos na Figura 16, observa-se variação do índice acesso a saúde de 2,5 para 5,0, onde, demonstra que o entrevistado se investiu em qualidade de vida, assim como na condição da moradia, que passou de 2,5 para 10,0, com melhora significativa, já que o entrevistado construiu uma nova moradia na propriedade para elevar o conforto da família. Para Hein (2019, p. 89) “moradia pode ser definida como lugar onde se mora ou habita, ou seja, é a designação comum de habitação, morada, casa. Entretanto, nem todo local de moradia possui as condições adequadas”

Hahn Grisa (2022), comenta que apesar das restrições de produção e escassez de recursos enfrentadas pelos familiares dos agricultores, houve uma mudança significativa na realidade e nas condições de moradia no campo ao longo da última década. Atualmente, diversos recursos que antes eram exclusivos do meio urbano estão disponíveis nas áreas rurais. A maioria das habitações das propriedades possui acesso à energia elétrica, internet, telefone móvel, além de equipamentos como ar-condicionado, geladeiras e máquinas de lavar, entre outros bens eletroeletrônicos. Essas melhorias contribuíram para o aprimoramento da qualidade de vida das famílias agrícolas.

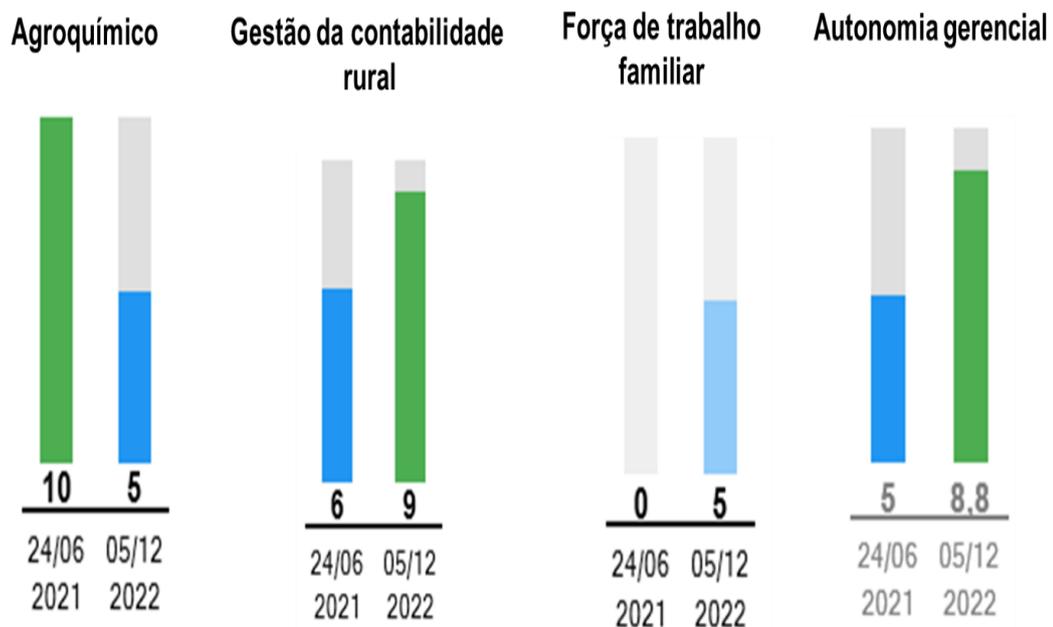
Em relação a satisfação com o meio rural, onde apresentava-se nota 10,0 observou-se redução para 7,5. De acordo com a descrição do entrevistado, foi um ano

com incidência de crise hídrica e produtores na região ficaram desmotivados com o meio rural. Fato também relata-se com a expectativa de continuidade no campo e sucessão, descrevendo que a filha, que inicialmente tinha intenção de permanecer na propriedade, mudou-se para o meio urbano e não mais demonstra intenção de voltar no meio rural.

Para Hahn Grisa (2019), frisa que, a sensação de satisfação pessoal em relação a um determinado contexto, situação ou estilo de vida é altamente subjetiva. Normalmente, durante períodos de degustação e sucesso, como colheitas abundantes, é mais provável que haja um maior nível de satisfação. Em contraste, em tempos de crises, problemas de saúde ou decepções nas safras, a satisfação tende a diminuir. A satisfação é um sentimento que pode mudar rapidamente, mas tem motivação significativa no planejamento

No decorrer do comparativo e análise verifica-se que houve melhoras do quesito sustentabilidade em algumas variáveis, conforme pode-se averiguar na Figura 17.

Figura 17 - Comparativo agroquímico, gestão da contabilidade rural, força de trabalho familiar e autonomia gerencial.



Fonte: O autor, 2023.

O índice “Agroquímico” surge com o resultado de junho de 2021 com o índice 10,0 e já em dezembro 2022 redução para 5,0. Esta resposta dá-se pelo fato que em 2021 o produtor não utilizava agrotóxicos e passou utilizar agrotóxicos controlados por orientação da assistência técnica em 2022, um dos fatores que influenciou no aspecto ambiental ter tido decréscimo.

Para Krama (2009) a análise da dimensão ambiental dos indicadores aborda questões relacionadas ao uso dos recursos naturais e à degradação do meio ambiente, tendo como foco principal os objetivos de preservação e conservação. Esses objetivos são essenciais para garantir o benefício das gerações futuras

Observa-se que, na gestão da contabilidade rural que em 2021 apresentava 6,0 e em 2022 passou para 9,0, onde o gestor da unidade não se preocupava em fazer uma gestão administrativa da unidade de forma organizada, na época só guardava as notas fiscais para efeito do imposto de renda e em 2022 ele faz todo o processo gerencial utilizando os recursos e ferramentas disponíveis (planilha eletrônica).

Xavier (2021) comenta o objetivo da variável gestão rural, sendo uma forma variável de analisar o comportamento do gestor da propriedade rural em relação ao processamento de notas e comprovantes de gastos, à prática de controles financeiros, mesmo que manuais, dos gastos relacionados à produção e pessoais, e ao planejamento das atividades produtivas.

Tanto que no gráfico de autonomia gerencial em 2021, o índice era de 5,0 e em 2022 passou para 8,8, demonstra que o gestor administra a unidade como uma empresa, antes tomava as decisões sozinho e passou tomar as decisões envolvendo a família.

