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 - DOUTORADO

TAIANE APARECIDA RIBEIRO NEPOMOCENO

PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO ESPECIALIZADA NO BRASIL E NOS ESTADOS UNIDOS

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2024

TAIANE APARECIDA RIBEIRO NEPOMOCENO

PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO ESPECIALIZADA NO BRASIL E NOS ESTADOS UNIDOS

Tese 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 Doutora em Desenvolvimento Rural Sustentável.

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

Orientadora: Profa. Dra. Irene Carniatto.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON
2024

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

Nepomoceno, Taiane Aparecida Ribeiro
Práticas de adaptação e resiliência climática em sistemas agrícolas de produção especializada no Brasil e nos Estados Unidos / Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno; orientadora Irene Carniatto. -- Marechal Cândido Rondon, 2024.
159 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, 2024.

1. Produção agrícola . 2. Eventos climáticos extremos . 3. Sericicultura. 4. Horticultura. I. Carniatto, Irene, orient. II. Título.

CNPJ 78.680.337/0001-84
Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário
Tel.: (45) 3220-3000 - Fax: (45) 3225-4590 - www.unioeste.br
CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701
Cascavel - Paraná

TAIANE APARECIDA RIBEIRO NEPOMOCENO

PRÁTICAS DE ADAPTAÇÃO E RESILIÊNCIA CLIMÁTICA EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO ESPECIALIZADA NO BRASIL E NOS ESTADOS UNIDOS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de **DOUTORA** em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Desenvolvimento Territorial, Meio Ambiente e Sustentabilidade Rural. A banca registra um **Voto de Louvor** à tese apresentada. Indica como sendo importante a publicação de uma síntese desta tese nas três línguas: Português, Inglês e Espanhol, **APROVADA** pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
IRENE CARNIATTO DE OLIVEIRA
Data: 29/02/2024 07:37:58-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. Irene Carniatto – Orientadora
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Alvori Ahlert – Membro
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Gustavo Biasoli Alves – Membro
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Documento assinado digitalmente
HARRYSSON LUIZ DA SILVA
Data: 29/02/2024 20:30:31-0300
CPF: ***.583.529-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Prof. Dr. Harrysson Luiz da Silva – Membro externo
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Documento assinado digitalmente
VILMAR ALVES PEREIRA
Data: 01/03/2024 08:31:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Vilmar Alves Pereira – Membro externo
Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT)

Marechal Cândido Rondon, 28 de fevereiro de 2024.

DEDICATÓRIA

Dedico à Deus pai todo poderoso, essencial em minha vida, que sempre me renova, me guia e conduz todos os meus passos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela vida, por colocar pessoas incríveis na minha vida e por me capacitar durante mais essa jornada.

A toda minha família. De forma especial aos meus pais, Neli e Cláudio pelo exemplo de caráter, honestidade, por todo o auxílio nessa caminhada e por tudo que fizeram por mim ao longo de minha vida. Aos meus irmãos Ana e Claito (*in memoriam*) por sempre estarem ao meu lado físico e espiritualmente. Amo vocês!

Ao meu esposo, Alex Pietrobon pelo incentivo, amor e companhia de sempre em todos os momentos dessa caminhada, nos dias de alegria e angústia, no Brasil e nos Estados Unidos. Sem o seu apoio nada disso seria possível. Obrigada por ser essa pessoa especial. Todo meu amor e gratidão por tudo o que faz por mim!

A minha querida orientadora, Dra. Irene Carniatto, pela amizade, paciência, auxílio e partilha de conhecimentos durante o processo de orientação. Você é inspiração para todos ao seu redor e uma excelente profissional. Gratidão!

Agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná e a todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável. Esse programa me mostrou que podemos fazer a diferença.

A todos os professores da banca avaliadora pela motivação, pelos conhecimentos compartilhados e por me mostrarem que somos verdadeiramente importantes para a sociedade e para a ciência no Brasil.

À todas as pessoas que participam direta e indiretamente dessa pesquisa pelo seu tempo, atenção e receptividade. Sem vocês nada disso seria possível! Obrigada.

Agradeço à prefeitura municipal de Diamante do Sul, pelo auxílio durante a coleta de dados dessa pesquisa no Brasil.

Em especial, à empresa que me recebeu de braços abertos para realização do estágio profissional nos Estados Unidos, por acreditarem em mim e pela partilha de momentos fantásticos vividos, que marcam minha trajetória no doutorado e na vida. Obrigada Gus, Lauren, Steven, Jim e Megan. Minha eterna gratidão!

Às minhas amigas Priscila, Aya e Carolina, pelo suporte, companheirismo e por estarem do meu lado diariamente durante esse processo fora do país. Obrigada!

À CAPES pela bolsa disponibilizada e à RIPERC pelo suporte nessa trajetória.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram com este estudo e que torceram por mim, meu muito obrigado.

NEPOMOCENO, Taiane Aparecida Ribeiro. PhD, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2024. **Práticas de adaptação e resiliência climática em sistemas agrícolas de produção especializada no Brasil e nos Estados Unidos**. Orientadora: Profa. Dra. Irene Carniatto.

RESUMO

A interferência humana em seus diversos modos de relação com a terra tem provocado impactos significativos na manutenção do sistema terrestre, inclusive influenciando as mudanças climáticas. Na agricultura, as mudanças climáticas têm provocado perdas econômicas em diversas regiões, impactando a produção agrícola e os meios de subsistência, desde famílias agrícolas até empresas do setor. Tendo em vista que as condições climáticas são essenciais para as operações agrícolas, as mudanças nas precipitações, temperatura, o aumento na ocorrência e intensidade de eventos climáticos extremos têm elevado impacto nos sistemas agrícolas de produção especializada, como a sericicultura e horticultura, aumentando as incertezas para esses setores e colocando em risco sua contribuição para o desenvolvimento local. Assim, o objetivo desta tese foi investigar as implicações e relações entre as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no fortalecimento da resiliência em sistemas especializados de produção sericícola no Brasil e hortícola nos Estados Unidos. Para alcançar este objetivo foram desenvolvidos três artigos científicos. O primeiro apresenta um estudo bibliográfico das discussões sobre a resiliência climática na agricultura familiar para promoção do desenvolvimento rural sustentável, fornecendo uma compreensão dos desafios, adaptações e oportunidades. O estudo consiste em uma revisão de escopo da literatura, desenvolvida com fontes secundárias, coletadas em bases de dados científicos, publicados entre 2000 e 2021. O segundo artigo, descreveu os impactos, estratégias de adaptação à seca na sericicultura e as ações institucionais para auxiliar os agricultores a lidarem com as implicações dos eventos climáticos extremos em Diamante do Sul, Paraná, Brasil. O estudo foi de cunho exploratório com abordagem qualitativa, por meio de observação não-participante assistemática e entrevistas semiestruturadas, realizadas com agricultores e atores institucionais, além de pesquisa documental para coleta de dados secundários. O terceiro artigo, foi de caráter exploratório e utilizou a abordagem qualitativa, o qual verificou a compreensão de profissionais do setor hortícola acerca dos impactos das mudanças climáticas no cultivo de plantas e as estratégias de adaptação utilizadas na horticultura em Sandusky, Ohio, Estados Unidos. Este estudo foi desenvolvido por meio de uma pesquisa de campo aprofundada, no qual os dados foram coletados por meio de questionário semiestruturado e observação não-participante assistemática. A contribuição desta tese foi mostrar que apesar dos impactos das mudanças climáticas afetarem potencialmente os sistemas agrícolas de produção especializada, as estratégias de adaptação são úteis para alcançar os objetivos de manutenção e continuidade das operações agrícolas, atuando na redução dos impactos e gestão de novas oportunidades para fortalecer caminhos rumo à resiliência climática. De forma sistêmica, devem ser consideradas políticas, ações educacionais e incentivos concretos, para romper barreiras que limitam as escolhas de adaptação eficientes e para intensificar a sustentabilidade na agricultura, bem como articular tendências de mitigação, adaptação e produtividade.

Palavras-chave: Produção agrícola. Eventos climáticos extremos. Sericicultura. Horticultura. Sustentabilidade.

NEPOMOCENO, Taiane Aparecida Ribeiro. PhD, Western Paraná State University, February 2024. **Climate adaptation and resilience practices in specialized agricultural production systems in Brazil and the United States**. Advisor: Prof. Dr. Irene Carniatto.

ABSTRACT

Human interference in its various ways of relating to the earth has caused significant impacts on the maintenance of the earth's system, including influencing climate change. In agriculture, climate change has caused economic losses in various regions, impacting agricultural production and livelihoods, from farming families to companies in the sector. Given that climatic conditions are essential for agricultural operations, changes in precipitation, temperature, the increase in the occurrence and intensity of extreme weather events have a high impact on specialized agricultural production systems, such as sericulture and horticulture, increasing uncertainties for these sectors and putting their contribution to local development at risk. Therefore, the aim of this thesis was to investigate the implications and relationships between climate change adaptation strategies in strengthening resilience in specialized sericulture production systems in Brazil and horticulture in the United States. Three scientific articles were developed to achieve this objective. The first presents a bibliographical study of the discussions on climate resilience in family farming to promote sustainable rural development, providing an understanding of the challenges, adaptations, and opportunities. The study consists of a scoping review of the literature, developed with secondary sources, collected from scientific databases, published between 2000 and 2021. The second article described the impacts, drought adaptation strategies in sericulture and institutional actions to help farmers deal with the implications of extreme weather events in Diamante do Sul, Paraná, Brazil. The study was exploratory with a qualitative approach, using nonparticipant observation and semi-structured interviews with farmers and institutional actors, as well as documentary research to collect secondary data. The third article was exploratory in nature and used a qualitative approach. It examined the understanding of professionals in the horticultural sector about the impacts of climate change on plant cultivation and the adaptation strategies used in horticulture in Sandusky, Ohio, United States. This study was developed through in-depth field research, in which data was collected using a semi-structured questionnaire and non-systematic participant observation. The contribution of this thesis was to show that although the impacts of climate change potentially affect specialized agricultural production systems, adaptation strategies are useful for achieving the objectives of maintaining and continuing agricultural operations, acting to reduce impacts and manage new opportunities to strengthen paths towards climate resilience. In a systemic way, policies, educational actions, and concrete incentives should be considered to break down barriers that limit efficient adaptation choices and to intensify sustainability in agriculture, as well as articulating mitigation, adaptation and productivity trends.

Key words: Crop production. Extreme weather events. Sericulture. Horticulture. Sustainability.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 – Registros da triagem realizada nesta revisão de escopo, conforme combinação dos descritores com retorno de resultados…….32

ARTIGO 2

Tabela 1 – Tabela 1. Relação dos cinco municípios paranaenses maiores produtores de casulos em número de sericicultores, rendimento (kg/há), área de amoreiras (ha) e produção (kg/há)……..……..72

Tabela 2 – Amostra válida, grupo pesquisado, tipo de amostragem e instrumentos utilizados na coleta de dados……72

Tabela 3 – Distribuição dos sericicultores segundo a comunidade rural e amostra válida…….73

Tabela 4 – Distribuição dos atores públicos por instituição, amostra válida e função..74

Tabela 5 – Documentos analisados de acordo com o título, ano e definição……74

Tabela 6 – Características socioeconômicas dos sericicultores entrevistados no estudo……..78

Tabela 7 – Características gerais dos atores institucionais entrevistados no estudo...92

ARTIGO 3

Tabela 1 – Características do perfil dos profissionais de horticultura participantes do estudo……121

LISTA DE GRÁFICOS

ARTIGO 1

Gráfico 1 – Evolução das publicações de pesquisas sobre o tema resiliência dos agricultores familiares às mudanças climáticas……35

ARTIGO 2

Gráfico 1 – Diversificação produtiva de origem vegetal e animal para autoconsumo nos sistemas de sericicultura entrevistados no município de Diamante do Sul, Paraná……79

Gráfico 2 – Compreensões dos entrevistados em relação às mudanças envolvendo precipitações, temperatura e eventos de seca na região (2020-2021)……..82

Gráfico 3 – Compreensões dos sericicultores entrevistados em relação aos impactos envolvendo a seca nos sistemas familiares……..84

Gráfico 4 – Distribuição das estratégias de adaptação com base no número e porcentagem de sericicultores adotantes.……....89

Gráfico 5 – Distribuição das adaptações adotadas ao nível de propriedade……91

ARTIGO 3

Gráfico 1 – Formação acadêmica dos profissionais de horticultura participantes..…122

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1 – Fluxograma que apresenta o protocolo adotado na revisão sistemática de literatura sobre resiliência climática na agricultura familiar…….33

Figura 2 – Mapa de distribuição espacial dos estudos analisados sobre resiliência climática no contexto da agricultura familiar, publicados entre 2000 e 2021, segundo o país e número de estudos……..….36

Figura 3 – Dimensões conceituais que contribuem e constituem a capacidade transformadora no contexto da resiliência dos agricultores familiares às mudanças climáticas para promover o desenvolvimento rural sustentável……..….43

ARTIGO 2

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do estado do Paraná, Brasil, com enfoque no município de Diamante do Sul……71

Figura 2 – Nuvem de palavras com a representação dos vocábulos mais frequentes nas entrevistas realizadas com sericicultores em relação às motivações para atuar na sericicultura…….80

Figura 3 – Nuvem de palavras com a representação dos vocábulos mais frequentes nas entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos desafios na atividade produtiva……..81

Figura 4 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos presentes na unidade de contexto dos fatores influenciadores da seca, obtidos a partir das entrevistas realizadas……82

Figura 5 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos relacionados aos impactos causados pela seca nos sistemas produtivos……85

Figura 6 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos relacionados aos impactos causados pela seca na disponibilidade de água……86

Figura 7 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos vinculados ao contexto das estratégias de adaptação adotadas pelos entrevistados……..87

Figura 8 – Estratégias de adaptação, mitigação e resiliência à seca na área de estudo: (a) Caixa d'água e calha em cloreto de polivinil. (b) Proteção de culturas. (c) Alteração de variedades de culturas. (d) Poço superficial.……90

Figura 9 – Interação entre os processos de seca (2020-2021) na sericicultura em Diamante do Sul e a adoção de adaptações e resiliência climática ao nível local…....92

ARTIGO 3

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do estado de Ohio, Estados Unidos, com enfoque na cidade de Sandusky……118

Figura 2 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação à origem das mudanças climáticas e seus impactos na agricultura……123

Figura 3 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação à influência das mudanças climáticas na produção hortícola...124

Figura 4 – Impactos causados pelas mudanças climáticas na área de estudo: (a) Alta pressão de plantas daninhas. (b) Resistência de insetos. (c) Danos na infraestrutura por tempestade. (d) Propagação de patógenos pela água proveniente de inundação……125

Figura 5 – Impactos das mudanças climáticas na produção especializada de horticultura……..……125

Figura 6 –Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação às adaptações climáticas nos sistemas de produção hortícola……126

Figura 7 – Vinte e uma estratégias de adaptação e resiliência climática utilizadas nos sistemas de horticultura……...……..127

Figura 8 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação às ações de combate à crise climática na agricultura……129

Figura 9 – Dimensões conceituais que fortalecem a transformação dos sistemas especializados de horticultura para a promoção da adaptação climática……131

CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Figura 1 – Resumo dos componentes de adaptação e resiliência climática nos sistemas agrícolas de sericicultura no Brasil e de horticultura nos Estados Unidos……147

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1

Quadro 1 – Termos de busca aplicados na revisão de literatura……..……31

Quadro 2 – Lista de estudos revisados segundo o tipo de publicação, o país e a região de coleta de dados…….37

Quadro 3 – Estudos revisados que se referem à orientação de diretrizes para políticas públicas de resiliência climática rural e gestão de riscos climáticos no nível local……38

ARTIGO 2

Quadro 1 – Categorias de análise de conteúdo e sua descrição……..76

Quadro 2 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos aspectos relacionados ao aumento dos eventos extremos de seca……...83

Quadro 3 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos impactos causados nos sistemas produtivos…….85

Quadro 4 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos impactos causados pelos eventos extremos de seca aos sistemas produtivos……86

Quadro 5 – Resumo do contexto local dos impactos de eventos climáticos extremos de seca e as estratégias de adaptação, mitigação e resiliência adotadas nos sistemas pesquisados…….88

Quadro 6 – Excertos das entrevistas em relação à adoção de adaptações climáticas…….90

Quadro 7 – Excertos das entrevistas que exibem a necessidade de apoio do poder público local……91

Quadro 8 – Excertos das entrevistas realizadas com atores institucionais em relação à origem das mudanças climáticas e eventos extremos no município pesquisado….93

Quadro 9 – Escopo documental pesquisado e as medidas de foco desenvolvidas…..93

Quadro 10 – Excertos das entrevistas associadas diretamente às questões climáticas……...94

ARTIGO 3

Quadro 1 – Resumo das características das estratégias de adaptação e resiliência utilizadas no sistema de horticultura pesquisado…….……..……..128

LISTA DE SIGLAS

AEN	Agência Estadual de Notícias do Estado do Paraná
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ATD	Análise Textual Discursiva
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
CAEE	Certificado de Apresentação e Apreciação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CHIRPS	Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data
DOAJ	Directory of Open Access Journal
EMATER	Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural do Paraná
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESG	Governança ambiental, social e corporativa
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FEMA	Federal Emergency Management Agency
GME	Global Market Estimates
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índices de Desenvolvimento Humano
IDR	Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ONU	Organização das Nações Unidas
PPGDRS	Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PRISMA	Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises
RIPERC	Rede Internacional de Pesquisa Resiliência Climática
QGIS	Quantum GIS
SCIELO	Scientific Electronic Library Online
SEAB	Secretaria da Agricultura e do Abastecimento
SISSA	Sistema de Informácion sobre Sequías para el Sur de Sudamérica
SBN	Soluções baseadas na Natureza
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
USDA	United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL 16
2 ESTRUTURAÇÃO DA TESE 20
ARTIGO 1 - CORRELAÇÕES ENTRE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA NA AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL 21
1 INTRODUÇÃO 22
2 ABORDAGEM TEÓRICA 25
2.1 DESENVOLVIMENTO RURAL E SUSTENTABILIDADE……25
2.2 RESILIÊNCIA À MUDANÇA CLIMÁTICA EM COMUNIDADES RURAIS……..28
3 METODOLOGIA……30
3.1 CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO, ELEGIBILIDADE E TRIAGEM…….31
3.2 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS…….34
4 RESULTADOS……35
4.1 CONSULTA LITERÁRIA……35
4.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS……..39
4.3 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS……...41
4.4 AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL SE MOSTRA RESILIENTE AO CLIMA, MAS VULNERÁVEL – METATEXTO……43
5 DISCUSSÃO……...46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS……..48
REFERÊNCIAS……..49
ARTIGO 2 - RESPOSTAS LOCAIS DOS PRODUTORES RURAIS DA SERICICULTURA E INSTITUIÇÕES PÚBLICAS AOS EVENTOS EXTREMOS DE SECA NO OESTE PARANAENSE, BRASIL……58
1 INTRODUÇÃO……58
2 ABORDAGEM TEÓRICA……..62
2.1 SERICICULTURA E AGRICULTURA FAMILIAR……...62
2.2 CRISE E SEGURANÇA HÍDRICA EM TEMPOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA…..65
2.3 ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA…….....66
2.4 COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O PODER PÚBLICO LOCAL……..68
3 METODOLOGIA……70
3.1 ÁREA DE ESTUDO……71
3.2 DESENHO DA AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS……....72
3.3 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS……75
4 RESULTADOS……77

4.1 PERFIL SOCIOECONÔMICO E PRODUTIVO DOS SERICICULTORES…….77
4.2 MOTIVAÇÕES E DESAFIOS NA SERICICULTURA FAMILIAR……..80
4.3 COMPREENSÕES DOS SERICICULTORES EM RELAÇÃO À SECA……..81
4.4 IMPACTOS DA SECA PERCEBIDOS PELOS SERICICULTORES……84
4.5 RESPOSTAS À SECA EM SISTEMAS DE SERICICULTURA…….87
4.6 ESFERA PÚBLICA LOCAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA…….92
5 DISCUSSÃO 94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 97
REFERÊNCIAS.....99
ARTIGO 3 - MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA HORTICULTURA NO CONDADO DE ERIE, ESTADOS UNIDOS E PERSPECTIVAS DE ADAPTAÇÃO SUSTENTÁVEL……..108
1 INTRODUÇÃO……..109
2 ABORDAGEM TEÓRICA……112
2.1 HORTICULTURA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS……..……113
2.2 CONSTRUINDO UMA HORTICULTURA RESILIENTE AO CLIMA……..…115
3 METODOLOGIA……..117
3.1 ÁREA DE ESTUDO……..……117
3.2 DESENHO DA AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS……..……118
3.3 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS……...120
4 RESULTADOS……..121
4.1 PERFIL DOS PROFISSIONAIS DE HORTICULTURA……...…121
4.2 COMPREENSÃO DOS PROFISSIONAIS DE HORTICULTURA SOBRE OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESAFIOS RELACIONADOS……122
4.3 ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA UTILIZADA EM SISTEMAS DE HORTICULTURA...126
4.4 AÇÃO CLIMÁTICA É O FATOR-CHAVE PARA UMA HORTICULTURA SUSTENTAVELMENTE ADAPTADA – METATEXTO……..130
5 DISCUSSÃO…….133
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS……137
REFERÊNCIAS……139
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS……146
REFERÊNCIAS GERAIS 150
APÊNDICE A - Roteiro de entrevista semiestruturada aplicado aos sericicultores..151
APÊNDICE B - Roteiro de entrevista semiestruturada aplicado à esfera pública.....155
APÊNDICE C - Roteiro de questionário aplicado aos profissionais da horticultura…157
ANEXO A - Comprovante de publicação do primeiro artigo científico……..158

1 INTRODUÇÃO GERAL

O ser humano ao longo de sua trajetória desenvolveu técnicas de cultivo, tecnologias e aparatos científicos em diferentes áreas do conhecimento. Entretanto, essas ações, assim como outras, mostram que apesar da *expertise*, a civilização planetária ainda depende majoritariamente das dinâmicas naturais e climáticas para a manutenção da vida na terra (SANTOS; OLIVEIRA; FERREIRA FILHO, 2022).

A difusão do modelo atual de desenvolvimento adotado de forma inadequada tem causado impactos negativos ao planeta terra, no qual as mudanças ambientais abrangem a perda de biodiversidade, degradação dos recursos hídricos e poluição do solo (MARTINS, 2010; ROBINSON, 2021). Essa dinâmica envolve o manejo insustentável dos recursos naturais e a emissão de poluentes, que expressa a necessidade de novos dinamismos de vivência e produção agrícola, o que é de fato um empreendimento relevante para a construção de sociedades resilientes.

Nos últimos anos, houve o aumento de eventos extremos relacionados ao clima, os quais são caracterizados como eventos raros em determinadas áreas e épocas do ano, por exemplo, ondas de calor, inundações, deslizamentos de terra, tornados, vendavais e secas. Eles estão acontecendo em diversas regiões, com impactos diretos nas áreas agrícolas e sistemas especializados de produção. Por sua vez, a mudança climática é definida como as transformações de longo prazo nos padrões de clima e temperatura. Pelo fato de ser influenciada pelas ações antrópicas, têm se constituído uma das principais ameaças aos ecossistemas, sistemas de produção agrícola e matéria-prima (IPCC, 2023; USDA, 2024).

Nos países em que a produção agrícola se destaca, a permanência de agricultores no campo e a continuidade de empresas do setor, representa um grande desafio, formado por inúmeros fatores. Aqueles relacionados ao clima destacam-se, causados pelas drásticas alterações nos sistemas climáticos, dos quais sua intensidade, eventuais riscos e impactos chamam a atenção, pela dimensão alcançada em muitas regiões.

Os eventos climáticos extremos têm impactos associados adversamente ao meio ambiente, esfera econômica, cultural, social e política. Tais aspectos, têm o potencial de colocar não apenas o presente, mas o futuro da sociedade em um panorama de incertezas sobre quão significativos serão os desdobramentos climáticos para a agricultura. A espiral de agravantes climáticos constitui um problema

relevante com alta potencialidade de interferência na resiliência e concretização da sustentabilidade, já que afeta atividades produtivas especializadas ligadas ao desenvolvimento local.

Assim, a resiliência climática foi adotada ao longo desta tese como a capacidade dos sistemas agrícolas persistirem e retornarem ao seu estado normal após determinado período de distúrbio, ou seja, envolve a garantia de sua identidade, ao mesmo tempo, a busca pela manutenção de sua capacidade de aprendizagem, transformação e adaptação, mediante choques climáticos (IPCC, 2023). Ela tem relação com o potencial existente nos sistemas produtivos, mas muitas vezes é limitada pela falta de condições financeira e estruturais para avançar.

Nesse contexto, a região Oeste do Paraná no Brasil, nos últimos anos têm vivenciado uma diversidade de eventos climáticos extremos. Diamante do Sul, por exemplo, um município que tem expressiva importância na cadeia da seda pela produção de casulos de alta qualidade, enfrentou eventos de seca extrema especialmente em 2020 e 2021 (Instituto das Águas do Paraná, 2022; SISSA, 2024), onde muitos agricultores familiares foram afetados pelos impactos negativos.

No Condado de Erie nos Estados Unidos, os eventos climáticos extremos são uma realidade preocupante no setor agrícola. Sandusky é uma cidade onde a agricultura é destaque, especialmente em relação à horticultura, onde ondas de calor, tempestades e inundações atingiram muitas áreas em 2023 (Sandusky Register, 2023; FEMA, 2023; NOAA, 2023) com impactos em fazendas de produção.

Na compreensão de que os eventos extremos são influenciados pela mudança climática e na preocupação com os impactos encontra-se a possibilidade para sistematizar reorientações para sistemas produtivos especializados sustentáveis e eficientes. Isso porque na região Oeste do Paraná e no Condado de Erie a agricultura tem grande relevância no desenvolvimento local e os eventos climáticos extremos podem causar prejuízos sociais e econômicos quando atingem tais regiões.

Como os eventos climáticos extremos não devem ser tratados como algo distante do cotidiano rural, entender como eles são compreendidos e como os envolvidos respondem a estes períodos críticos, torna-se urgente e necessário. Primeiramente, porque é oportuno verificar de que forma se dão as experiências exitosas e os desafios, para ser possível a promoção de iniciativas sinérgicas na área climática. Seguidamente, porque embora esta temática seja foco de agendas políticas, é imprescindível estudar suas particularidades na agricultura em sistemas específicos

como a sericicultura e a horticultura. Em síntese, é essa lacuna que esta tese pretende endereçar, o que também justifica a escolha desses territórios para o presente estudo.

Aqui, portanto, adotamos o conceito de adaptação como as "*iniciativas e medidas para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas naturais e humanos frente aos efeitos atuais e esperados da mudança do clima*" (Art. 2, inciso I) (BRASIL, 2009). Elas englobam as ações estruturais e não-estruturais para enfrentar os efeitos adversos a partir dos riscos conjunturais, ou seja, são as respostas à falta de resiliência nos sistemas agrícolas ou urbanos.

A relevância tecnológica e científica desta pesquisa envolve a necessidade de estudos em escalas espaciais locais, em áreas de produção especializada, como em Diamante do Sul na sericicultura e em Sandusky na horticultura, que não sejam restritos a formular escopos teóricos entre as relações, mas que se desdobram nas ações de adaptação e os obstáculos que restringem a ancoração do movimento de resiliência climática. Portanto, a perspectiva especializada dos sistemas produtivos e a abordagem nacional e internacional, instauram o ineditismo e a originalidade da presente tese.

Este estudo fortalece a interdisciplinaridade e internacionalização do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGDRS) e da Rede Internacional de Pesquisa Resiliência Climática (RIPERC), abrangendo o fornecimento de dados científicos da região Oeste do Paraná e do Condado de Erie, assim como o robustecimento da cooperação internacional, por meio do estágio profissional realizado em uma empresa de horticultura nos Estados Unidos. Esta experiência possibilitou o intercâmbio científico, cultural e tecnológico, além da capacitação profissional com a aquisição de conhecimento em desenvolvimento, pesquisa e inovação em horticultura. Foi significativamente enriquecedora para a pesquisa de doutorado e possibilitou a verificação dos processos de adaptação climática em um contexto diferente da região Oeste do Paraná.

Diante do exposto esta pesquisa de tese buscou responder à seguinte questão-chave: Qual a relação entre as estratégias de adaptação às mudanças climáticas tomadas no setor de sericicultura (Brasil) e horticultura (Estados Unidos) e a construção de caminhos para fortalecer a resiliência climática?

O objetivo geral da tese foi investigar as implicações e relações entre as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no fortalecimento da resiliência em sistemas especializados de produção sericícola no Brasil e hortícola nos Estados

Unidos. Dentre os objetivos específicos, o estudo teve como finalidade: a) sistematizar as discussões científicas sobre a resiliência dos agricultores familiares às mudanças climáticas para promover o desenvolvimento rural sustentável; b) descrever os impactos, estratégias de adaptação à seca na sericicultura e as ações institucionais para auxiliar os agricultores a lidarem com as implicações dos eventos climáticos extremos em Diamante do Sul, Paraná, Brasil; c) verificar os impactos das mudanças climáticas no cultivo de plantas e as estratégias de adaptação utilizadas no setor de horticultura em Sandusky, Ohio, Estados Unidos.

A pesquisa de tese tem recorte longitudinal, foi considerado o período de 2000 a 2023, com coleta de dados em campo realizada entre os anos de 2022 e 2023, em sistemas especializados de produção agrícola no município de Diamante do Sul, Paraná, Brasil e em Sandusky, Ohio, Estados Unidos, regiões agrícolas que têm grande importância na produção de matéria-prima e vegetais. A coleta dos dados primários foi realizada a partir de entrevistas e questionários semiestruturados, associada à observação não participante assistemática. Os dados secundários foram coletados com base na revisão de escopo da literatura e pesquisa documental.

Esta tese fornece aos formuladores de políticas, à sociedade e demais partes interessadas um panorama dos impactos climáticos e adaptações em sistemas de produção especializados orientadas à promoção do desenvolvimento local, incluindo a melhoria dos processos envolvidos na produção agrícola, segurança alimentar e uso de tecnologias na agricultura em termos climáticos.

2 ESTRUTURAÇÃO DA TESE

A presente tese foi estruturada em três artigos científicos. O primeiro artigo, intitulado **Correlações entre resiliência climática na agricultura familiar e desenvolvimento rural sustentável**, sistematizou os principais desafios da resiliência climática para a agricultura familiar, fornecendo uma compreensão das oportunidades e adaptações. É apresentado um escopo com direções integradas para aprimorar a estrutura de resiliência climática em comunidades rurais. Contempla um estudo bibliográfico, desenvolvido a partir de uma revisão de escopo com fontes secundárias cujos dados foram coletados em bases de dados científicos *online*.

O segundo artigo, intitulado **Respostas locais dos produtores rurais da sericicultura e instituições públicas aos eventos extremos de seca no Oeste Paranaense, Brasil,** descreveu os impactos, estratégias de adaptação à seca na sericicultura e as ações institucionais para auxiliar os agricultores a lidarem com as implicações dos eventos climáticos extremos em Diamante do Sul, Paraná, Brasil. É apresentado o panorama local e os comportamentos de adaptação. Discutimos possíveis direções futuras para explorar políticas de adaptação local com vistas à sustentabilidade territorial. O estudo é exploratório com 80 agricultores e 10 atores institucionais, desenvolvido com pesquisa de campo, por meio de entrevistas semiestruturadas e observação não-participante assistemática, além de pesquisa documental para a coleta de dados de fonte secundária.

O terceiro artigo, intitulado **Mudanças climáticas na horticultura no Condado de Erie, Estados Unidos e perspectivas de adaptação sustentável**, verificou a compreensão de profissionais acerca dos impactos das mudanças climáticas no cultivo de plantas e as estratégias de adaptação utilizadas no setor de horticultura em Sandusky, Ohio, Estados Unidos. É apresentado o quadro dos impactos climáticos e ações de adaptação adotadas em uma companhia privada, com tendências importantes para fortalecer os fundamentos de uma horticultura sustentavelmente adaptada. Este estudo é exploratório, desenvolvido com 15 profissionais responsáveis pela produção de plantas e assistentes de produção em horticultura, apoiado em pesquisa de campo, no qual os dados foram coletados por meio de um questionário semiestruturado e observação não-participante assistemática.

ARTIGO 1

CORRELAÇÕES ENTRE RESILIÊNCIA CLIMÁTICA NA AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL[1]

RESUMO: A partir do reconhecimento de que as mudanças climáticas afetam majoritariamente os grupos mais vulneráveis, tem se intensificado o interesse em reorientações capazes de influenciar a resiliência na agricultura familiar. No entanto, ainda faltam pesquisas que relacionem esse tema com perspectivas de desenvolvimento rural sustentável. Foram revisados 23 estudos publicados entre 2000 e 2021. Esses estudos foram selecionados sistematicamente de acordo com os critérios pré-estabelecidos. Embora haja evidências de que o uso de estratégias de adaptação pode ser eficiente no fortalecimento da resiliência climática em comunidades rurais, no geral, muitos fatores limitantes permanecem. As convergências para o desenvolvimento rural sustentável podem incluir ações com um horizonte de longo prazo. Essas ações incluem um pacote de melhorias para as configurações territoriais em uma perspectiva local, inclusiva, equitativa e participativa. Além disso, discutimos possíveis argumentos com o uso de espécies de maturidade precoce, adubação verde e sistemas agroflorestais para estimular sistemas mais resilientes na agricultura familiar.

Palavras-chave: Mudança climática. Sistema familiar rural. Sustentabilidade. Desenvolvimento Territorial.

ABSTRACT: Given the recognition that climate change predominantly affects the most vulnerable groups, there has been a growing interest in reorientations that can influence family farming's resilience. However, there is still a lack of research relating this subject to sustainable rural development perspectives. We reviewed 23 studies published between 2000 and 2021. These studies were systematically selected according to the pre-established criteria. Even though there is evidence that using adaptation strategies can effectively strengthen climate resilience in rural communities, many limiting factors remain. The convergences for sustainable rural development may include actions with a long-term horizon. These actions include an improvement package for territorial configurations within a local, inclusive, equitable, and participatory perspective. Furthermore, we discuss possible arguments with the use of species with early maturity, green manure, and agroforestry systems to stimulate more resilient systems in family farming.

Keywords: Climate change. Rural family system. Sustainability. Territorial development.

[1] Artigo publicado na revista Ambio, da Real Academia Sueca de Ciências.
NEPOMOCENO, T.A.R.; CARNIATTO, I. Correlations between climate resilience in family farming and sustainable rural development. **Ambio**, v. 52, n. 1, p. 1233–1247, 2023.
DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-023-01848-x

1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre a influência das mudanças climáticas na agricultura estão se tornando cada vez mais robustos. Além de representar mais de 80% das áreas rurais, as pequenas propriedades em todo o mundo são caracterizadas pela subsistência familiar, abastecimento de alimentos e atividades comerciais locais (PLOEG, 2014; UNESCO, 2019).

Nesse contexto, a agricultura familiar não pode escapar de seu contexto econômico, social e ambiental, nem reduzir seu papel no desenvolvimento local, incluindo geração de renda, abastecimento alimentar saudável ou preservação da água, do solo e da biodiversidade, por exemplo (SCHNEIDER, 2016; THIES; CONTERATO; SCHNEIDER, 2022). As diversas configurações, não só como modo de vida, mas sobretudo pela sua diversificação agrícola, história e tradições, assumem-se aqui como elementos polissêmicos e coadjuvantes da sustentabilidade (CARNIATTO, 2007). Nos últimos anos, essas características receberam destaque devido aos impactos e condições enfrentadas diante das mudanças climáticas como obstáculos mais recorrentes.

Vale ressaltar que, apesar dos avanços científico-tecnológicos, a agricultura é altamente dependente das condições ambientais naturais, incluindo o clima (DHANYA; RAMACHANDRAN; PALANIVELU, 2022; SANTOS; OLIVEIRA; FERREIRA FILHO, 2022). Entretanto, poucos esforços exploram os impactos climáticos negativos nas comunidades rurais, tornando limitado o conhecimento aprofundado nessa área (SCHNEIDER, 2016; GINBO; CORATO; HOFFMAN, 2021).

Na agricultura familiar, as mudanças climáticas são especialmente mais notadas nos países em desenvolvimento, relativamente porque em muitos casos a agricultura é a principal fonte de emprego, renda e subsistência no meio rural e em muitos casos não há estruturas municipais, políticas e organizacionais preparadas para apoiar o setor.

No entanto, a influência da mudança climática tem implicações sociais, econômicas, tecnológicas e outras que limitam as oportunidades de desenvolvimento, causando danos sem precedentes e incalculáveis à produção agrícola, aumento da pobreza e conflitos territoriais e fome em muitas regiões (FAO, 2017; SHIMADA, 2022). Dada a degradação dos recursos naturais e da necessidade de encontrar alternativas eficientes e sustentáveis de adaptação às mudanças climáticas no meio

rural, este estudo enfoca a resiliência climática e sua conjuntura em áreas de agricultura familiar.

Em geral, as mudanças climáticas constituem um problema conceitual global e de complexidade prática. Envolve muitas condições desafiadoras sentidas por vários ecossistemas e comunidades humanas, exigindo reflexões constantes sobre os grupos mais vulneráveis (LAMPIS *et al*. 2020). As mudanças climáticas se devem especialmente à intensa exploração humana, que fomenta um modelo de desenvolvimento insustentável, resultando em cenários envolvendo emissões de gases de efeito estufa, aerossóis e outros precursores, perda de biodiversidade, mudanças no uso da terra e exploração excessiva na maioria dos países (ARTAXO, 2020; IPCC, 2023). As mudanças climáticas estão associadas ao aumento de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, intensificação do ciclo da água, incluindo secas extremas e inundações (IPCC, 2023).

As mudanças na intensidade e periodicidade dos desastres naturais influenciados pelo clima aumentaram em todo o mundo. Os desastres naturais causados pelo avanço das mudanças climáticas globais têm muitas causas e impactos possíveis nas áreas agrícolas. Eles podem ser assimilados como um potencial gatilho para a insuficiência de resiliência em comunidades urbanas e rurais. No entanto, embora sejam reconhecidos em sua magnitude, atualmente não são incorporados aos temas inseridos na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Considerando os inúmeros desafios impostos, a resiliência climática pressupõe que, independentemente da abordagem agrícola adotada, conviver com as transformações exige novas reorientações no viver e no produzir.

Esta pesquisa adotou o conceito de resiliência climática como uma habilidade observada ou percebida em sistemas e seus componentes e como uma resposta eficiente a fatores ambientais extremos, capazes de sustentar a manutenção de condições básicas e essenciais (IPCC, 2023). Portanto, no sistema da agricultura familiar, abrange os diversos aspectos que afetam essas unidades, como o aumento de pragas e doenças, inviabilização do desenvolvimento de plantas e comprometimento da renda familiar, por exemplo, e a capacidade do sistema em superar tais impactos, individual e coletivamente.

Uma maneira de melhorar a resiliência em comunidades rurais é incorporar novas noções de práticas rurais produtivas e pesquisas sobre difusão de informações, inovações, infraestrutura e tecnologias, por exemplo (NICHOLLS; ALTIERI, 2019;

MILHORANCE; SABOURIN; MENDES, 2021). Tais estruturas expressam a ideia de que outras estratégias devem complementar a resiliência climática e envolver um amplo conjunto de políticas dinamicamente eficazes. Conforme apontado por Folke *et al*. (2021) e Torres *et al*. (2021), a resiliência é um desafio complexo devido à grande mudança de ponto de vista, planos e ações necessárias para apoiar sua construção. Nesse contexto, a resiliência climática inclui esforços articulados ao estabelecimento de compromissos climáticos no nível das políticas públicas - para alcançar uma sustentabilidade mundial mais insurgente, justa e transformadora.

Assim, é importante contemplar os impactos das mudanças climáticas globais para a agricultura (GINBO; CORATO; HOFFMAN, 2021), especialmente para a agricultura familiar, pois seus impactos podem limitar ainda mais as condições necessárias para a produção de alimentos e a subsistência das famílias (FAO, 2019; TIET; TO-THE; NGUYEN-ANH, 2022). Considerando as previsões alarmantes sobre mudanças climáticas futuras, caminhos para enfrentar e compreender a complexidade dessa dinâmica são urgentemente necessários (THOMPSON-HALL; CARR; PASCUAL, 2016; MALHI; KAUR; KAUSHIK, 2021; CARMEN *et al.* 2022).

Embora existam discussões frutíferas sobre estratégias para fortalecer a estrutura de resiliência de longo prazo por meio de diferentes experiências, pouca atenção tem sido dada à aglutinação de diferentes fatores de sustentabilidade no desenvolvimento rural. Além disso, não está claro quais caminhos podem ser trilhados para avançar na construção de uma sociedade mais sustentável, capaz de viver e garantir a produção agrícola dentro dos limites planetários (ABBASS *et al*. 2022).

Existem algumas revisões de literatura sobre mudanças climáticas na agricultura e suas estratégias de mitigação (MALHI; KAUR; KAUSHIK, 2021; MARENGO *et al*. 2022) e relativamente à gestão sustentável dos recursos hídricos (SRIVASTAV *et al*. 2021). No entanto, ainda existe uma lacuna de conhecimento sobre as interseções usadas para descrever a resiliência climática na agricultura no nível familiar, o conceito de desenvolvimento rural sustentável e outros elementos relacionados ao enfrentamento dessa realidade, principal motivação desta pesquisa.

Como passo inicial para reunir tais informações, este estudo teve como objetivo sistematizar as discussões sobre a resiliência dos agricultores familiares frente às mudanças climáticas para promover o desenvolvimento rural sustentável, a partir da análise de estudos científicos publicados mundialmente entre 2000 e 2021.

Neste estudo, buscamos responder as seguintes perguntas de pesquisa:

• Essas publicações descrevem a compreensão das oportunidades e desafios para a agricultura familiar no contexto das mudanças climáticas?

• Que ações de adaptação foram descritas para melhorar a resiliência climática nos sistemas agrícolas?

• Que possíveis indícios de dinâmicas de resiliência climática e sinergias na agricultura familiar têm sido abordados?

Para atingir o objetivo da pesquisa, realizamos uma revisão de escopo e aplicamos os padrões do protocolo Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) e a Análise Textual Discursiva (ATD) na abordagem de análise de dados. Com base nesses critérios, este artigo descreve os desafios da resiliência na agricultura familiar, fornecendo um panorama das oportunidades e adaptações. As categorias emergentes formam um recorte temático com quatro elementos para ampliar a resiliência climática no sistema rural.

O viés deste estudo é focado em sistemas familiares de produção. É apresentado um escopo com elementos que fornecem aos pesquisadores e formuladores de políticas possíveis direções integradas para aprimorar a estrutura de resiliência climática em comunidades rurais.

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Adotamos o referencial teórico da resiliência climática em comunidades rurais, compreendido como resultado de ações coletivas e de diferentes atores na construção de uma práxis complexa, cuja reorganização manifesta sua sinergia com as noções ou princípios básicos para o estudo da sustentabilidade, que reflete um novo ambiente de vivência e valorização do homem do campo e suas formas de vida.

2.1 DESENVOLVIMENTO RURAL E SUSTENTABILIDADE

O aprimoramento dos sistemas produtivos, expressos especialmente após a Segunda Guerra Mundial, na maioria dos países, gerou uma nova reorganização e camuflagem de inúmeros valores rurais. Esse processo, reconhecido como modernização agrícola, incorporou padrões produtivos atrelados à racionalidade de caráter empresarial-econômico; sendo este, ainda mais fortalecido pela Revolução Verde. Desde então, o meio rural passou a ser compreendido de diversas maneiras,

principalmente noutra dimensão – a agrícola, que estrutura a maioria das políticas de desenvolvimento rural, projetadas ao âmbito economicista (MORAES; SCHNEIDER, 2010). O termo desenvolvimento foi aliado como sinônimo de crescimento econômico.

Dentre os fatores que colaboraram com as discussões sobre desenvolvimento rural encontra-se a sustentabilidade ambiental. Especialmente a partir da década de 80, iniciou-se uma forte crítica ao modelo de agricultura pautado na revolução verde. Junto a isso, emergiu a preconização de um modelo de agricultura alternativa. Este enlaçamento permitiu que a sustentabilidade fosse incorporada ao desenvolvimento rural, com enfoque nos componentes ambientais (SCHNEIDER, 2010).

Contudo, o modelo de desenvolvimento rural, ao se esgotar na inferiorização de inúmeros valores tradicionais, aumento das desigualdades e degradação ambiental, possui sua gênese atual na busca pela reorientação das práticas rurais. A sustentabilidade no desenvolvimento rural relaciona-se com um modelo de gestão capaz de gerar o menor impacto ambiental, retorno financeiro, garantindo a produção de alimentos saudáveis e as necessidades sociais no sistema familiar e comunidade. Por isso, a sociedade precisa superar a compreensão do rural como local de atraso e avesso à autonomia (WANDERLEY, 2009; POTRICH; GRZYBOVSKI; TOEBE, 2017).