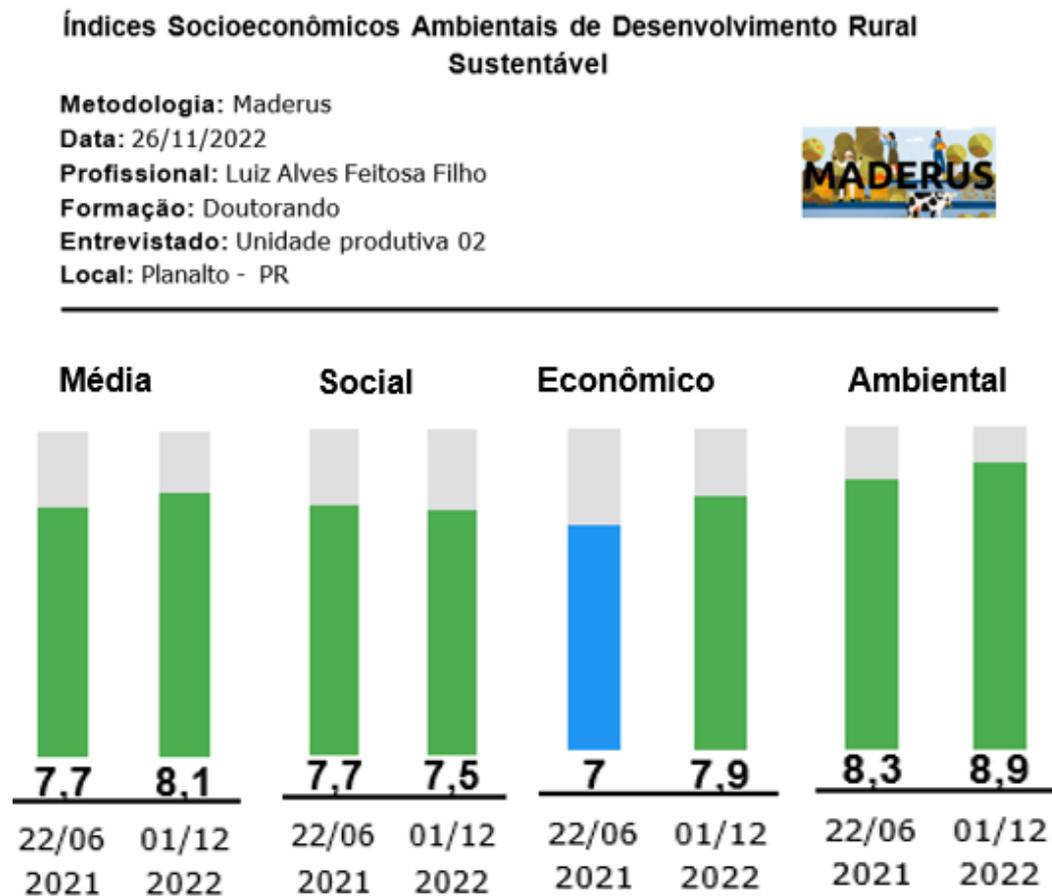
Força de trabalho familiar em 2021 era insuficiente, já em 2022 a mão de obra familiar se tornou estável com contratação de mão de obra temporária, sem necessidade de diminuir a área cultivada

Para Xavier (2021), tem que verificar se a mão de obra da família é adequada para sustentar as atividades em andamento. Além disso, avaliar se é possível expandir as atividades ou se a mão de obra atual é insuficiente, o que pode exigir a redução das atividades ou a contratação de funcionários

Para visualizar os resultados do comparativo de maneira mais ampla, o gráfico de radar possibilita uma análise do contexto geral, conforme observa-se na Figura 18.



Figura 19 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 02 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis sociais, econômica e ambiental.



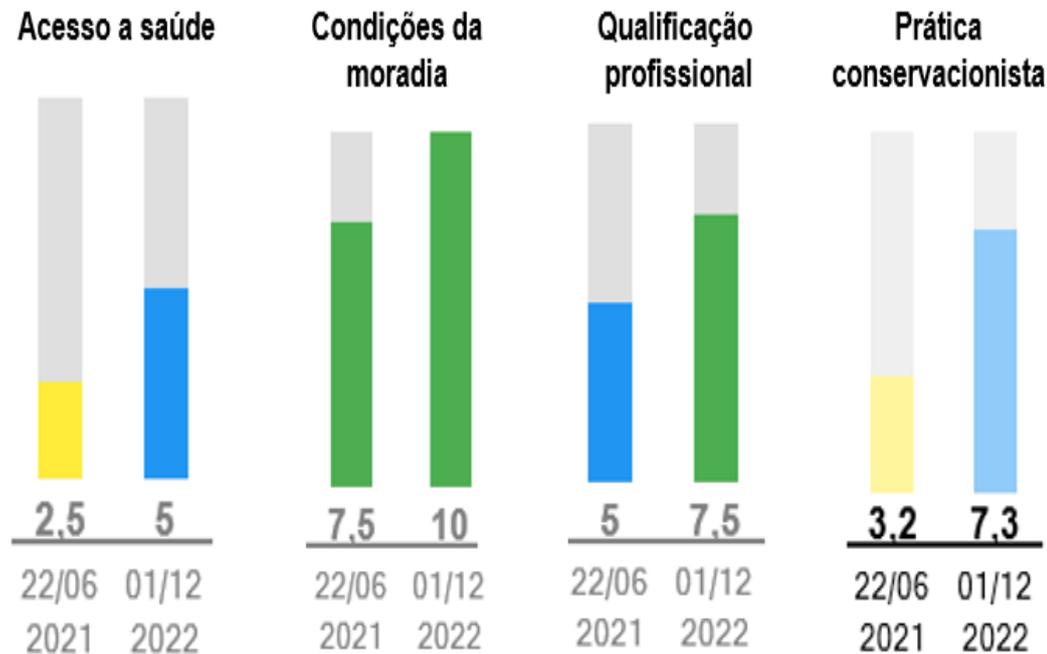
Fonte: O autor, 2023.

Observa-se que na primeira entrevista em 2021, a média era de 7,7 e em 2022 houve melhora na média e os índices que influenciaram foram os econômicos e os ambientais, o índice social ou um decréscimo, porém não impactou de forma negativa. Krama (2009, p. 66) comenta que “a dimensão social dos indicadores corresponde aos objetivos ligados à satisfação das necessidades humanas, melhoria da qualidade de vida e justiça social “

Já Ribeiro (2015) destaca que apenas o crédito e a fome não são o bastante para garantir a qualidade de vida das famílias. Para estabelecer um projeto de desenvolvimento sustentável, é essencial considerar a dimensão social, uma vez que nela se encontram as aspirações que garantem o bem-estar das famílias, tais como moradia, saúde, educação, segurança e outros direitos comunitários dos cidadãos

Mesmo com a unidade apresentando tendência para sustentabilidade, os índices apresentaram poucas oscilações, onde não influenciaram na média, como demonstrado na Figura 20.

Figura 20 - Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 02 foram: saúde, condições da moradia, Qualidade profissional e pratica conservacionista.



Fonte: O autor, 2023.

Fica evidente a oscilação das variáveis na unidade produtiva 02, destacando-se o acesso à saúde que teve incremento de 2,5 para 5,0, com acréscimo de 2 vezes período. Identificou-se pela entrevista que em 2021 houve necessidade de algum membro da família precisar se afastar das atividades por problemas de saúde e após 17 meses não foi relatado tal esta necessidade. Outro motivo deve-se ao fato que em 2021 as consultas médicas eram realizadas apenas em caso de emergência, e em 2022, ocorriam em caso ocasionais. Assim, estas variáveis fizeram com que houvesse a oscilação positiva, vale lembrar que o contexto se relaciona com produção agrícola e que existem fatores que podem influenciar na saúde do trabalhador rural.

Hein (2019), coloca que a saúde dos trabalhadores é influenciada por diversos fatores, como aspectos sociais, raciais, de gênero, biológicos e organizacionais associados ao perfil de produção e consumo. Além disso, existem riscos físicos,

químicos, biológicos, mecânicos e ergonômicos presentes nos processos de trabalho específicos que podem afetar a saúde dos trabalhadores.

Tratando-se de produtores rurais que vivem no campo, quando há necessidade de assistência médica essas geralmente dependem de grandes deslocamentos, já que a residência é distante dos pontos de atendimento e a maioria das famílias depende do Sistema Único de Saúde (SUS).

Hahn Grisa (2022), destaca que no meio rural, a situação da saúde é crítica, pois a maioria das pessoas depende exclusivamente do Sistema Único de Saúde (SUS) e enfrenta dificuldades para realizar exames de rotina. Geralmente, elas procuram atendimento médico apenas em casos graves, devido à falta de tempo e a morosidade do sistema no atendimento, e não existe condições financeira de participar de planos de saúde privados.

A variável de condições de moradia nota-se que houve melhoras, onde, em 2021 era de 7,5, passou para 10 em 2022, na pesquisa de 2021 as condições de moradia precisavam de algumas reformas e 2022 totalmente adequada. Para Feitosa Filho (2018, p. 34) entende-se por moradia adequada onde, “a infraestrutura habitacional está estruturada de forma a permitir um bem-estar e um conforto adequado das pessoas que ali residem, em relação ao tamanho, à eletricidade, à água potável, aos banheiros, aos eletrodomésticos”, já para Xavier (2021), em uma pesquisa o questionamento sobre moradia refere-se a uma avaliação participativa em que o próprio agricultor realiza uma autoavaliação. Um exemplo de necessidades de ajustes seria a melhoria da acessibilidade em casas, que pode envolver a remoção de passos e recomendações nos banheiros, juntamente com outras melhorias.