Assim, o desenvolvimento libertário é um dos requisitos, se não o mais importante, de uma sociedade sustentável. Este pilar envolve, pois, além das condições de ampliação de escolhas e oportunidades, a preservação ambiental, mas também a conquista de espaços de atuação (SEN, 2000). Entretanto, à outra face, encontra-se o atual regime de desenvolvimento, emanado por estruturas que corrompem a essência humana e robustecem a crise ética, de valores e relações. Por esta razão, vale salientar que os diferentes estilos de desenvolvimento proporcionaram a capitalização do mundo, conforme os ideais político-econômicos, exploração da natureza, produção intensiva e desdobrando um processo pautado na acumulação de capital, acima de tudo (LEFF, 2016).

Isto justifica a necessidade de reconfigurações político-conceituais de que o rural não é contrário à sustentabilidade, todavia, leva a repensar primordialmente a construção de uma sociedade global sustentável, reorientada para a gestão sustentável dos recursos. Este é, portanto, um obstáculo que vai além da preconização de um modelo sustentável de agricultura, mas exige a sua ressignificação, como espaço de vida, saberes e valores, não apenas de produção e conectividade com o ambiente (PLOEG, 2014). Assim, a sustentabilidade rural

> […] emerge de uma transformação ocorrida no espaço geográfico rural e tem como anseio a permanência do pequeno produtor rural no seu espaço de convívio social, econômico e ambiental com qualidade de vida. Entretanto, questões relacionadas aos problemas de viabilidade econômica, à falta de mão de obra, à escassez de políticas públicas voltadas às pequenas propriedades rurais e à pouca instrução dos agricultores familiares ocasionam um esvaziamento do campo e, por vezes, um problema social nos centros urbanos (POTRICH; GRZYBOVSKI; TOEBE, 2017, p. 222).

Tais dinâmicas são orientadas pelos modos e contextos das comunidades rurais. Deste modo, o desenvolvimento rural é um processo em movimento, que remodela a agricultura constantemente, especialmente na criação de estruturas e respostas locais diferenciadas para suprir falhas globais como mercados excludentes. Sobretudo, constitui novos parâmetros regionais e locais, por exemplo, de vida no ambiente rural, qualidade ambiental, produção de alimentos e serviços, de forma resiliente e persistente capazes de auxiliar a heterogeneidade rural (PLOEG, 2011).

Paralelamente, o desenvolvimento rural sustentável, apesar de derivar inicialmente como interesse sociopolítico, não pode ser alcançado sem a garantia de oportunidades e a ética da solidariedade e do cuidado, a qual envolve repensar as necessidades de consumo, a produção de resíduos e a contaminação ambiental. Este paradigma necessita ser abranger estratégias de transformação das relações planetárias estabelecidas (COSTABEBBER; CAPORAL, 2003; ZONIN *et al*. 2017).

Isso requer, o preenchimento de lacunas teórico-práticas entre os múltiplos fatores inerentes à sustentabilidade no rural de hoje, quer seja na unidade, região ou país. Aglutina-se a esta ideia a indispensabilidade de romper barreiras que limitam as oportunidades de geração de renda, melhorias na qualidade de vida, fraternidade, promoção da diversificação produtiva e de aprimoramento das práticas rurais sustentáveis não apenas ambientais, mas fundadas na justiça, equidade e resgate dos valores fragmentados pela sociedade lucrativista e do auto interesse (PLOEG, 2008; NEPOMOCENO; CARNIATTO, 2022). Esta afirmação, é coerente, sobretudo, à importância de lutar em defesa da ética, respeito, valorização, democracia e cuidado, para todos os processos e tudo que habita no planeta (AHLERT, 2020).

Junto a este paradigma, deve-se considerar, a incorporação de oito dimensões de sustentabilidade, a citar: social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional e política internacional. Tal como indicado, a junção dessas, logo incrementa, o desenvolvimento rural legítimo, justo e com maior respeito pelas referências da existência humana e outras vidas planetárias (SACHS, 2009).

O arcabouço de avanço à sustentabilidade e sua materialização, emerge a partir de uma visão transdisciplinar, global e local, concomitantemente, que considera as heterogeneidades do rural e que abrange a "[…] *refundamentação dos modos de habitar o mundo"* (LEFF, 2016, p. 30). O semblante desta outridade transcende uma simples estratégia e aponta para a difusão destes laivos a diferentes setores, segmentos e sistemas, inclusive no campo das mudanças climáticas.

2.2 RESILIÊNCIA À MUDANÇA CLIMÁTICA EM COMUNIDADES RURAIS

As comunidades rurais, apesar de serem mais vulneráveis às mudanças do clima, temporalmente mostraram-se capazes de responder de modo ativo às condições extremas, contudo nem sempre de forma sustentável. Além disso, a maioria das informações são imprecisas em relação à diversidade de medidas de longo prazo adotadas no rural para enfrentar os eventos extremos (ALTIERI; NICHOLLS, 2013).

O avanço célere das mudanças climáticas, refletido na vida cotidiana de milhares de pessoas, em diversas regiões do mundo, lançam para a sociedade uma das tarefas mais urgentes do século, que consiste em enfrentar os desafios de forma inteligente, resiliente e sustentável, concomitantemente (TORRES *et al*. 2021). Todavia, construir comunidades rurais com tais características abre espaço para que todos avancem dinamicamente em uma mesma direção, na melhor integração entre rural-urbano, promoção de práticas socialmente justas e comprometidas com a integridade dos ecossistemas e do clima (BLAY-PALMER *et al*. 2020).

Considerando que as mudanças climáticas possuem diversas formas de interação socioambiental, com impactos à produção de alimentos, a construção de caminhos resilientes ao clima direcionados ao uso sustentável dos recursos naturais precisam ser amparadas do ponto de vista de estruturas políticas, econômicas, sociais e ambientais para o meio rural no Brasil (ANGELOTTI; SIGNOR; GIONGO, 2015). No contexto da agricultura familiar, a sustentabilidade e a atuação do poder público são fatores que devem contribuir com a construção de comunidades resilientes, visando a garantia de um pacote de melhorias como segurança hídrica, energética, saúde e outros setores, essenciais à constituição de sua estrutura (ARTAXO, 2020).

Outra tarefa necessária consiste, pois, em compreender que a resiliência climática rural envolve processos capazes de abranger maior sinergia comunitária, para melhorar o fortalecimento da agricultura sustentável no território e a integração

de diferentes conhecimentos (CHAMI; DECCACHE; MOUJABBER, 2020). Estes aspectos podem ser caracterizados como uma chave de mobilização social, relacionada com o enfrentando dos desafios climáticos, na busca por autonomia e participação libertadora, como defendido por Freire (2019), contribuindo com a incorporação de experiências que reduzam a vulnerabilidade das comunidades locais.

Devido aos impactos das mudanças climáticas, das alterações na segurança alimentar e perdas nos rendimentos agrícolas, torna-se relevante considerar novas formas de alavancar os contextos rurais, a sustentabilidade e a paz, especialmente na agricultura familiar, que desempenha funções importantes nas redes territoriais as quais pertence e na manutenção da agrobiodiversidade (ALTIERI; NICHOLLS, 2013).

Entretanto, a resiliência aos eventos climáticos extremos não se apoia em fatores únicos, mas em um conjunto de implicações sociopolítico-ambiental e outras, inerentes aos próprios meios de vida das comunidades, aos determinantes causais das situações de vulnerabilidade no rural e respostas adequadas a partir da experiência cotidiana (KIRSCH; SCHNEIDER, 2016). Nesse contexto, a cooperação comunitária, o sentimento de pertença e a gestão *bottom-up* (de baixo para cima) que inclui a auto-organização dos atores na implementação de ações coletivas contra a crise climática são atributos que também apoiam a resiliência (MCMANUS *et al*. 2012).

Estas definições são influenciadas pelas redes de solidariedade e organização social, as quais impactam as múltiplas atividades das comunidades e o desenvolvimento rural. À vista disso, a integração de ações voltadas à melhoria de sua resiliência pode ser aperfeiçoada por intermédio de ferramentas de gestão de riscos, capacitação de gestores e cidadãos, eficiência de recursos na agricultura e estratégias de adaptação (FAO, 2019; CARNIATTO*;* SAKAI; SAKAI, 2019).

Deste modo, o acesso a múltiplos tipos de recursos fortalecem mudanças nos sistemas e operações rurais, consequentemente, ligados à resiliência climática, que se desdobra na urgente necessidade de "[…] *engajamento produtivo entre as comunidades locais e o governo em trajetórias adaptativas e resilientes que possam contestar assimetrias de poder e promover espaços inclusivos de tomada de decisão*" (TORRES *et al*. 2021, p. 162). Como elemento de transformação e aprendizado, a resiliência precisa abranger a persistência, o rearranjo das estruturas e estratégias melhoradas, alicerçado ao reconhecimento de novos caminhos que emergem cotidianamente, no âmbito desta realidade (FOLKE, 2006; PLUMMER; BAIRD, 2021).

A gestão preventiva de riscos e impactos das mudanças climáticas é fundamental para a manutenção dos envolvidos e atividades produtivas, no curto, médio e longo prazo, especialmente com implicações para o desenvolvimento sustentável (CARNIATTO*;* SAKAI; SAKAI, 2019). Assim, se estabelecem ações potenciais para o enfrentamento das mudanças, por meio de intervenções nos planejamentos territoriais e gestão sustentável dos recursos naturais, por exemplo (JACOBI, 2012; LAMPIS *et al*. 2020).

A oferta de incentivos e iniciativas públicas frente às mudanças climáticas são indispensáveis, para reduzir o agravamento dos impactos nos meios de subsistência dos agricultores e fortalecer os grupos desfavorecidos à luz da justiça social (ONU, 2016), com ênfase na integração de caminhos viavelmente sustentáveis de uma agricultura inclusiva, resiliente, produtiva no âmbito da segurança alimentar, com qualidade ambiental e de vida (ARTAXO, 2020), em múltiplas atividades e setores.

3 METODOLOGIA

Para explorar aspectos da resiliência climática na agricultura familiar e sua coesão para o desenvolvimento rural sustentável, realizamos uma revisão de escopo na literatura. Esse método é adequado para mapear o estado da arte, preencher lacunas de conhecimento, identificar evidências disponíveis sobre um determinado tópico (ARKSEY; O'MALLEY, 2005; MUNN *et al*. 2018). A revisão de literatura permitiu a síntese da bibliografia existente e é útil porque explicita ao leitor a proeminência da temática. Segundo Holmgren, D’amato e Giurca (2020) as publicações científicas constituem um excelente princípio para explorar quaisquer áreas de pesquisa.

A literatura revisada foi de 2000 a 2021, com base nas recomendações do PRISMA, que é um protocolo internacional para revisões sistemáticas e meta-análise, o qual compreende três etapas principais: identificação, triagem e inclusão (PAGE *et al*. 2021). O período foi escolhido porque as áreas de pesquisa ligadas às mudanças climáticas ganharam ritmo desde 2000, à medida que os pesquisadores lutavam para descobrir como as mudanças climáticas impactariam diferentes setores. Também aplicamos o método ATD aos estudos selecionados para analisar o conteúdo qualitativo e responder às questões de pesquisa.

3.1 CRITÉRIOS DE IDENTIFICAÇÃO, ELEGIBILIDADE E TRIAGEM

Este estudo tem caráter bibliográfico e foi desenvolvido apenas com base em dados secundários para contextualização do tema. A revisão de literatura foi conduzida usando seis bases de dados *online*, a saber: i) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); ii) Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); iii) *Web of Science*; iv) Scopus; v) *Directory of Open Access Journal* (DOAJ); e, vi) *Scientific Electronic Library Online* (SciELO). Essas bases de dados foram selecionadas por apresentarem uma ampla gama de publicações em todo o mundo, nas diversas áreas do campo científico.

Além de artigos científicos, também foram realizadas buscas na literatura cinza, considerando teses de doutorado e dissertações de mestrado. A estratégia de busca consistiu em quatro grupos (Quadro 1) de expressões idiomáticas em português, inglês, francês e espanhol, combinadas entre si, sem aspas, utilizando o operador booleano 'AND'.

Os materiais foram coletados em janeiro de 2022, usando descritores como 'resiliência', 'mudanças climáticas' e 'agricultura familiar'. O uso de sinônimos para os termos 'mudanças climáticas' e 'agricultura familiar' também foi aplicado porque as palavras podem diferir nas bases de dados. Nesse caso, 'emergência climática' foi empregada nos quatro idiomas mencionados acima e *'family agriculture*' em inglês.

Quadro 1 – Termos de busca aplicados na revisão de literatura.

Idioma	Combinação de descritores			
Português	resiliência AND mudança climática AND agricultura familiar		resiliência AND emergência climática AND agricultura familiar	
Frances	résilience AND changement climatique AND agriculture familiale		résilience AND urgence climatique AND agriculture familiale	
Espanhol	resiliencia AND cambio climático AND agricultura familiar		resiliencia AND emergencia climática AND agricultura familiar	
Inglês	resilience AND climate change AND family farming	resilience AND climate emergency AND family farming	resilience AND climate change AND family agriculture	resilience AND climate emergency AND family agriculture

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A identificação inicial foi feita por meio da leitura dos títulos e subtítulos, resumos e palavras-chave, considerando para esta revisão aquelas que apresentavam pelo menos um dos descritores nesses elementos. A triagem seletiva concentrou-se nos estudos cujo conteúdo correspondia ao objetivo deste estudo. Ou seja, aqueles que trouxeram os seguintes aspectos relacionados à resiliência climática

na agricultura familiar: adaptação e mitigação de extremos climáticos, instrumentos de política, oportunidades, intervenções agrícolas e gestão de recursos hídricos.

A análise integral realizada a partir da leitura minuciosa dos textos completos enfocou estudos primários voltados para estratégias e priorização de ações para a agricultura familiar na promoção do desenvolvimento sustentável, identificando elementos ambientais, sociais ou políticos que afetam a resiliência climática das comunidades rurais e estudos abordando as limitações enfrentadas em todo o mundo.

Os textos excluídos foram aqueles em duplicata, capítulos de livros, resumos de eventos científicos, revisões de literatura, em outros idiomas e indisponíveis na íntegra no momento da coleta. Além disso, estudos especificamente relacionados a gênero, juventude, segurança alimentar, técnicas experimentais aplicadas às ciências agrícolas, resiliência de espécies animais e vegetais, biogeoquímica, meteorologia, pandemia de Covid-19, comunidades indígenas e costeiras foram excluídos devido a abordagens e contextos relacionados. Nas seis bases de dados *online* pesquisadas, 705 estudos foram identificados usando estratégias de busca sistemática (Tabela 1).

Tabela 1 – Registros da triagem realizada nesta revisão de escopo, conforme combinação dos descritores com retorno de resultados.