Na variável qualificação profissional nota-se que na pesquisa de 2021 o resultado era de 5,0 e em 2022 passou para 7,5, atribui-se a melhora por conta que em 2021 faziam capacitação ou treinamentos ocasionais e 2022 passaram a fazer periodicamente, provavelmente houve conscientização por parte dos produtores da importância de estar sempre se atualizando, porém, Xavier (2021, p.54) coloca que, “Há o caso de agricultores que não fazem capacitações e treinamentos, mas são autodidatas e possuem conhecimento empírico sobre as atividades que desenvolvem”.

Em relação às práticas conservacionistas, quais práticas adota e em que medida, houve diferença entre a entrevista de 2021 para 2022, onde em 2022 existe

um maior controle em relação ao aspecto de práticas conservacionistas, como se observa no Quadro 3.

Quadro 3 - Práticas conservacionistas nas entrevistas de 2021 e 2022

Com relação às práticas conservacionistas quais práticas adota e em que medida! (Lançar de -1 a +1)	Nota atribuída 2021	Nota atribuída 2022
Presença e conservação de terraços	- 0,8	0,5
Plantio direto na palha	- 0,8	0,5
Não revolvimento do solo	- 0,7	-
Plantio em nível	- 0,8	0,9
Rotação de Culturas (avaliar o período de 3 anos)	- 0,8	1,0
Adubação verde	- 0,9	0,4
Uso de esterco na lavoura	1,0	0,4
Manejo da fertilidade / Balanço de nutrientes (análise de solos)	1,0	0,0

Fonte: O autor, 2023.

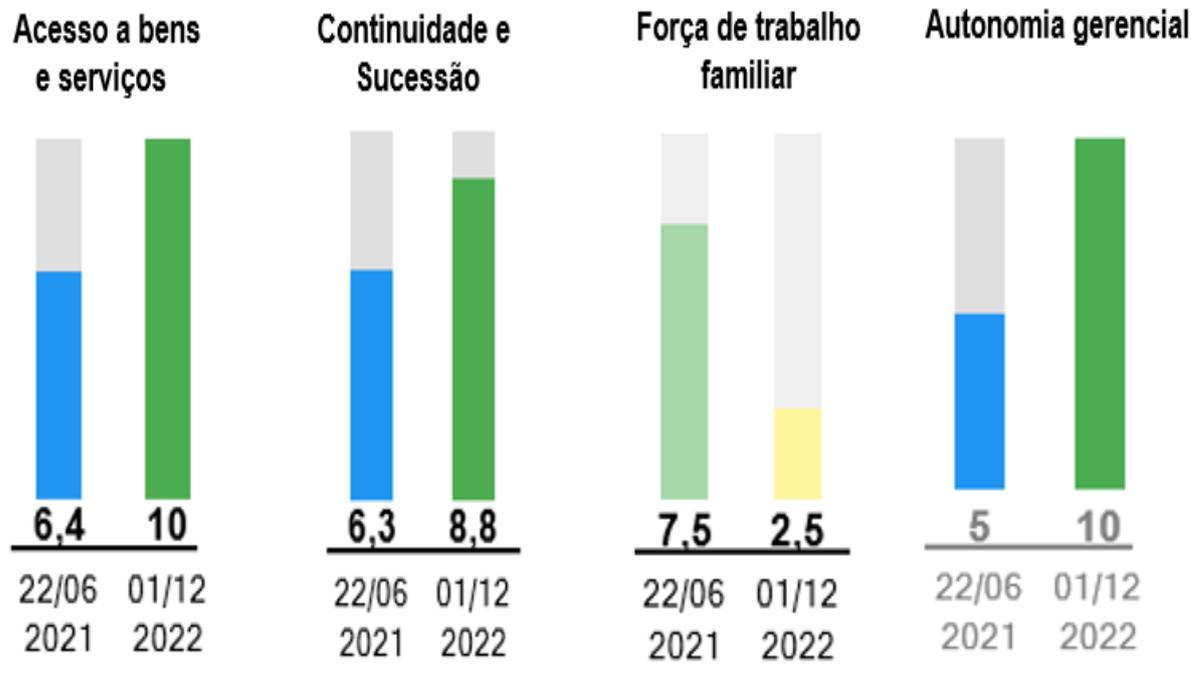
Em relação as práticas conservacionistas da unidade produtora, houve uma melhora significativa saiu de 3,2 de 2021 para 7,3 em 2022, observa-se no quadro 05 como foram distribuídas as notas da variável e estão tecnicamente melhor distribuídas na entrevista de 2022, onde influenciou na melhora dos resultados.

Práticas conservacionistas são aquelas que, com modificações no sistema de cultivo, além de controlar a erosão, contribuem para manter ou até mesmo aumentar a fertilidade do solo. Práticas vegetativas: são aquelas que utilizam a vegetação para a proteção do solo contra os efeitos da erosão

Xavier (2021) questiona quais práticas conservacionistas são incorporadas na propriedade. Essa abordagem é mais comumente aplicada à lavoura, embora não seja adotada em todas as atividades rurais. Por meio da análise de imagens de satélite, é possível observar as práticas de terraço e plantio em nível, o que permite identificar possíveis problemas e a necessidade de remover algum terraço

Em outros aspectos de sustentabilidade da unidade 02, observa-se que houve uma melhora do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, conforme apresenta-se na Figura 21.

Figura 21 – Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 02 foram: acesso a bens serviços, acesso a saúde, força de trabalho familiar e autonomia gerencial.



Fonte: O autor, 2023.

Na Figura 21, demonstra as variáveis, acesso a bens e serviços, continuidade e sucessão, força de trabalho familiar e autonomia gerencial. No variável acesso a bens e serviços, percebe-se que em 2021 estava com 6,4 e passou para 10 em 2022, neste período de 17 meses, fez algumas aquisições de bens e começou a participar de palestras e eventos, conforme o quadro 7 abaixo.

Hein (2019), explica que o acesso a bens de consumo duráveis e serviços é uma variável da metodologia proposta. Essa verificação é realizada com base em uma lista predefinida, que inclui itens como telefone fixo ou móvel, internet, ar condicionado, TV, máquina de lavar roupas, veículo de passeio ou motocicleta, geladeira e microcomputador. O objetivo é avaliar se a família possui acesso a esses itens.

Vale lembrar que conforme é colocado o sim ou o não existem cálculos, que farão indicar se a unidade está sustentável, com tendência a sustentabilidade, para insustentabilidade ou insustentável. O índice varia entre (1,0) e (-1,0) proporcionalmente aos itens a que a família tem acesso (HEIN 2019).

Em relação aos bens duráveis que a unidade possui dentro da moradia, observa-se no Quadro 4, a mesma tem acesso a todas as comodidades.

Quadro 4– Comparativo dos Itens que o produtor possui ou tem acesso em sua moradia e se houve aquisição de bens no período do estudo entre 2021 e 2022.

Bens	2021	2022
Telefonia Fixa ou Móvel	1-Sim	1-Sim
Internet	1-Sim	1-Sim
Ar condicionado	2-Não	1-Sim
Televisor	1-Sim	1-Sim
Máquina de lavar roupas	1-Sim	1-Sim
Veículo de passeio ou Motocicleta	1-Sim	1-Sim
Geladeira	1-Sim	1-Sim
Microcomputador	2-Não	1-Sim
TV por assinatura	2-Não	1-Sim
Participa de palestras ou eventos de formação pessoal	2-Não	1-Sim
Realiza anualmente viagens e passeios	2-Não	2-Não

Fonte: O autor, 2023.

Hahn Grisa (2022), comenta que apesar dos desafios enfrentados pelos agricultores devido à baixa produção e escassez de recursos, houve uma mudança significativa na realidade e nas condições de vida no campo ao longo da última década. Atualmente, muitos recursos que antes eram exclusivos das áreas urbanas estão disponíveis no campo. A maioria das residências nas propriedades rurais possui acesso à energia elétrica, internet, telefone móvel e conta com eletrodomésticos como ar-condicionado, geladeira e máquina de lavar. Esses avanços contribuíram para melhorar a qualidade de vida das famílias.

Em relação continuidade na atividade e sucessão, na entrevista de 2021 teve o índice de 6,3 não tinha interesse de deixar a atividade e herdeiros sem interesse em continuar com a atividade, já em na entrevista de 2022 o índice 8,8 de, possivelmente haverá algum herdeiro para assumir as atividades e não tem interesse de deixar a atividade, houve um acréscimo na variável. Para Xavier (2021, p. 45) “esta variável analisa a intenção do produtor na continuidade das atividades e na permanência na agricultura, bem como a existência e o interesse de herdeiros em continuar na condição de agricultor”.

Feitosa Filho (2018), em uma pesquisa com produtores rurais familiares no sudoeste do Paraná, apresentou que os percentuais de filhos interessados na sucessão em relação ao total de filhos(as) nas UPF são de 68,03%. Nesse sentido, verifica-se que a maior parte dos filhos tem interesse em permanecer nas UPF,

embora o percentual dos que não desejam mostra-se ainda elevado com mais de 30%. Ainda comenta que, “o fluxo de pessoas do meio rural em direção aos centros urbanos continua elevado e neste caso é importante que se busque conhecer as causas deste processo migratório, para estabelecer políticas públicas que tornem adequadas a este fenômeno” (FEITOSA FILHO, 2018, p. 38)

A força do trabalho familiar em 2021 apresentava 7,5, mantendo as atividades da unidade como sustentável dentro da escala da metodologia *MADERUS*, já em 2022 observou-se um decréscimo de 5,0 pontos, indo para 2,5 e passando para estável, com perspectiva de diminuição no médio prazo (5 anos). Assim, a variável com tendência para insustentabilidade, variável apresentando-se com índices baixos por conta da falta de mão de obra no meio rural e pelo êxodo rural, com jovens desistindo do meio rural e migrando para as áreas urbanas em busca de novas oportunidades.

Hein (2019) explica que, a análise, avalia se a mão de obra familiar tem sido adequada para as atividades em andamento e se há capacidade de expansão das mesmas. Caso a mão de obra seja insuficiente, é necessário considerar a redução das atividades ou a contratação de funcionários. Foi estabelecida uma escala para medir o índice correspondente a essa avaliação.

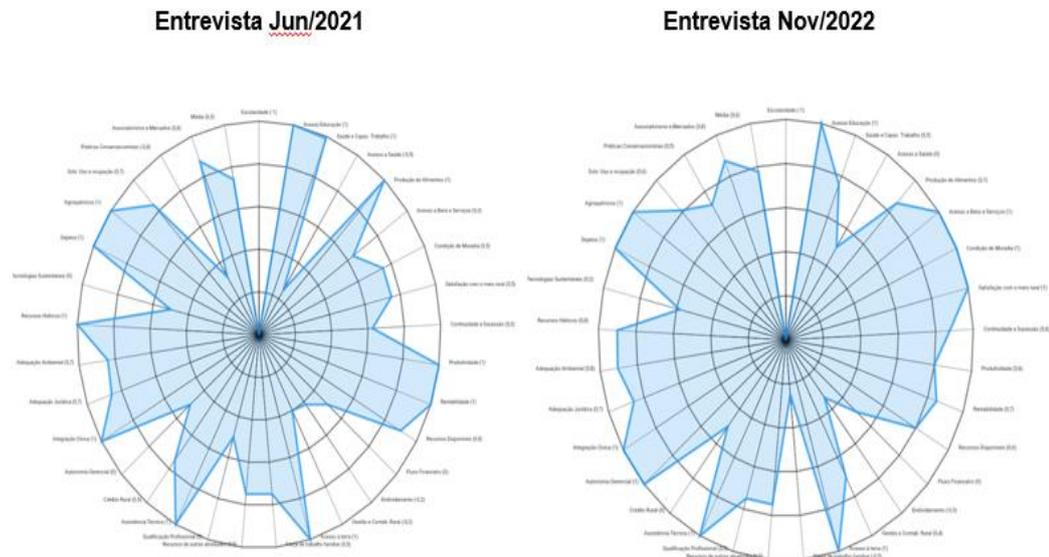
Na autonomia gerencial, o índice aponta na entrevista de 2021 a variável com o índice 5,0 e tendência a sustentabilidade, especialmente onde o gestor tem poder de decisão e toma as decisões sozinho. Em 2022 conseguiu avançar para o valor 10,0 com a unidade sustentável, já o gestor demonstrou alternar a decisão para a família e com maior participação de todos membros envolvidos nas atividades rurais.

Xavier (2021, p. 53), comenta que esta variável é importante para as tomadas de decisões, pois, “objetivo desta variável é o de avaliar a condição do agricultor familiar de poder decidir o que produzir, como produzir, quais atividades realizar em sua propriedade”.

Já para Daniel (2022), a autonomia gerencial é uma avaliação da capacidade do agricultor familiar de tomar decisões relacionadas à produção, escolher as atividades a serem realizadas em sua propriedade e determinar a forma como deseja produzir. Nessa avaliação, é observado que os agricultores têm total poder de decisão, sendo que essas decisões são frequentemente tomadas em conjunto com a família.

Como a unidade 02 se apresenta com tendência sustentável para sustentável durante o período dos 17 meses, na Figura 22 o gráfico de radar sintetiza os índices onde observa-se que houve oscilação individuais dos índices de sustentabilidade.

Figura 22– Gráfico de radar traz o comparativo das entrevistas de junho de 2021 e novembro de 2022 da unidade 01, demonstra os resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia *MADERUS*, onde, 1,0 – Sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 –Insustentável.



Fonte: O autor, 2023.

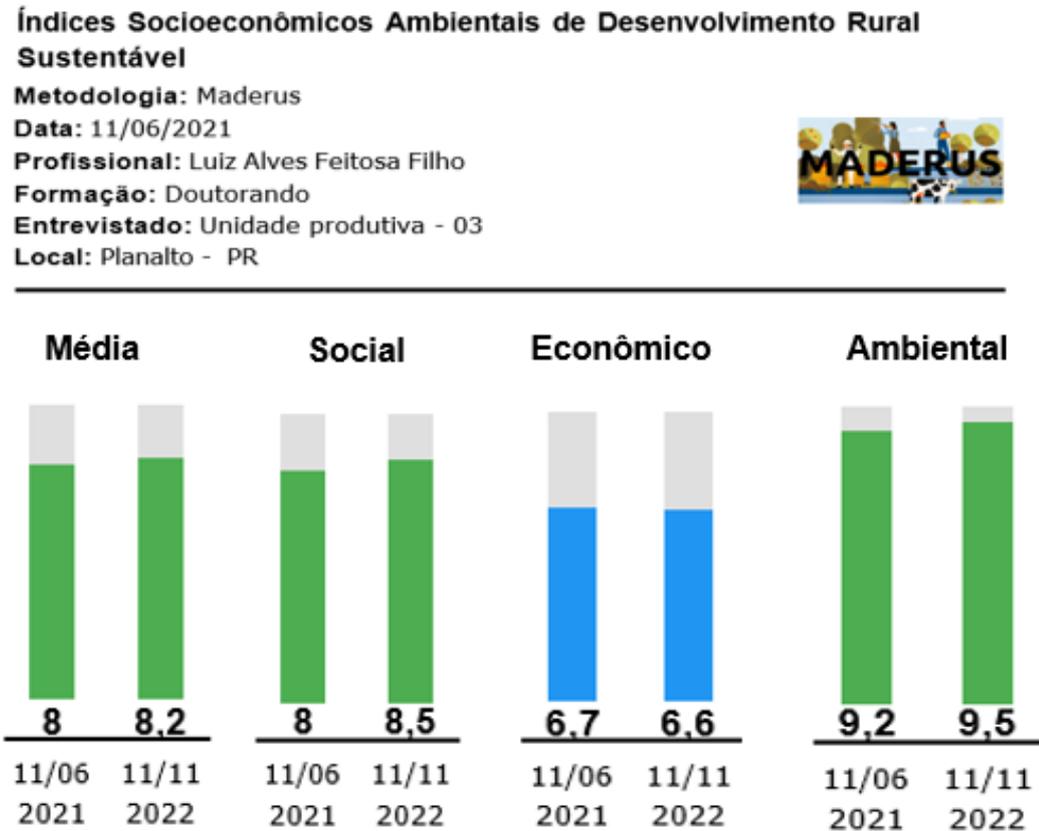
Destaca-se na Figura 22 o gráfico de radar onde visualizam-se as alterações nos índices entre 2021 para 2022. A variável que não apresentou alteração no período foi a escolaridade. Já as demais oscilaram tanto para sustentável, tendência a sustentabilidade, para insustentabilidade ou insustentável.