Base de dados	Combinação de descritores com retorno de arquivo	Estudos recuperados	Lidos na íntegra	Excluídos	Estudos elegidos
Web of Science	resilience AND climate change AND family farming OR resilience AND climate change AND family agriculture	255	42	30	12
Scopus	resilience AND climate change AND family farming OR resilience AND climate change AND family agriculture	78	8	4	4
Periódicos Capes	resiliência AND mudança climática AND agricultura familiar OR resilience AND climate change AND family farming OR resilience AND climate change AND family agriculture OR resilience AND climate emergency AND family farming	340	12	11	1
BDTD	resiliência AND mudança climática AND agricultura familiar OR resiliência AND emergência climática AND agricultura familiar	8	7	4	3
SciELO	resilience AND climate change AND family farming OR resiliência AND mudança climática AND agricultura familiar OR resiliência AND cambio climático AND agricultura familiar	5	4	3	1
DOAJ	resiliência AND cambio climático AND agricultura familiar OR resilience AND climate change AND family farming OR resilience AND climate change AND family agriculture	19	6	4	2
	Total	705	79	56	23

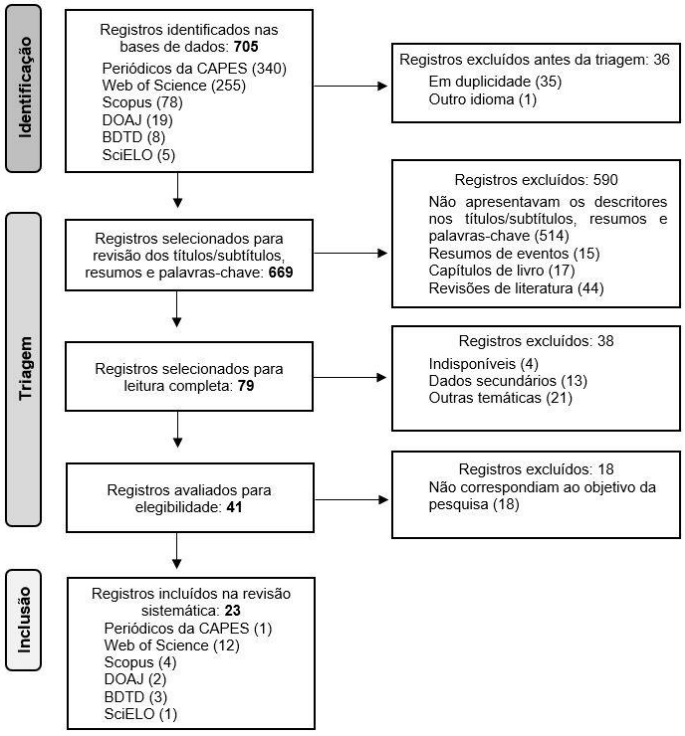
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Na exclusão primária, realizada apenas pela triagem dos títulos, foram removidos 35 estudos duplicados e um foi removido por estar em idioma diferente do estabelecido nos critérios. Ao revisar os títulos, subtítulos, resumos e palavras-chave dos 669 estudos restantes, um total de 590 foram excluídos por não apresentarem pelo menos dois descritores nos títulos, subtítulos, resumos e palavras-chave e por serem capítulos de livros, resumos de eventos científicos e revisões de literatura.

Uma leitura completa foi realizada nos 79 estudos restantes. Nessa etapa, outros 38 foram excluídos por não estarem disponíveis para *download* na íntegra, apresentarem dados secundários ou tratarem de outros temas. Na última etapa de triagem, 18 dos 41 estudos foram excluídos por apresentarem abordagens não alinhadas com o objetivo deste estudo.

Os motivos comuns para exclusão incluíam a ausência de dados sobre a resiliência do sistema de agricultura familiar às mudanças climáticas, comparação de características geomorfológicas de agroecossistemas ou descrições pouco claras das variáveis estudadas. Por exemplo, uma pesquisa que abordou a resiliência à urbanização, com foco em programas de formação e questões de saúde coletiva. O fluxograma PRISMA mostra os detalhes deste processo, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma que apresenta o protocolo adotado na revisão sistemática de literatura sobre resiliência climática na agricultura familiar.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Um total de 23 estudos científicos foram incluídos e analisados nesta revisão. Todos eles atenderam aos critérios de seleção estabelecidos.

3.2 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS

Os dados coletados dos estudos forneceram informações cruciais para a análise. Os estudos selecionados foram importados para o *software* MAXQDA® Pro 2022 para auxiliar na organização e análise qualitativa dos dados. A análise dos dados seguiu a técnica ATD descrita por Moraes e Galiazzi (2014), que consiste em um processo criativo, pois possibilita a construção de novos significados e a assimilação crítica dos fenômenos analisados. Esse tipo de análise desafia o pesquisador a ampliar o horizonte do tema.

A ATD é ancorada em três etapas auto-organizadas. A primeira é a unitarização do texto, definida como um processo que envolve a desconstrução dos principais discursos dos textos em unidades, constituídas por conteúdos similares. A segunda etapa inclui a categorização, que se baseia em um processo intuitivo e indutivo. Na categorização agrupam-se as unidades reorganizando-as por semelhança. A esta etapa se atribui o estreitamento das categorias. A terceira etapa inclui a comunicação, consiste no desenvolvimento do metatexto e expressa a compreensão do pesquisador em relação aos achados da pesquisa. O metatexto pode ser apresentado a critério do pesquisador e revela sentidos e significados originais sobre o que foi identificado ao longo do estudo (MORAES; GALIAZZI, 2014).

Este último é o resultado da interação entre as categorias finais, o objetivo do estudo, a captação e comunicação de um novo emergente, que se apresenta nos resultados, conforme recomendado neste método. A ATD destaca-se no campo hermenêutico como movimento interpretativo contextual. A principal vantagem dessa análise é sua ciclicidade e a produção de novos insights (SOUZA; VIEIRA, 2022).

Assim, a análise dos estudos foi realizada inicialmente por meio da função 'documento destacado em código' do *software* para estabelecer a desmontagem do *corpus* de texto, marcando os trechos relacionados ao objetivo da pesquisa e examinando-os detalhadamente. Em seguida, foram reorganizados em grandes temas ou categorias iniciais pela função 'novo código' para posterior análise. Para analisar os dados, organizamos os discursos relevantes, distribuídos em códigos envolvendo desafios demográficos, pobreza rural, riscos ambientais, participação

social, entre outros. Essa reorganização estabeleceu associações entre os elementos textuais destacados. Baseou-se na identificação das categorias intermediárias e finais, sistematizadas pela função 'resumos com segmentos codificados'.

Após a identificação das categorias emergentes, realizou-se uma leitura refinada para estabelecer conexões com o objetivo do estudo e construir o metatexto, fase de comunicação dos novos entendimentos gerados, conforme preconiza essa técnica. A última seção de resultados inclui um tópico específico detalhando o metatexto. A análise dos dados foi delineada em torno do objetivo da pesquisa.

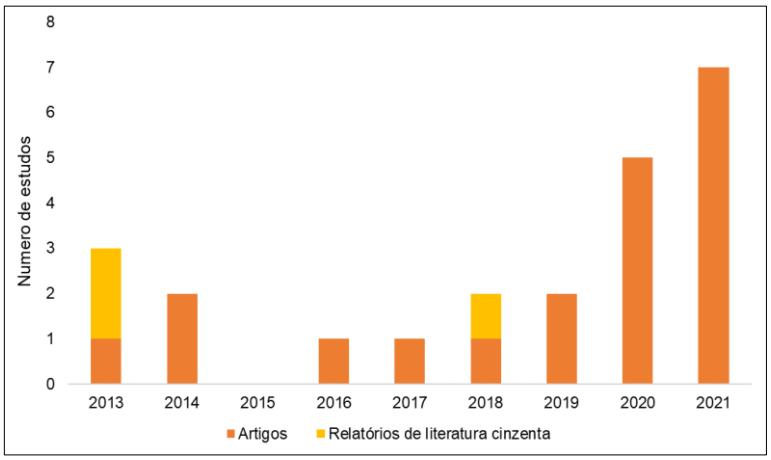
Os dados quantitativos foram preparados e analisados por estatística simples no *software* Microsoft Excel. O mapa-múndi foi gerado usando o *software* QGIS (versão 2.18) para representar a distribuição geográfica dos estudos incluídos.

4 RESULTADOS

4.1 CONSULTA LITERÁRIA

A atenção de pesquisas sobre as confluências da resiliência climática na agricultura familiar sob vários contextos e tipos de perspectivas para o desenvolvimento rural sustentável aumentou especialmente em 2020 (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Evolução das publicações de pesquisas sobre o tema resiliência dos agricultores familiares às mudanças climáticas.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

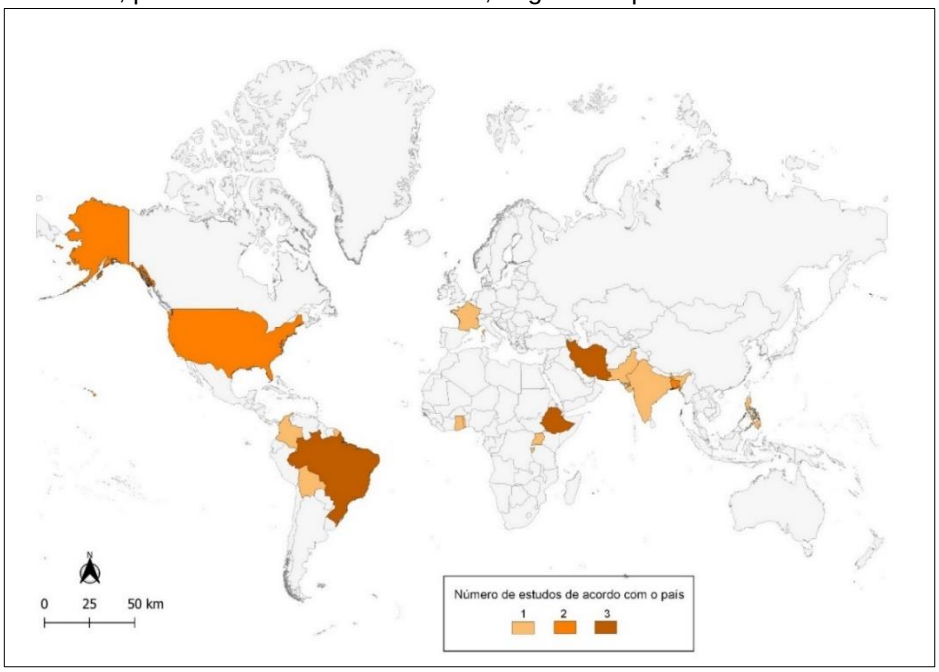
Nenhum estudo publicado antes de 2013 atendeu aos critérios de inclusão. Mais da metade dos estudos incluídos (*n* = 16) foram publicados entre 2018 e 2021. Embora com oscilações, há um crescimento em publicações na área. O conceito de mudança climática é abordado em diferentes campos. No entanto, de acordo com

Ahmed *et al*. (2021) convergiram recentemente com potenciais impactos no sistema de produção agrícola e como os agricultores respondem às mudanças do clima.

Discussões nesse âmbito ocorrem com mais frequência nos últimos anos porque o potencial de danos causados pelas mudanças climáticas vem evoluindo. Incorporou novos significados (ALI, 2021; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021), não apenas na questão ambiental, mas enfatizou como convergência para aspectos de justiça, na diversidade de contextos, atividades produtivas e populações vulneráveis, como a agricultura familiar (LINDOSO, 2013; GUYOT, 2018; OYEBOLA *et al*. 2021).

Constatamos que os 23 registros incluídos apresentaram uma variedade de abordagens e foram relatados nos continentes Americano, Africano, Asiático e Europeu. A distribuição espacial pode ser verificada na Figura 2.

Figura 2 – Mapa de distribuição espacial dos estudos analisados sobre resiliência climática no contexto da agricultura familiar, publicados entre 2000 e 2021, segundo o país e número de estudos.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Todos os estudos incluídos enfocaram áreas rurais e envolveram uma população total de aproximadamente 6.165 pessoas. Desses 23 estudos, 10 usaram o método qualitativo, sete usaram o método quantitativo, três não mencionaram claramente a abordagem metodológica e três relataram uma combinação de dados qualitativos e quantitativos. Um total de 20 estudos foram publicados em revistas científicas revisadas por pares e conduzidos em diferentes regiões do mundo. Os outros 03 documentos analisados são oriundos de pesquisas desenvolvidas em

programas de pós-graduação *stricto sensu*, sendo uma dissertação de mestrado e duas teses de doutorado, como se verifica no Quadro 2.

Quadro 2 – Lista de estudos revisados segundo o tipo de publicação, o país e a região de coleta de dados.

Tipo	País	Região	Referência
Artigo científico	Irã	Província de Fars Região de Zagros Província de Khorasan Razavi	Karimi, Karami e Keshavarz (2017) Zarei, Karami e Keshavarz (2020) Keshavarz e Moqadas (2021)
	Etiópia	Bacia do Nilo Zona Wolaita Estado de Tigrai	Asmare, Teklewold e Mekonnen (2019) Bedeke *et al*. (2019) Gebru *et al*. (2020)
	Estados Unidos	Condado de Chatham Estados de Indiana, Michigan e Ohio	Bulla e Steelman (2016) Valliant *et al*. (2021)
	Bangladesh	Raydas Bari Char Distritos de Kurigram e Lalmonirhat	Ahmed *et al*. (2021) Mamun *et al*. (2021)
	Burundi	Província de Kirundo	Minani, Rurema e Lebailly (2013)
	Colômbia	Municípios de Gómez Plata, Yolombó, Santa Rosa de Osos, Santo Domingo e Amalfi	Turbay *et al*. (2014)
	Bolívia	Município de Alto Beni	Jacobi *et al*. (2014)
	Filipinas	Província de Negros Occidental	Heckelman, Smukler e Wittman (2018)
	Paquistão	Província de Punjab	Naqvi (2020)
	França	Bretanha, Aveyron e Normandia	Perrin, Milestad e Martin (2020)
	Gana	Distritos de South Tongu e Zabzugu	Zakaria *et al*. (2020)
	Togo	Distritos de Tone, Kpendjal, Tandjouare, Keran, Doufelgou, Kozah, Sotouboua, Tchamba e Blitta	Ali (2021)
	Índia	Estados de Arunachal Pradesh Meghalaya, Tripura, Assam, Manipur, Sikkim, Nagaland e Mizoram	Bhalerao *et al*. (2021)
	Uganda	Distritos de Kibuku e Gulu	Oyebola *et al*. (2021)
Dissertação	Brasil	Estado do Rio Grande do Norte	Andrade (2013)
Tese		Estados do Ceará e Pernambuco	Lindoso (2013)
		Estado da Bahia	Guyot (2018)

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os estudos incluídos forneceram elementos importantes para a sucessão familiar rural (GUYOT, 2018), compreensões dos agricultores (MAMUN *et al.* 2021), diversificação agrícola (ASMARE; TEKLEWOLD; MEKONNEN, 2019; PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020; ALI, 2021; VALLIANT *et al.* 2021), adaptações e oportunidades de troca de conhecimentos (MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; TURBAY *et al.* 2014; KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017; BEDEKE *et al*. 2019; NAQVI, 2020; ZAREI; KARAMI; KESHAVARZ, 2020; AHMED *et al*. 2021; BHALERAO

et al. 2021; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021; OYEBOLA *et al.* 2021), energia renovável (BULLA; STEELMAN, 2016), escassez de água (ANDRADE, 2013; LINDOSO, 2013; GEBRU *et al.* 2020), agroecologia (GUYOT, 2018), programas de capacitação sobre mudança climática (ZAKARIA *et al.* 2020) e produção orgânica (JACOBI *et al.* 2014; HECKELMAN*;* SMUKLER; WITTMAN, 2018).

A maioria dos estudos mencionou orientações para políticas públicas de resiliência climática rural ou gestão de riscos climáticos ao nível local por medidas focais (Quadro 3).