Observa-se que na entrevista de junho 2021 o índice acesso a bem e serviços, condições de moradia e satisfação com o meio rural encontrava-se acima de 0,5 tendência a sustentabilidade e já na próxima entrevista de novembro de 2022, os mesmos índices se apresentavam com 1 sustentável, demonstrando que o produtor, fez as correções cabíveis para que sua unidade consiga permanecer sustentável.

#### 4.2.3. Unidade produtiva 03

Na unidade produtiva 03, é uma unidade que se apresenta sustentável em todos os aspectos, mostrando média acima de 8,0, como observa-se na Figura 23.

Figura 23 - Comparativo da entrevista da unidade produtiva 03 do ano de 2021 em relação ao ano de 2022, onde observa-se a média da sustentabilidade da unidade e os resultados das variáveis social, econômica e ambiental.



Fonte: O autor, 2023.

Na unidade produtiva 03, observa-se que na média a unidade se manteve com tendência a sustentável e que, durante o período de 17 meses, manteve-se na média de 8,0 da escala, havendo pouca oscilação nas variáveis da sustentabilidade, no aspecto social na entrevista de 2021 apresentou um nível de 8,0 de sustentabilidade e já em 2022 apenas oscilou 0,5 para melhor. Freitag (2020, p. 34) comenta que “a partir da dimensão social, busca-se maior equidade intra e intergeracional, promover uma distribuição mais equitativa, tanto dos custos quanto da produção entre os beneficiários da geração presente e futuro”.

Xavier (2021), afirma que dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, a dimensão social é considerada uma das áreas de importância. Isso significa que, na prática, o crescimento econômico não deve ocorrer às custas da degradação ambiental. É necessário adotar políticas que promovam tanto o bem-estar social quanto a preservação ambiental, visando criar uma sociedade satisfeita e equilibrada.

No aspecto econômico não houve melhoras no período, mantendo-se em 6,7, que se analisa como um aspecto preocupante, pois demonstra movimentação de recursos disponíveis, captação de recursos, comercialização e custo de produção, ou seja, a saúde financeira da unidade. Assim, não havendo melhoras e dentro da escala da metodologia isto tende para a Sustentabilidade, abaixo de 6,0, classificando-se como em transição para sustentabilidade, segundo (HEIN 2019).

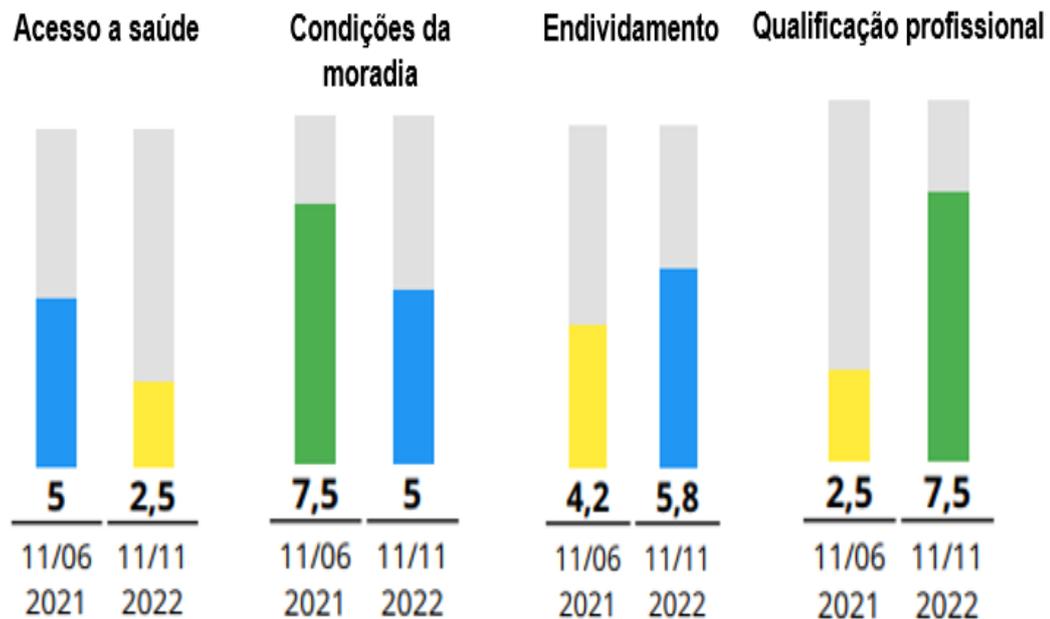
Freitag (2020), comenta que embora seja importante buscar um equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade, é comum que a abordagem econômica receba maior destaque nas estimativas dos agroecossistemas. Isso ocorre possivelmente devido ao fato de que essa abordagem reflete o retorno financeiro e econômico, o qual tem um impacto direto na subsistência do grupo familiar.

No aspecto ambiental permaneceu sustentável, já que em 2021 pontuava com 9,2, e em 2022 manteve-se com índice 9,0. Também não houve oscilação em relação as variáveis que influenciam no aspecto ambiental no período do estudo. O aspecto ambiental manteve-se sustentável, por conta que, as unidades estudadas são familiares de produção orgânicas e as certificadoras exigem que as unidades se mantenham ambientalmente corretas, onde Freitag (2020) comenta que, considerando que a agricultura envolve a substituição de vegetação naturalmente adaptada por cultivos que requerem intervenção para controlar a sucessão natural, é uma atividade que busca alcançar benefícios econômicos, apesar dos impactos ambientais que pode gerar.

Feitosa Filho (2018), afirma que o desenvolvimento do processo de industrialização, juntamente com os avanços tecnológicos e científicos, ocorreu em transformações que visavam principalmente a capturas de capitais, sem considerar os efeitos negativos que essas dinâmicas poderiam causar em termos de desenvolvimento sustentável para a sociedade civil.

Os resultados da unidade apontam para sustentabilidade no período da pesquisa. Tal fato não quer exime alguns índices de oscilar e influenciar diretamente a média geral. Como percebe-se na Figura 24, ocorreu oscilação em índices, para cima ou abaixo, contudo, manteve na média geral de sustentabilidade da unidade.

Figura 24 - Comparativo das variáveis e as oscilações dos índices de sustentabilidade no período do estudo entre 2021 e 2022, os que tiveram oscilações com maior relevância da unidade 03 foram: acesso a saúde, condições da moradia, endividamento e qualificação profissional.



Fonte: O autor, 2023.

Os resultados demonstram a variação dos índices acesso a saúde, condições da moradia, endividamento e qualificação profissional no período de 2021 e 2022. No acesso à saúde observa-se oscilação de 2,5 para baixo e entrou em tendência a insustentabilidade. A entrevista apontou como causa da redução o afastamento de atividades de trabalho por problemas de saúde.

No decorrer das entrevistas observou-se que nas unidades pesquisadas a maioria das pessoas fixadas nas unidades são acima de 55 anos, isso faz com que haja um índice maior de doenças, não só pela idade e sim pelo os esforços físicos e utilização de agrotóxicos durante uma vida toda e agora na velhice começa apresentar os sintomas.

O índice Condições de moradia apresentou decréscimo no período de 2,5, esta variação deu-se por conta que, em 2021, estava precisando de algumas reformas e ampliações e em 2022 houve necessidade de adequações, reformas e ampliações, apontando-se que no período não houve investimento ou melhoria nas condições da moradia.

Tal variável apresenta a opinião dos produtores pesquisados em relação ao estado que se encontra a moradia, se está totalmente adequada até a mesma necessidade de reformas urgentes. Xavier (2021), comenta que as condições de

moradia participativa são realizadas pelo próprio agricultor, permitindo uma autoavaliação. Exemplos de necessidades de adaptação incluem melhorias de acessibilidade em residências, como a remoção de degraus e aprimoramentos em banheiros, entre outras melhorias.

No endividamento em 2021, o resultado da entrevista apontou o valor de 4,2 ou seja, entrando na insustentabilidade, já que naquele momento utilizava-se de valores entre 20 e 30% (Receitas) – (Custos Diretos), e já em 2022 o entrevistado apontou redução seu custo de produção passando a utilizar entre 10 e 20% das (Receitas) – (Custos Diretos), impactando em um acréscimo na sustentabilidade de 1,6, indo para 5,8 com tendência a sustentabilidade. Hein (2019, p. 157), diz que, “além do percentual de endividamento, outra informação importante para avaliaresta variável consiste em verificar se houve necessidade de se desfazer de bens para honrar os compromissos e quitar dívidas”.

Já na qualificação profissional, observa-se quem em 2021, a qualificação profissional apresentou um resultado de tendência para a insustentabilidade com o valor de 2,5, onde ele fazia capacitações ou treinamentos ocasionais, em 2022 houve um acréscimo de sustentabilidade de 5,0 que passou para o valor de 7,5, onde demonstra que o gestor passou a participar de treinamentos periodicamente.

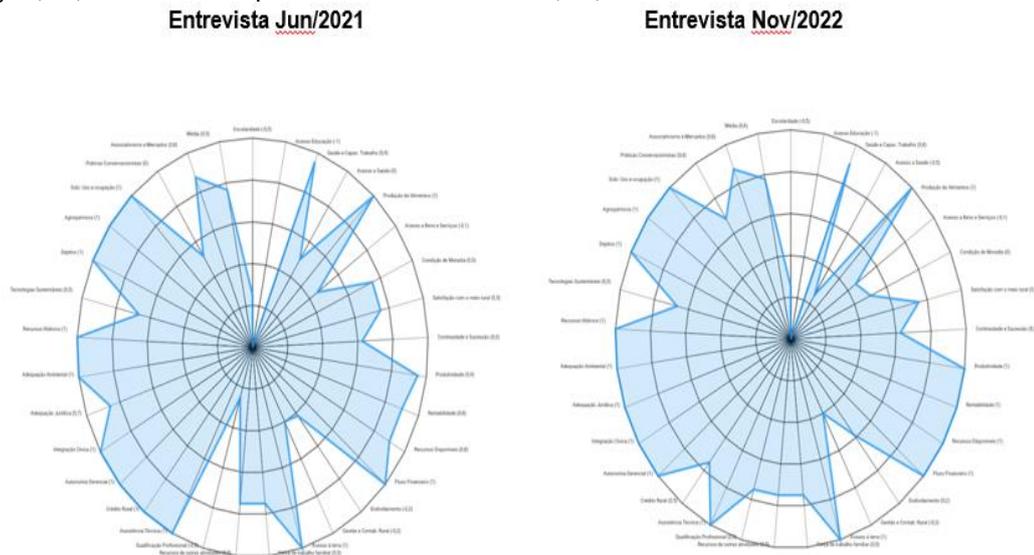
Os serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) desempenham um papel fundamental na troca de conhecimentos entre técnicos especializados e agricultores. Reconhecer-se que nenhuma pessoa possui todos os conhecimentos necessários em uma determinada atividade, portanto, é importante contar com a perspectiva crítica de outras pessoas (FREITAG, 2020).

A figura 25 exibe um gráfico de radar que detalha as variações nos índices, oferecendo uma visão comparativa entre as entrevistas realizadas em junho de 2021 e novembro de 2022 na unidade 01. Este gráfico de radar destaca os resultados conforme os parâmetros estabelecidos pela metodologia MADERUS. Essa representação visual fornece uma análise abrangente das mudanças ao longo do tempo, permitindo uma compreensão mais profunda das tendências e desempenho da unidade em questão.

Ao utilizar o formato de gráfico de radar, a representação dos dados se torna mais dinâmica, destacando de forma eficaz as variações em diferentes aspectos conforme definidos pela metodologia MADERUS. Isso oferece ao usuário uma

ferramenta visual poderosa para interpretar as informações, identificar padrões e tomar decisões informadas com base nas análises comparativas apresentadas.

Figura 25 - Gráfico de radar traz o comparativo das entrevistas de junho de 2021 e novembro de 2022 da unidade 01, demonstra os resultados em forma de gráfico de Radar, onde segue os parâmetros da metodologia *MADERUS*, onde, 1,0 – sustentável, 0,5 – Tendendo para a Sustentabilidade, 0,0 – Transição, -0,5 – Tendendo para a Insustentabilidade, -1,0 – Insustentável.



Fonte: O autor, 2023.

Em relação aos gráficos de radar, onde se mede os Indicadores médios de IDRS, visualmente observam-se poucas oscilações e é possível perceber que quanto mais distante do centro forem os pontos de cada indicador, maior a sustentabilidade.

Na média da sustentabilidade apresentados nos resultados do aplicativo das entrevistas de 2021 em relação a 2022, como pode se observar no gráfico 10, na média de 2021 foi de 08 e 2022 passou para 8,2, tecnicamente sem oscilações, demonstra que a unidade produtora se manteve estável no que se refere a sustentabilidade no período do estudo de 17 meses.

A Tabela 02 compila os resultados de uma análise multivariada, apresentando as médias dos indicadores de sustentabilidade provenientes das três pesquisas conduzidas no estudo. Essa abordagem multivariada permite uma avaliação mais abrangente e inter-relacionada dos diversos indicadores, fornecendo uma visão consolidada do desempenho em sustentabilidade ao longo das diferentes fases da pesquisa.

Ao examinar os dados é possível identificar padrões, tendências e relações entre os indicadores, oferecendo insights valiosos sobre a sustentabilidade nos

contextos abordados pelas pesquisas. Essa síntese dos resultados facilita a compreensão global do impacto e eficácia das práticas sustentáveis, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões e o aprimoramento contínuo em direção a objetivos mais sustentáveis.

Tabela 2- Valores médios, mínimos e máximos dos índices econômico, social e ambiental para as três épocas de entrevistas nas UPFs utilizando a metodologia *MADERUS*.