Quadro 3 – Estudos revisados que se referem à orientação de diretrizes para políticas públicas de resiliência climática rural e gestão de riscos climáticos no nível local.

Medidas de foco	Referências
Reduzir as vulnerabilidades dos sistemas de produção e melhorar os meios de subsistência dos agricultores	Lindoso (2013) Ahmed *et al*. (2021)
Apoio ao desenvolvimento de associações locais	Minani, Rurema e Lebailly (2013)
Suporte para uma agricultura climaticamente inteligente	Turbay *et al*. (2014)
Acessibilidade facilitada de crédito e seguro rural	Guyot (2018) Zakaria *et al*. (2020) Ali (2021)
Extensão rural, consultoria, apoio técnico e capacitação para diversificação das práticas agrícolas	Karimi, Karami e Keshavarz (2017) Asmare, Teklewold e Mekonnen (2019) Bedeke *et al*. (2019) Zarei, Karami e Keshavarz (2020) Oyebola *et al*. (2021)
Melhorias na infraestrutura física, como estradas rurais	Gebru *et al*. (2020)
Melhorar o capital humano, social e financeiro da agricultura familiar	Naqvi (2020) Keshavarz e Moqadas (2021)
Tecnologias que maximizam lucros e proteção ambiental	Bhalerao *et al*. (2021)

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Esta constatação implica na necessidade de formular propostas locais estruturadas e programas formais para apoiar diferentes ações e iniciativas significativas para questões climáticas emergentes e mudanças ambientais. Isso sugere que a garantia de convergências deve ser engajada no avanço da produção agrícola com base na sustentabilidade, que considera os aspectos econômicos, sociais, políticos, ambientais e outros, para explorar novas oportunidades e superar desafios nas comunidades rurais relacionadas às mudanças climáticas.

Por outro lado, apenas os estudos de Andrade (2013) e de Guyot (2018) mencionam diretamente o termo Desenvolvimento Rural Sustentável. Os outros 21 estudos descrevem questões associadas às abordagens conceituais e princípios defendidos neste campo, como sustentabilidade agrícola, sistemas agrícolas sustentáveis, gestão agrícola sustentável, sistema sustentável, produção sustentável,

desenvolvimento sustentável ou agricultura sustentável. Esses resultados indicam a necessidade de mais pesquisas para explorar o conceito de Desenvolvimento Rural Sustentável e seu papel no combate às mudanças climáticas.

4.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A AGRICULTURA FAMILIAR NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Os 23 estudos identificados nesta revisão vincularam elementos prioritários para resiliência climática na agricultura familiar. No entanto, alguns recomendaram a necessidade de melhorar as redes locais organizadas e eficientes de comercialização e produção, que não se limitem a motivações técnicas e socioeconômicas, mas que auxiliem a agricultura familiar a estabelecer mecanismos sustentáveis de cultivo, produção de autoconsumo e ação participativa (ANDRADE, 2013; MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; JACOBI *et al.* 2014). Esses esforços externos devem ser multilaterais para fortalecer e flexibilizar as políticas de sustentabilidade, aplicáveis e voltadas para as demandas das comunidades rurais.

Tais direções envolvem intervenções precoces de implementação de ações climáticas locais para incorporar tecnologias de adaptação ao clima (ALI, 2021; MAMUN *et al.* 2021), desenvolver sistemas de produção familiar rural lucrativos e justos (LINDOSO, 2013), fortalecer a agroecologia, a agricultura orgânica, o conhecimento local (JACOBI *et al.* 2014; GUYOT, 2018; HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018) e melhorar a conexão entre ciência, planejamento de políticas, ações de gestores e necessidades comunitárias (BEDEKE *et al.* 2019).

O cultivo de safras de verão e o acesso a oportunidades de emprego não agrícola podem fornecer renda suplementar, ajudando os agricultores a sobreviver em condições climáticas extremas (KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017; BHALERAO *et al.* 2021). As agências agrícolas municipais devem incentivar a irrigação suplementar das culturas com água da chuva, pelo uso de cisternas, que pode aumentar os rendimentos e reduzir o risco de perda de colheita e inundações (GEBRU *et al.* 2020).

Notamos que famílias com jovens envolvidos em atividades agrícolas (VALLIANT *et al.* 2021), membros de organizações locais (MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; ZAKARIA *et al.* 2020; OYEBOLA *et al.* 2021) ou uma ampla conexão social com amigos, comunidade e família (BULLA; STEELMAN, 2016) são mais

receptivos à adoção de práticas produtivas adaptadas ao clima e à diversificação produtiva. Fatores socioeconômicos como nível de escolaridade, acesso a recursos, informações atualizadas sobre agricultura, alerta de desastres, uso de smartphones para fins agrícolas, grau de autonomia de investimento, oficinas de treinamento e extensão, seguro agrícola (ANDRADE 2013; KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017; BEDEKE *et al.* 2019; GEBRU *et al.* 2020; NAQVI, 2020; ZAKARIA *et al.* 2020; AHMED *et al.* 2021; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021; OYEBOLA *et al.* 2021) e as compreensões ambientais influenciam como os agricultores lidam com as mudanças climáticas (ANDRADE, 2013; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021).

Com isso, a importância de investir no empoderamento das famílias rurais deve ser considerada nas agendas científica, política e social, pois essa ação tende a influenciar diretamente no desenvolvimento de respostas e estratégias contextualizadas para superar os desafios cotidianos do produtor, especialmente para reduzir danos agrícolas e pecuários.

As principais barreiras que afetam a resiliência climática na agricultura familiar foram discutidas e analisadas nos estudos incluídos nesta revisão. Esses desafios estão geralmente associados a incentivos políticos de apoio à agricultura familiar, como certificação de produtos, apoio financeiro, manejo sustentável, conhecimento e informações sobre o clima local, escoamento da produção, preço dos insumos agrícolas (TURBAY *et al*. 2014; ALI, 2021; BHALERAO *et al*. 2021).

Outros desafios que afetam a resiliência climática incluem ações generalistas com a pobreza rural, falta de *know-how*, privação ou acesso inadequado a terras aráveis e diminuição do papel do estado (LINDOSO, 2013; MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018; BEDEKE *et al.* 2019; ZAREI; KARAMI; KESHAVARZ, 2020; BHALERAO *et al.* 2021), bem como acesso facilitado a ferramentas agrícolas, espécies melhoradas geneticamente e uso inadequado de insumos (OYEBOLA *et al*. 2021). Além disso, os fatores limitantes mais evidentes incluem acesso a mercados, capital humano e financeiro (ANDRADE, 2013; MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; TURBAY *et al.* 2014; GUYOT, 2018; PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020; ALI, 2021; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021).

Aumento de pragas, propagação de doenças, ervas daninhas, erosão do solo, redução da fertilidade do solo, secas (GEBRU *et al.* 2020; ZAKARIA *et al.* 2020; BHALERAO *et al.* 2021; MAMUN *et al.* 2021) inundações (AHMED *et al*. 2021; OYEBOLA *et al.* 2021) e o aumento da temperatura (JACOBI *et al.* 2014) constituem

os principais desafios das práticas agronômicas. Tecnologias e práticas de manejo adequadas otimizam o uso dos recursos naturais (LINDOSO, 2013), e a diversificação de cultivos além de reduzir os impactos das mudanças climáticas auxilia no aumento da renda agrícola, redução da carga de trabalho e disponibilidade de tempo para lazer (ASMARE; TEKLEWOLD; MEKONNEN, 2019).

Por outro lado, a migração temporária e a venda de mão de obra agrícola ou não agrícola são estratégias de complementação de renda que influenciam fortemente na implementação de ações adaptativas e oportunidades de novos aprendizados em outras fazendas e regiões. Altos níveis de agro biodiversidade e registro de práticas agrícolas eficientes nas propriedades devem ser considerados para ajudar a melhorar a resiliência climática (HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018). Isso apoia a evidência de que diversos caminhos devem ser explorados para gerar ações adaptativas sinergicamente robustas para reduzir os choques climáticos.

4.3 AÇÕES DE ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Uma vez que a resiliência climática é fundamental no contexto atual e está relacionada com a capacidade de adaptação aos riscos climáticos nos sistemas agrícolas, incluímos em nossa análise adaptações descritas na literatura revisada. Elas fornecem elementos importantes em diferentes contextos. Por exemplo, o uso de sistemas mistos de cultivos vegetais, alteração no tipo de variedades, sementes melhoradas com maturidade precoce ou tolerantes à seca, ajustes na data de plantio, sistema de plantio em linha, integração lavoura pecuária (ZAKARIA *et al.* 2020; ALI, 2021), práticas de conservação do solo, da água e de controle de erosão foram descritas (MINANI; RUREMA; LEBAILLY, 2013; HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018; BEDEKE *et al*. 2019; BHALERAO *et al*. 2021). Reduzir a área cultivada e evitar segunda safra também pode auxiliar na melhoria da adaptação aos riscos climáticos (KESHAVARZ; MOQADAS, 2021).

Estudos apontaram para a instalação ou alteração no sistema de irrigação (PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020; ZAREI; KARAMI; KESHAVARZ, 2020; MAMUN *et al.* 2021), rotação de culturas, uso de variedades de ciclo curto (LINDOSO, 2013; AHMED *et al.* 2021), produção escalonada, cobertura vegetal (TURBAY *et al.* 2014), sucessão de culturas, proteção de cultivos com painel fotovoltaicos para

geração de energia solar (BULLA; STEELMAN, 2016), canteiros hortícolas circulares (ANDRADE, 2013) e plantio na área de vazante (LINDOSO, 2013).

Além disso, sistemas de cultivo mínimo e em faixa, adubação verde (ZAKARIA *et al*. 2020), policultura, fertilização orgânica (BULLA; STEELMAN, 2016; ASMARE; TEKLEWOLD; MEKONNEN, 2019; ALI, 2021; VALLIANT *et al.* 2021), alterações de fertilizantes e pesticidas (MAMUN *et al.* 2021), fabricação caseira de insumos como sementes, métodos de controle de pragas e doenças, fertilizantes naturais, banco de sementes locais (HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018), plantio de árvores (JACOBI *et al*. 2014; AHMED *et al.* 2021) e recuperação de áreas degradadas (TURBAY *et al*. 2014; GUYOT, 2018), estão documentados.

De modo geral, na criação de animais, os agricultores aumentam a diversidade genética (PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020), adotando novos abrigos (BHALERAO *et al.* 2021) e mudanças na época da primeira criação (OYEBOLA *et al.* 2021). A pecuária vem adotando diversas estratégias, tais como: pastejo rotacionado e de resíduos pós-colheita, rebanho misto, cultivo de forrageiras para suplementação alimentar, compra de ração (KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017), deslocamento dos rebanhos para pastagens de vazante, produção e armazenamento de feno, ensilagem (LINDOSO, 2013), redução do número de animais e mudanças de ingredientes da ração (KESHAVARZ; MOQADAS, 2021). Outra adaptação é a aquisição de novas pastagens para reduzir a pressão nas áreas agricultáveis (PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020). Além disso, piscicultores fazem a aplicação esterco bovino nos tanques, utilizando espécies de melhor qualidade e alterando o calendário de despesca (BHALERAO *et al*. 2021).

A captação de água da chuva (AHMED *et al.* 2021) e de estradas rurais (GEBRU *et al.* 2020) *in situ* (LINDOSO, 2013) ou em cisternas (ANDRADE, 2013; GUYOT, 2018) estão documentadas. Outras famílias construíram reservatórios de água (PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020), aprofundaram poços ou compraram água extra (LINDOSO, 2013; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021).

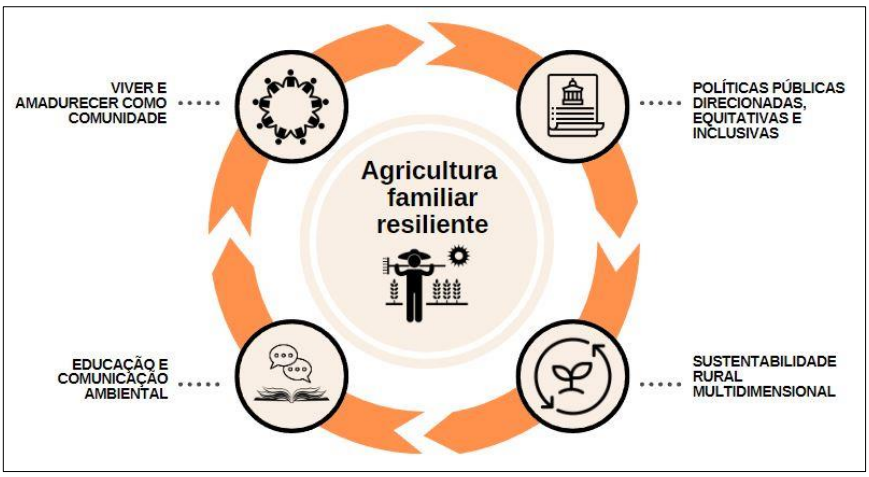
Os dados sugerem que as mudanças climáticas forçam os agricultores a migrar temporariamente em busca de renda não agrícola e esta é uma parte relevante da estratégia socioeconômica das famílias rurais (KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021; MAMUN *et al.* 2021). Tais evidências requerem visões alternativas de como fortalecer comunidades rurais sustentáveis com importantes combinações e caminhos para a resiliência climática significativa.

4.4 AGRICULTURA FAMILIAR SUSTENTÁVEL SE MOSTRA RESILIENTE AO CLIMA, MAS VULNERÁVEL – METATEXTO

Aumentar a resiliência climática na agricultura familiar incorpora um grande desafio relacionado à complexidade das transformações necessárias para garantir a produção de alimentos com menor impacto nos ecossistemas e ao clima. Esses avanços, por outro lado, precisam ser robustos, integrados a estruturas interdisciplinares, intersetoriais, sistêmicas e consistentes com o desenvolvimento rural sustentável. A mudança climática é um desafio comum para a agricultura em muitas partes do globo, em diferentes níveis de impacto e setores afetados.

A interpretação dos dados submetidos à ATD possibilitou a identificação de componentes para apoiar a resiliência climática em contextos familiares rurais. A partir da categorização dos códigos, este estudo identificou 4 categorias finais, organizadas pela fusão de elementos presentes nos 23 estudos analisados. A agricultura familiar resiliente consiste na interação de fatores socioeconômicos, políticos e ambientais que podem fornecer contribuições relevantes para o sucesso de comunidades rurais sustentáveis e para o desenvolvimento territorial resiliente ao clima (Figura 3).