Resultados	Valores médios, mínimos e máximos		
	Econômico	Social	Ambiental
		<b>1ª Entrevista</b>	
Média	7,89	8,00	8,23
Mínima	7,50	7,40	7,60
Máxima	8,60	9,10	8,90
		<b>2ª Entrevista</b>	
Média	7,82	7,95	8,75
Mínima	6,80	7,30	7,80
Máxima	8,50	8,30	9,20
		<b>3ª Entrevista</b>	
Média	8,53	8,55	9,16
Mínima	7,30	7,50	8,30
Máxima	9,40	9,20	9,60

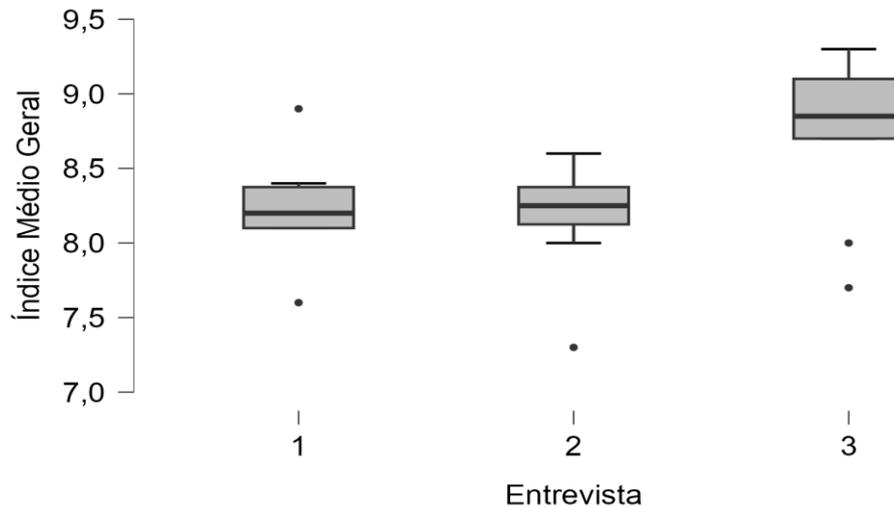
Fonte: Os autores (2023).

Na tabela 02, demonstra o resultado da análise multivariada das três entrevistas para compreender a amplitude da própria metodologia, onde o fator econômico os resultados apresentaram na primeira de 7,84 foi para terceira de 8,53, amplitude de 0,61, o aspecto social de 8,00 para 8,55, amplitude de 0,55 e o social de 8,23 para 9,16. Amplitude de 0,93, os resultados apontam que houve um ligeiro aumento de sustentabilidade da primeira para a terceira entrevista, sinalizando que as unidades permaneceram sustentável durante o período do estudo.

Vicini (2005) afirma que na seleção dos métodos multivariados, é crucial considerar os objetivos da pesquisa, uma vez que se regular que a análise multivariada tem natureza exploratória de dados, sendo propícia para a geração de hipóteses, ao invés de fornecer confirmações definitivas, como ocorre em técnicas confirmatórias, como os testes de hipóteses, onde uma afirmação específica sobre a amostra está em jogo.

Para se ter melhor entendimento na figura 26 apresenta os resultados das análises de estatísticas multivariados da média geral com a evolução e oscilação dos aspectos econômico, social e ambiental das unidades estudadas.

Figura 26– Evolução da média geral das três entrevistas das unidades entrevistadas



Fonte: Os autores (2023).

Observa-se na figura 26 a evolução do índice da média geral de sustentabilidade das três entrevistas no aspecto econômico, social e ambiental, onde, a média de sustentabilidade na primeira entrevista era de 8,1, na segunda houve uma pequena oscilação 0,3 e foi para 8,4 e já na terceira oscilou 0,3 chegou a 8,7, demonstrando que houve uma amplitude da primeira para a terceira de 0,7, ou seja nas unidades estudadas de uma forma geral os aspectos econômico, social e ambiental das unidades estudadas estão em equilíbrio.

Para Vicini (2005), o estudo multivariado não apresenta desafios importantes na execução das análises computacionais, mas sim na interpretação do novo conjunto de variáveis e na habilidade de comunicar as informações que estão surgindo, as quais passando anteriormente foram despercebidas devido à sua existência em um espaço dimensional superior a três.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na necessidade de existirem ferramenta que trazem informações que possam auxiliar os produtores das unidades produtora familiar a desenvolverem e praticar a sustentabilidade em suas unidades, onde a cada dia existe a necessidade do trabalhador do campo estar conectados as novas tecnologias e equipamentos desenvolvidos para facilitar e auxiliar na preparação da terra, semear, colher e comercializar sua produção em menos tempo, com maior produtividade e menor custos, não deixando de lado a responsabilidade de conduzir uma unidade produtiva voltada para a sustentabilidade, ou seja, sem impactar ao meio ambiente, estando em equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade. Econômico, Social e Ambiental.

Ao mesmo tempo que surgem estas ferramentas inovadoras que auxiliam os produtores a gerirem suas unidades de forma sustentável, há a necessidade de haver a inclusão digital no meio rural, e tais ferramentas devem ser de fácil manuseio e compreensão de análise.

Neste sentido, o intuito da pesquisa em desenvolver e validar ferramenta digital (*App*) denominada de calculadora de sustentabilidade de avaliação de indicadores sustentáveis em unidades de produção familiar (UPF), foi de grande valia para os produtores gerirem suas unidades de uma forma sustentável, onde podem aplicar o questionário quantas vezes forem necessárias e acompanhar sua evolução sustentável ou não, e assim fazerem as correções cabíveis para se manterem nos níveis de sustentáveis.

O aplicativo desenvolvido utilizando com base a metodologia *MADERUS* – Metodologia de Avaliação do Desenvolvimento Rural Sustentável, possibilita essa necessidade, pois se trata de uma ferramenta de fácil manuseio e análises de resultados em gráficos sinalizados em cores, onde se torna fácil a visualização e interpretação dos resultados, os produtores (gestores) possam tomar as devidas providências para correções nos indicadores que estejam sinalizando insustentabilidade.

Pode-se dizer que se trata de uma ferramenta digital (*App*) útil tanto para os produtores como para os extensionista utilizarem e obterem informações precisas se as unidades estão sustentáveis, com tendência a insustentabilidade ou insustentável, onde se possa realizar acompanhamento a médio e longo prazo.

Foi possível fazer uma pesquisa *in loco* aos produtores da AFAPO, aplicando o questionário impresso (tradicional) e através da Calculadora de Sustentabilidade e realizar um comparativo da melhor performance de tempo gasto na aplicação do questionário e tempo gasto para tabular os dados.

A calculadora de sustentabilidade desenvolvido no estudo foi aplicado, testado e validado demonstrando ser eficaz no que foi proposto, vindo de encontro com os objetivos do estudo tanto como o geral com os específicos.

A pesquisa foi realizada utilizando tanto um questionário impresso tradicional da metodologia *MADERUS* quanto da Calculadora de Sustentabilidade, os resultados apresentados foram uma redução de 53% de minutos da aplicação do questionário impresso para a aplicação no *App*, e em relação a tabulação e gráficos para análise a redução de minutos foram 100%, pois, no questionário impresso leva-se 18,65 minutos e no *App* saiu em tempo real, outro fator que demonstrou a eficácia do aplicativo foi aplicação da análise multivariada da média das três entrevistas para compreender a amplitude da própria metodologia, onde o fator econômico obteve uma amplitude de 0,61, o aspecto social de 0,55 e o social de 0,93, estes resultados demonstram que as unidades tiveram melhoramento em todos os aspectos da sustentabilidade

Por fim, mais que seja um tema da atualidade e os recursos aplicados no desenvolvimento foram de fácil acesso e tenha respondido à questão norteadora proposta do estudo, fica ainda lacunas para serem preenchidas, tais como: adaptar a metodologia *MADERUS* para atender grandes unidades produtora (monocultura) não ficar limitada a unidades produtora da agricultura familiar e disponibilizar o *App* para outros sistema operacionais de telefonia móvel, como sistema operacional móvel da *Apple (IOS)*. haja visto, em tempos atuais os produtores rurais têm acesso a todos modelos de telefonia móvel, e se a calculadora de sustentabilidade estiver disponível somente o sistema operacional Android poderá limitar a utilização da mesma.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

AGAR, Jon. **Constant Touch: A Global History of the Mobile Phone**. London: **Icon Book Ltd**, 2003. Disponível em: Acesso em: 23 fev. 20121. AL-KAMEL, Mohamed Ahmed. Feasibility of Tele dermatology - PDF. *Glob Dermatol*, v. 4, n. 1, p. 1–3, 2022.

BARBOSA, C, S. **Sistema de arquivos**. Londrina - Pr: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2018

BASSOI, L. H et. al. **Agricultura de precisão e agricultura digital**. In: TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas, n. 20, jul./dez. 2019, p. 17-36.

BAPTISTA DA COSTA, M. B.; SOUZA, M.; JÚNIOR, V. M.; COMIN, J. J.; LOVATO, P. E. **Agroecology development in Brazil between 1970 and 2015**. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, v. 41, n. 3-4, p. 276-295, 2017. Disponível em:. Acesso em: 20 maio 2018.

BAKKES, J. A.; BORN, G. J. van den; HELDER, J. C.; SWART, R. J.; HOPE, C. W.; PARKER, J. D. E. **An overview of environmental indicators: state of the art and prespectives**. Nairobi: UNEP, 1994. 82p.

BAUERMAN, H. B. **Inclusão digital de agricultores familiares em municípios da região oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2016.

BERNARDES, J. C.; VIEIRA, S. C.; BONFIM, E. B. **Comunicação rural: legitimando a inclusão digital no campo**. RECODAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 1, n. 2, p. 1-12, jul./dez. 2015. ISSN: 2448-0452

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é – o que não é**. 3.ed. Petrópolis: vozes 2014.

CALLADO, A. L. C. **Modelo de mensuração de sustentabilidade empresarial: uma aplicação em vinícolas localizadas na serra gaúcha**. Porto Alegre, Tese (Doutorado em Agronegócios) - UFRGS, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26743>>. Acessado em 14 jan. 2022.

CONEJERO, A. M.; SERRA, L.; NEVES. F. M. **Agronegócios & Desenvolvimento Sustentável: Produtos orgânicos, o que é, dimensões e como se habilitar**. Editora Atlas, São Paulo, 2007

BORBA, W.F; RITTER, L. G; KEMERICH, D. C. **Indicadores de sustentabilidade ambiental: métodos e aplicações**. Santa Maria - RS: Remoa, 2014.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Possibilidades e alternativas ao desenvolvimento rural sustentável**. 2002. Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/Agroecologiaumacienciadocampoacomplexidade.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/Agroecologiaumacienciadocampoacomplexidade.pdf). Acesso em: 29 abril. 2022.

CAPORAL, F. R.; PAULUS, G.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília, 2009. disponível em <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/teses/agroecologiaumacienciadocampoacomplexidade.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/teses/agroecologiaumacienciadocampoacomplexidade.pdf)>. acesso em 01 outubro. 2022.

CASTRO, N. C. et al. **Produção orgânica: uma potencialidade estratégica para a agricultura familiar**. Revista Percurso-NEMO, v.2, p.73-95, 2010.

DANIEL, D. S. **Análise dos indicadores de sustentabilidade da agricultura familiar participante do PNAE no município de Pato Bragado** - Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável 2022.

SANTOS, J. A. S. **O impacto da inclusão digital nas unidades produtoras orgânicas da agricultura familiar do sudoeste do paraná**. Trabalho em construção. Inédito, 2023.

EMBRAPA. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas**. Jaguariuva, SP: EMBRAPA MEIO AMBIENTE: 2003.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Marco referencial em agroecologia. Brasília: Embrapa, 2006.

FARIA, A. C. K. **Uma solução baseada em economia colaborativa para escalar o teste de aplicações Android em dispositivos reais**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em C- 2019.

FEITOSA FILHO, Luiz Alves. **Indicadores de sustentabilidade da produção orgânica na agricultura familiar no sudoeste do Paraná**. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2018.

FREITAG, CARLI **Avaliação da sustentabilidade em agroecossistemas de produção familiar com a aplicação do método mesmis**. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2020.

HAHN GRISA, K. **Ferramenta educativa propulsora ao desenvolvimento rural sustentável - pesquisa ação sob avaliação da sustentabilidade a luz da metodologia MADERUS**. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2022.

HEIN, A. F. **MADERUS: uma metodologia para avaliação do desenvolvimento rural sustentável na agricultura familiar**. Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2019.

IBGE. **Censo Agro 2020**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2022>. Acesso em: 13 jan. 2022.

KRAMA M. R. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil, usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. Dissertação (mestrado) Pontifícia Universidade Católica do Paraná Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. 2009.

LOPES, R.C.; ZUIN, L.F.S.; OLIVEIRA, M.L.R. **ATER DIGITAL: Possibilidade, desafios e aproximações conceituais**: Diálogos em Ater Digital na Rede Aurora v.1. São Carlos - SP: Pedro & João Editores, 2022.

MARIUSSI, V. **Agricultura familiar e sua importância na economia da microrregião de Toledo – Pr**. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Toledo, Centro de Ciências Humanas e Sociais, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócios, 2020.

MAZIERO, C. A. **Sistemas operacionais: conceitos e mecanismos recurso eletrônico** – Curitiba: UFPR, 2019.

MASERA, O; LOPEZ-RIADURA S. (org.). **Sustentabilidad y Sistemas Campesinos**: cinco experiencias de evaluación en el México rural. México: MundiPrensa, 2000. 346p.

MOREIRA, R. M.; CARMO, M. S. **Agroecologia na construção do desenvolvimento rural sustentável**. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 37-56, jul./dez. 2004.

PEREIRA, L. C. O. **Android para desenvolvedores**. 1 edição. São Paulo: Brasport, 2009.

RICHARDSON, Roberto Jarry; **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. São Paulo: Atlas, 2011.

RIBEIRO, R. C. **Desenvolvimento rural sustentável e agricultura familiar: diagnóstico participativo de indicadores econômicos, sociais e ambientais da região oeste do paraná**. Dissertação (mestrado) unioeste – universidade estadual do oeste do paraná campus de Marechal Cândido Rondon – pr. Centro de ciências

agrárias – CCA. Pós-graduação stricto sensu em desenvolvimento rural sustentável. 2015.

SACHS, J. D. **Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir**. São Paulo: Vértice, 1986.

ROSÁRIO, F. C. **Desenvolvimento de aplicativos móveis multiplataforma**. TCC do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. 2015.

SOUZA, J. L. de. **Agroecologia e agricultura orgânica: princípios, métodos e práticas**. Vitória: Incaper, 2015, 2a. edição atualizada. 34p.

TANENBAUM, A. S. **Sistemas Operacionais Modernos**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2003.

ZONIN, W.J; NEUKIRCHEN, L.C. **Interdisciplinaridade sem fronteiras: água, alimento, saberes, inclusão social e produtiva nos territórios rurais da América latina**, Curitiba: CRV, 2020.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa. Santa Catarina**, 2002. XVII, 235p. 29,7cm. Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. I. Indicadores de Sustentabilidade II. Título (série)

VERONA, L. A. F. **Avaliação de sustentabilidade em agroecossistemas de base familiar e em transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul. 2008**. 193 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências: Produção Vegetal Doutorado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2008.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. - Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005.

XAVIER, M. P. **Análise de indicadores de sustentabilidade da produção leiteira no município de Mercedes**. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus Marechal Cândido Rondon, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2021.

ZERBATO, C; CORRÊA, R. de G.; FURLANI, C. E. A. **Agricultura de precisão: direcionamento automático de máquinas agrícolas**. Curitiba: SENAR AR-PR., 2020.

ZUIN et. al. Ater digital participativa. **Metodologias pedagógicas e exemplos de aplicação**. Campina grande -PB: Eduepb, 2022.