Figura 3 – Dimensões conceituais que contribuem e constituem a capacidade transformadora no contexto da resiliência dos agricultores familiares às mudanças climáticas para promover o desenvolvimento rural sustentável.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Resumimos essas quatro dimensões em tópicos:

(a) Educação e comunicação ambiental: numa perspectiva formativa, a resiliência climática é influenciada pela qualidade da informação transmitida aos pares, pela internalização e representação dos contextos. Está diretamente

relacionado ao conhecimento dos agricultores. Proporcionar oportunidades significativas de educação ambiental crítica, valorizando o conhecimento ambiental local e o diálogo de saberes, reflete a pluralidade e a construção de uma educação inovadora e transdisciplinar, capaz de proporcionar a leitura crítica da realidade e a compreensão de que as mudanças climáticas não são apenas mudança, mas emergência. Fortalecer o pensamento sistêmico e a criticidade em processos comunicativos dinâmicos com linguagens claras, focadas e libertadoras é fundamental para suprimir as lacunas limitantes do potencial de resiliência das comunidades rurais. Nesta categoria, vemos pontos críticos que merecem atenção. Por exemplo, a necessidade de aumentar o conhecimento das famílias rurais sobre mudanças climáticas, acesso à informação (KESHAVARZ; MOQADAS, 2021) e usar ferramentas pedagógicas em programas e projetos educacionais para construir comunidades e sistemas agrícolas mais resilientes ao clima (PERRIN; MILESTAD; MARTIN, 2020).

(b) Viver e amadurecer como comunidade: nesta interpretação, a resiliência climática requer mais do que técnicas, estratégias ou aparatos tecnológicos. Exige, acima de tudo, que o ser humano tenha mais respeito pelo planeta terra, e empatia pelo próximo. A forma como se constroem as relações e como as famílias rurais organizam especificamente suas práticas no sistema de trabalho rural remetem à descoberta do real significado da convivência em comunidade, seja no âmbito familiar, na divisão de tarefas ou demais relações existentes. A gestão responsável e cuidadosa do ecossistema e a resiliência às mudanças climáticas precisam considerar o amadurecimento coletivo da compreensão de que existe uma comunidade planetária. A título de exemplo, esta categoria expressa a necessidade de ações conjuntas de resiliência, como bancos coletivos de sementes, fortalecendo relações de confiança e apoio entre agricultores e comunidade, que podem contribuir para a troca de insumos ou mão de obra (por exemplo, após eventos climáticos extremos) ou para o sustento de agricultores que precisam comercializar seus produtos em pequena escala (BULLA; STEELMAN, 2016). Tais conexões aumentam a capacidade de organização e cooperação, bem como o compartilhamento de experiências resilientes bem-sucedidas (BEDEKE *et al.* 2019).

(c) Sustentabilidade rural multidimensional: a conjuntura de resiliência climática na agricultura familiar retrata principalmente uma noção de produção diferente daquela a que estamos acostumados. Exige a adoção de práticas produtivas ambientalmente adequadas, em defesa de um sistema alimentar saudável e

sustentável. Além disso, defende a necessidade de disseminar a agricultura orgânica diversificada e uma série de serviços ecossistêmicos, como proteção do solo, uso do controle biológico, eficiência hídrica e turismo rural. A sustentabilidade rural multidimensional precisa ser entendida além de sua estrutura conceitual. É robusto porque contempla novas dimensões e valores constantemente ressignificados nos sistemas de agricultura familiar. Apoiar boas práticas agrícolas e a produção sustentável, garantindo produtividade e qualidade são caminhos a serem contemplados, como, por exemplo, estimular sistemas agroflorestais de produção (ALI, 2021) e utilizar água da chuva na irrigação para garantir a eficiência hídrica (GEBRU *et al.* 2020), aumentando a diversidade de métodos para produção orgânica e estímulo à sustentabilidade agroambiental (HECKELMAN; SMUKLER; WITTMAN, 2018) com intervenções de longo prazo para o desenvolvimento rural contextualizado.

(d) Políticas públicas equitativas e inclusivas: a resiliência climática sustentável deve estar vinculada a políticas públicas em intervenções rurais locais, integradas e orientadas para o contexto que proporcionem a participação efetiva da comunidade, jovens, mulheres e outros grupos vulneráveis, na construção de programas específicos que atendam às suas necessidades. Essas experiências precisam estar associadas à adoção de práticas e tecnologias acessíveis e sustentáveis, fortalecendo simultaneamente as redes de produção e comercialização resilientes ao clima em um pacote de desenvolvimento territorial. Por exemplo, estudos chamam a atenção para a incorporação dos agricultores nas discussões de formulação de políticas públicas (AHMED *et al.* 2021), propostas que consideram a heterogeneidade nos sistemas de produção (ASMARE; TEKLEWOLD; MEKONNEN, 2019) e a urgência da interação contínua das partes interessadas, tensionando o aprimoramento de ações políticas em vários segmentos para a resiliência climática (ZAREI; KARAMI; KESHAVARZ, 2020).

Essas indicações de engajamento devem garantir a relação diferenciada com a terra, promovendo um sistema alimentar justo e inclusivo (BULLA; STEELMAN, 2016) capaz de combinar produtividade, resiliência e sustentabilidade na agricultura (ZAKARIA *et al*. 2020). Entende-se que o principal argumento aglutinador das quatro categorias é que a resiliência climática da agricultura familiar no contexto do Desenvolvimento Rural Sustentável é um processo dialógico, coletivo, político, formativo e em constante mudança que requer robustez local. Isso inclui a estruturação de planos de ação e intervenções específicas (JACOBI *et al*. 2014).

5 DISCUSSÃO

A resiliência climática, reconhecida como um grande desafio do século XXI, surgiu como correlacionada com alternativas viáveis dentro dos sistemas produtivos e oportunidades de melhoria, em termos de estratégias de adaptação para auxiliar os meios de subsistência das famílias. Particularmente, o desafio é entender as dinâmicas locais e regionais de forma integrada e executar ações sólidas, capazes de integrar vieses para romper barreiras impostas pelas mudanças climáticas e ambientais (THOMPSON-HALL; CARR; PASCUAL, 2016; SINGH *et al.* 2021).

Assim, diante da intensificação dos debates sobre resiliência climática nos últimos anos, outros estudos anteriores buscaram vincular a agricultura familiar para garantir a soberania alimentar. Por exemplo, Ploeg (2014) descreve que a pluriatividade dos meios de subsistência e a extensa relação dos agricultores familiares com a natureza local são elementos que podem colaborar com a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade local, refletindo diretamente no movimento de enfrentamento das mudanças climáticas.

No entanto, esses estudos não estavam focados em compreender as dimensões estabelecidas entre a resiliência climática na agricultura familiar sob a perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Em nossa pesquisa, realizamos uma revisão de escopo da literatura global, usando uma estrutura sistemática de busca e seleção para lançar luz sobre a microdinâmica que incorpora esse tópico.

Observamos que a resiliência às mudanças climáticas é estimulada principalmente pela diversidade de culturas e biodiversidade local. Semelhante às concepções de Altieri e Nicholls (2021) e Joshi *et al*. (2021) a monocultura e o uso intensivo de insumos químicos representam o elemento central de desabilitação da resiliência nos sistemas agrícolas, especialmente aos desastres biológicos e naturais.

Nossos resultados mostraram que, em geral, as ações de adaptação se expressam como soluções conectadas com as experiências das comunidades, tecnologias disponíveis, modos de manejo e cultivo. Isso ocorre porque agricultores em diferentes contextos têm experiências diversas, que influenciam a compreensão de risco climático e os comportamentos de adaptação.

Sem dúvida, facilitar o acesso a insumos agrícolas, incrementar tecnologias e equipamentos, incentivar práticas agrícolas e pecuárias alternativas são passos importantes para apoiar uma agricultura resiliente (MENSAH *et al.* 2021; ABBASS *et*

al. 2022; TIET; TO-THE; NGUYEN-ANH, 2022). Esse resultado sugere que os agricultores tendem a buscar soluções técnicas e estratégias de manejo com base em suas necessidades, impactos percebidos e recursos disponíveis.

Diante de diferentes cenários climáticos, é preciso focar em práticas rurais resilientes e combinadas para a melhoria sustentável dos sistemas produtivos. Esforços básicos de pacotes agronômicos apropriados são críticos para manter o equilíbrio do ecossistema e a adaptação às mudanças climáticas (SINGH *et al.* 2022).

Nossos resultados mostram que, conforme a literatura, quatro elementos principais oferecem as principais direções que precisam ser consideradas para que os sistemas agrícolas se tornem mais resilientes ao clima. Na perspectiva do Desenvolvimento Rural Sustentável destaca-se a relevância de melhorar as estruturas sociais, políticas e econômicas inerentes à sustentabilidade para a redução das desigualdades e da pobreza (SMITH; NANDWANI; KANKARLA, 2017; ARYAL *et al.* 2020). Esses resultados também confirmam os achados de Gach (2019) e Mensah *et al.* (2021), que indicam que ampliar a voz dos sujeitos nos planos de políticas e derrubar as barreiras de acesso que limitam a agricultura familiar é fundamentalmente uma dimensão da justiça climática, que colabora com a capacitação para enfrentar os desafios com maior confiança.

No entanto, este estudo identificou que os maiores desafios para a resiliência da comunidade rural são a disponibilidade de recursos financeiros, informações, conhecimento e a falta de incentivos políticos eficazes, acesso a mercados e serviços de crédito. Esse resultado é consistente com a literatura existente, de que a qualidade da estrutura local e o envolvimento do governo são críticos para a redução de riscos e adaptação às mudanças climáticas (ABBASS *et al.* 2022; DHANYA; RAMACHANDRAN; PALANIVELU, 2022; TIET; TO-THE; NGUYEN-ANH, 2022). Isso sugere que esforços e estratégias políticas específicas são essenciais.

Nessa perspectiva, Milhorance, Sabourin e Mendes (2021) observaram que, embora a formulação de políticas de resiliência climática combine a articulação de diferentes setores e a busca pelo desenvolvimento territorial, as prioridades partidárias e divergências fragilizam a incorporação de esforços. Outro impasse diz respeito à criação de iniciativas abrangentes que não envolvem governos, secretarias e associações de municípios e desconsiderem o avanço das mudanças climáticas. Portanto, torna-se relevante alinhar agendas climáticas com os atores envolvidos, criando espaços de comunicação e mobilização sobre resiliência climática.

Este estudo identificou que a oferta de educação de qualidade está associada a melhores capacidades adaptativas. Esses achados estendem-se aos encontrados por Pérez, Cartea e Gaudiano (2020), Tagliapietra, Carniatto e Bertolini (2021), Dhanya, Ramachandran e Palanivelu (2022), confirmando que a educação é um dos pontos críticos na tomada de decisão diante das mudanças climáticas e oferece contribuições significativas para o desenvolvimento rural sustentável.

Assim, as políticas e ações de adaptação climática devem vir acompanhadas de ações educativas, a começar pela extensão rural e serviços de assistência técnica. Entretanto, devem possuir objetivos que possam ampliar a troca de conhecimentos, experiências e habilidades para enfrentar os desafios da sustentabilidade (MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019; ARDOIN; BOWERS; WHEATON, 2022).

Constatamos que a falta de envolvimento dos agricultores nas instituições e associações de classe locais também limita suas perspectivas de melhorar as redes sociais, o conhecimento e a capacidade de adaptação. Nesse contexto, fortalecer a participação dos agricultores em grupos e organizações sociais, a partir de redes de atores locais, é fundamental para a formulação de ações transformadoras, pois essa atuação aumenta o acesso ao apoio financeiro e a mobilização coletiva das comunidades para responder aos obstáculos (MILHOMENS; ÁVILA; CALDAS, 2021; SILICI *et al*. 2021; CARMEN *et al*. 2022), como eventos climáticos extremos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sintetizou a dinâmica teórica das discussões científicas sobre resiliência climática na agricultura familiar e sua relação com a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Embora o assunto tenha sido pouco associado diretamente ao termo desenvolvimento rural sustentável, pesquisas sobre agricultura de pequena escala resiliente e sustentável são destacadas e envolvem uma variedade de métodos, atividades de produção e regiões.

Nosso estudo demonstra que uma forte ênfase nas dimensões de comunicação significativa entre extensionistas, organizações sociais locais, cientistas, organizações não-governamentais e outros atores deve ser considerada. Conforme a revisão das publicações, políticas públicas co-produzidas e comunidades unidas, apoiadas por práticas agrícolas sustentáveis, contribuem para aumentar a resiliência. Os resultados reiteram, portanto, que a resiliência da agricultura familiar terá que ser

alcançada por meio de melhorias cotidianas nas configurações do desenvolvimento territorial a partir de uma perspectiva localmente inclusiva, equitativa e participativa.

Usar diferentes estratégias de adaptação, combinadas e contextualizadas, para superar os desafios climáticos, geralmente é eficiente, reduz impactos e fornece co-benefícios e sinergias. No entanto, os arranjos de adaptação devem integrar novas tecnologias, inovações e mecanismos para o setor, com base no planejamento de ações de longo prazo.

Os resultados obtidos confirmam que as mudanças climáticas tornam os sistemas agroalimentares vulneráveis. A forte articulação entre as prioridades do governo e as comunidades locais contribui para a resiliência climática no contexto do desenvolvimento rural sustentável e promover melhores condições de vida para as famílias agricultoras.

Os cenários das mudanças climáticas com especificidades distintas da agricultura e novas abordagens são importantes. Esforços sociais e políticos para reduzir os riscos climáticos na agricultura familiar poderiam se concentrar mais em planos de ação e projetos para áreas rurais, combinados com a implementação de ações para fortalecer a agricultura local. Isso inclui agregar valor à produção familiar, fortalecer os canais de comercialização e oferecer serviços de capacitação, para apoiar e aumentar suas chances de recuperação em crises climáticas.

Esta é uma das primeiras revisões de escopo a investigar a relação de resiliência climática na agricultura familiar baseada em matrizes de base sustentável, em diferentes práticas agrícolas e regiões do mundo. No entanto, identificamos algumas limitações. Em primeiro lugar, este estudo utilizou a abordagem qualitativa e as variáveis quantificáveis não podem ser totalmente identificadas. Em segundo lugar, embora nosso estudo não se concentre na saúde, os resultados indicam que a redução da resiliência climática afeta a vulnerabilidade socioambiental. Portanto, recomenda-se que estudos futuros incluam uma investigação quali-quantitativa para verificar os impactos das mudanças climáticas na segurança alimentar e hídrica.

REFERÊNCIAS

ABBASS, K.; QASIM, M. Z.; SONG, H.; MURSHED, M.; MAHMOOD, H.; YOUNIS, I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, n. 1, p. 42539–42559, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6

AHLERT, A. Bioética e desenvolvimento sustentável: aportes teológicos em um programa de pós-graduação *strictu sensu*. **Ad aeternum**, v. 1, n. 1, p. 153–171, 2020.

AHMED, Z.; GUHA, G. S.; SHEW, A. M.; ALAM, G. M. M. Climate change risk perceptions and agricultural adaptation strategies in vulnerable riverine char islands of Bangladesh. **Land Use Policy**, v. 103, n. 1, p. 1–10, 2021.

ALI, E. Farm Households' Adoption of Climate-smart Practices in Subsistence Agriculture: Evidence from Northern Togo. **Environmental Management**, v. 67, n. 1, p. 949–962, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s00267-021-01436-3

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecologia y resiliencia al cambio climatico: principios y consideraciones metodologicas. **Agroecología**, v. 8, n. 1, p. 7–20, 2013.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Do modelo agroquímico à agroecologia: a busca por sistemas alimentares saudáveis e resilientes em tempos de COVID-19. **Revista DeMA**, v. 57, n. especial, p. 245–257, 2021.

ANDRADE, A. J. P. **A agricultura familiar do Seridó Potiguar:** vulnerabilidade, percepção e adaptação às mudanças climáticas. 2013. 116f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

ANGELOTTI, A.; SIGNOR, D.; GIONGO, V. Mudanças Climáticas no Semiárido Brasileiro: Experiências e Oportunidades para o Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, número especial, p. 484–495, 2015.

ARDOIN, N. M.; BOWERS, A. W.; WHEATON, M. Leveraging collective action and environmental literacy to address complex sustainability challenges. **Ambio,** v. 52, n. 1, p. 1–15, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-022-01764-6

ARKSEY, H.; O'MALLEY, L. Scoping studies: Towards a methodological framework. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 8, n. 1, p. 19–32, 2005.

ARTAXO, P. As três emergências que nossa sociedade enfrenta: saúde, biodiversidade e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 34, n. 100, p. 53–66, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.005

ARYAL, J. P.; SAPKOTA, T. B.; KHURANA, R.; KHATRI-CHHETRI, A.; RAHUT, D. B.; JAT, M. L. Climate change and agriculture in South Asia: adaptation options in smallholder production systems. **Environment, Development and Sustainability**, v. 22, n. 1, p. 5045–5075, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-019-00414-4

ASMARE, F.; TEKLEWOLD, H.; MEKONNEN, A. The effect of climate change adaptation strategy on farm households' welfare in the Nile basin of Ethiopia: Is there synergy or trade-offs? **International Journal of Climate Change Strategies and Management**, v. 11, n. 1, p. 518–535, 2019.

BEDEKE, S.; VANHOVE, W.; GEZAHEGN, M.; NATARAJAN, K.; VAN DAMME, P. Adoption of climate change adaptation strategies by maize-dependent smallholders in Ethiopia. **Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 88, n. 1, p. 96–104, 2019.

BHALERAO, A. K.; RASCHE, L.; SCHEFFRAN, J.; SCHNEIDER, U. A. Sustainable agriculture in Northeastern India: how do tribal farmers perceive and respond to climate change? **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 28, n. 7, p.1–12, 2021.

BLAY-PALMER, A.; SANTINI, G.; DUBBELING, M.; RENTING, H.; TAGUCHI, M.; GIORDANO, T. Validação da perspectiva de sistema alimentar cidade-região: promovendo sistemas alimentares cidade-região inclusivos e transformativos. *In*: PREISS, P. V.; SCHNEIDER, S. (Orgs.) **Sistemas alimentares no século XXI**: debates contemporâneos. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020. p. 51–87.

BULLA, B.; STEELMAN, T. Farming through change: using photovoice to explore climate change on small family farms. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 40, n. 10, p. 1106–1132, 2016.

CARMEN, E.; FAZEY, I.; ROSS, H.; BEDINGER, M.; SMITH, F. M.; PRAGER, K.; MCCLYMONT, K.; MORRISON, D. Building community resilience in a context of climate change: The role of social capital**. Ambio**, v. 51, n. 1, p. 1371–1387, 2022.

CARNIATTO, I. **Subsídios para um processo de gestão de recursos hídricos e educação ambiental nas sub-bacias Xaxim e Santa Rosa, bacia hidrográfica Paraná III.** 2007. 277f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

CARNIATTO, I.; SAKAI, M.; SAKAI, P. Desenvolvimento Resiliente ao Clima: contribuições do Workshop Reino Unido – Brasil Financiamento do Desenvolvimento Resiliente ao clima. **International Journal of Environmental resilience Research and Science**, v. 1, n. 1, p. 10–23, 2019.

CHAMI, D. E.; DECCACHE, A.; MOUJABBER, M. E. How Can Sustainable Agriculture Increase Climate Resilience? A Systematic Review. **Sustainability**, v. 12, n. 8, p. 1–23, 2020.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: VELA, H. (Org.). **Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável no Mercosul.** Santa Maria: Editora da UFSM, 2003. p. 157–194.

DHANYA, P.; RAMACHANDRAN, A.; PALANIVELU, K. Understanding the Local Perception, Adaptation to Climate Change and Resilience Planning Among the Farmers of Semi-Arid Tracks of South India. **Agricultural Research**, v. 11, n. 1, p. 291–308, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s40003-021-00560-0

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The Future of Food and Agriculture**: Trends and Challenges. Roma: FAO, 2017.

_____. **Agriculture and climate change:** Challenges and opportunities at the global and local level Collaboration on Climate-Smart Agriculture. Roma: FAO, 2019.

FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 253–267, 2006.

FOLKE, C.; POLASKY, S.; ROCKSTRÖM, J.; GALAZ, V.; WESTLEY, F.; LAMONT, M.; SCHEFFER, M.; ÖSTERBLOM, H. *et al.* Our future in the Anthropocene biosphere. **Ambio**, v. 50, n. 1, p. 834–869, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 69. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

GACH, E. Normative Shifts in the Global Conception of Climate Change: The Growth of Climate Justice. **Social sciences***,* v. 24, n. 1, p. 1–18, 2019.

GEBRU, K. M.; WOLDEAREGAY, K.; STEENBERGEN, F. V.; BEYENE, A.; VERA, L. F.; GEBREEGZIABHER, K.T.; ALEMAYHU, T. Adoption of Road Water Harvesting Practices and Their Impacts: Evidence from a Semi-Arid Region of Ethiopia. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. *1*–25, 2020.

GINBO, T.; CORATO, L. D.; HOFFMAN, R. Investing in climate change adaptation and mitigation: A methodological review of real-options studies. **Ambio**, v. 50, n. 1, p. 229–241, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-020-01342-8

GUYOT, M. S. D. **Agroecologia e convivência com o semiárido:** elementos para a resiliência às mudanças climáticas no sertão da Bahia. 2018. 238f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

HECKELMAN, A.; SMUKLER, S.; WITTMAN, H. Cultivating climate resilience: a participatory assessment of organic and conventional rice systems in the Philippines. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 33, n. 1, p. 225–237, 2018.

HOLMGREN, S.; D'AMATO, D.; GIURCA, A. Bioeconomy imaginaries: A review of forest-related social science literature. **Ambio**, v. 49, n. 1, p. 1860–1877, 2020.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

JACOBI, J.; SCHNEIDER, M.; MARISCAL, M. I. P.; HUBER, S.; WEIDMANN, S.; RIST, S. La contribución de la producción del cacao orgánico a la resiliencia socio-ecológica en el contexto del cambio climático en el Alto Beni – La Paz. **Acta Nova**, v. 6, n. 4, p. 351–383, 2014.

JACOBI, P. R. Governança ambiental, participação social e educação para a sustentabilidade. *In*: PHILIPPI JR, A.; SAMPAIO, C. A. C.; FERNANDES, V. (Orgs.) **Gestão da Natureza Pública e Sustentabilidade.** São Paulo: USP/UFPR/FURB/Manole, 2012. p. 343–361.

JOSHI, D. R.; GHIMIRE, R.; KHAREL, T.; MISHRA, U.; CLAY, S. A. Conservation agriculture for food security and climate resilience in Nepal. **Agronomy journal**, v. 113, n. 6, p. 4484–4493, 2021.

KARIMI, V.; KARAMI, E.; KESHAVARZ, M. Vulnerability and Adaptation of Livestock Producers to Climate Variability and Change. **Rangeland Ecology & Management**, v. 71, n. 1, p. 175–184, 2017.

KESHAVARZ, M.; MOQADAS, R. S. Assessing rural households' resilience and adaptation strategies to climate variability and change. **Journal of Arid Environments**, v. 184, n. 104323, p. 1–8, 2021.

KIRSCH, H. M.; SCHNEIDER, S. Vulnerabilidade social às mudanças climáticas em contextos rurais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 31, n. 9, p. 1–15, 2016.

LAMPIS A.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; LEONEL, A. L. A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. **O social em questão***,* v. 23, n. 48, p. 75–96, 2020.

LEFF, E. **A aposta pela vida:** imaginação sociológica e imaginários sociais nos territórios ambientais do Sul. Petrópolis: Vozes, 2016.

LINDOSO, D. P. **Vulnerabilidade e adaptação da vida às secas:** desafios à sustentabilidade rural familiar nos semiáridos nordestinos. 2013. 519f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MALHI, G.S.; KAUR, M.; KAUSHIK P. Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: a review. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1–21, 2021.

MAMUN, A. A.; ROY, S.; ISLAM, A. R. M. T.; ALAM, G. M. M.; ALAM, E.; PAL, S. C.; SATTAR, M. A.; MALLICK, J. Smallholder Farmers' Perceived Climate-Related Risk, Impact, and Their Choices of Sustainable Adaptation Strategies. **Sustainability**, v. 13, n. 21, p. 1–24, 2021.

MARENGO, J. A.; GALDOS, M. V.; CHALLINOR, A.; CUNHA, A. P.; MARIN, F. R.; VIANNA, M. S.; ALVALA, R. C. S.; ALVES, L. M. *et al.* Drought in Northeast Brazil: A review of agricultural and policy adaptation options for food security. **Climate Resilience and Sustainability**, v. 1, n. 1, p. 1–20, 2022.

MATOS CARLOS, S.; CUNHA, D. A.; PIRES, M. V. Conhecimento sobre mudanças climáticas implica em adaptação? Análise de agricultores do Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 3, p. 455–471, 2019.

MCMANUS, P.; WALMSLEY, J.; ARGENT, N.; BAUM, S.; BOURKE, L.; MARTIN, J.; PRITCHARD, B.; SORENSEN, T. Rural Community and Rural Resilience: What is important to farmers in keeping their country towns alive? **Journal of Rural Studies**, v. 28, n. 1, p. 20–29, 2012.

MENSAH, H.; AHADZIE, D. K.; TAKYI, S. A.; AMPONSAH, O. Climate change resilience: lessons from local climate-smart agricultural practices in Ghana. **Energy, Ecology and Environment,** v. 6, n. 1, p. 271–284, 2021.

MILHOMENS, A.; ÁVILA, M. L.; CALDAS, E. L. Agroecologia e agricultura familiar: vulnerabilidades, resiliência e adaptação à mudança climática no Semiárido. In: SABOURIN, E. *et al*. (Orgs.). **A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no nordeste semiárido brasileiro**.1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2021. p. 47–64.

MILHORANCE, C.; SABOURIN, E.; MENDES, P. Adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro: desafios de coordenação e implementação de políticas públicas. In: SABOURIN, E. *et al*. (Orgs.). **A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no nordeste semiárido brasileiro**.1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2021. p. 81–98.

MINANI, B.; RUREMA, D. G.; LEBAILLY, P. Rural resilience and the role of social capital among farmers in Kirundo province, Northern Burundi. **Applied Studies in Agribusiness and Commerce**, v. 7, n. 2, p. 121–125, 2013.

MORAES, J. L. A.; SCHNEIDER, S. Perspectiva territorial e abordagem dos sistemas produtivos localizados rurais: novas referências para o estudo do desenvolvimento rural. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 6, n. 2, p. 287–320, 2010.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva***.* Ijuí: Editora Unijuí, 2014.

MUNN, Z.; PETERS, M. D.; STERN, C.; TUFANARU, C.; MCARTHUR, A.; AROMATARIS, E. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. **BMC Medical Research Methodology,** v. 18, n. 143, p. 1–7, 2018.

NAQVI, S. A. A.; HASSAN, R. H. U.; WU, W.; SHAH, A. A.; MAKHDUM, M. S. A.; SHAH, S. A. R. Synergy between adaptations and resilience of livelihood from climate change vulnerability: A group-wise comparison of adapters and non-adapters. **Plos One**, v. 15, n. 8, p. 1–21, 2020.

NEPOMOCENO, T. A. R.; CARNIATTO, I. A nova fronteira agrícola do Brasil: um ensaio teórico sobre a insustentabilidade na região do Matopiba. **Revista Cerrados**, v. 20, n. 1, p. 95–119, 2022.

NICHOLLS, C. I.; ALTIERI, M. A. Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. **Cuadernos de Investigación UNED**, v. 11, n. 1, p. 55–61, 2019.

ONU. United Nations. **Climate change resilience for sustainable development.** Nova York: ONU, 2016.

_____. **Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019:** no dejar a nadie atrás. Paris: ONU/UNESCO, 2019.

OYEBOLA, O. O.; EFITRE, J.; MUSINGUZI, L.; FALAYE, A. E. Potential adaptation strategies for climate change impact among flood-prone fish farmers in climate hotspot Uganda. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 1, p. 12761–12790, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s10668-020-01183-1

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T. C.; MULROW, C. D.; SHAMSEER, L.; TETZLAFF, J. M. *et al.* The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **The BMJ**, v. 372, n. 71, p. 1–9, 2021.

PERRIN, A.; MILESTAD, R.; MARTIN, G. Resilience applied to farming: organic farmers' perspectives. **Ecology and Society**, v. 25, n. 4, p. 1–17, 2020.

PÉREZ, J. G.; CARTEA, P. Á. M.; GAUDIANO, E. J. G. Educación y comunicación para el cambio climático. **Revista Mexicana de Investigación Educativa**, v. 25, n. 87, p. 819–842, 2020.

PLOEG, J. D. V. D. Dez qualidades da agricultura familiar. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 3–14, 2014.

_____. Trajetórias do desenvolvimento rural: pesquisa comparativa internacional. **Sociologias**, v. 13, n. 27, p. 114–140, 2011.

_____. **Camponeses e impérios alimentares:** lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

PLUMMER, R.; BAIRD, J. The Emergence of Water Resilience: An Introduction. *In*: BAIRD, J.; PLUMMER, R. (Orgs.) **Water Resilience**. Suiça: Springer, 2021. p. 3–19.

POTRICH, R.; GRZYBOVSKI, D.; TOEBE, C. S. Sustentabilidade nas pequenas propriedades rurais: um estudo exploratório sobre a percepção do agricultor. **Estudos, Sociedade e Agricultura**, v. 25, n. 1, p. 208–228, 2017.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável.** Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTOS, C. V.; OLIVEIRA, A. F.; FERREIRA FILHO, B. S. Potential impacts of climate change on agriculture and the economy in different regions of Brazil. **Journal of Rural Economics and Sociology**, v. 60, n. 1, p. 1–24, 2022.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, v. 30, n. 3, p. 511–531, 2010.

_____. Family farming in Latin America and the Caribbean: looking for new paths of rural development and food security. **Working paper**, v. 137, n. 1, p. 1–41, 2016.

SEN, A. K. **Desenvolvimento como liberdade.** São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SHIMADA, V. The Impact of Climate-Change-Related Disasters on Africa's Economic Growth, Agriculture, and Conflicts: Can Humanitarian Aid and Food Assistance Offset the Damage? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 467, p. 1–16, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/ijerph19010467

SILICI, L.; ROWE, A.; SUPPIRAMANIAM, N.; KNOX, J. W. Building adaptive capacity of smallholder agriculture to climate change: evidence synthesis on learning outcomes. **Environmental Research Communications***,* v. 3, n. 12, p. 1–13, 2021.

SINGH, N.P.; ANAND, B.; SINGH, S.; SRIVASTAVA, S. K.; RAO, C. H. S.; RAO, K. V.; BAL, S. K. Synergies and trade-offs for climate-resilient agriculture in India: an agro-climatic zone assessment. **Climatic Change**, v. 164, n. 11, p. 1–26, 2021.

SINGH, R.; KUMARI, T.; VERMA, P.; SINGH, B. P.; RAGHUBANSHI, A. S. Compatible package-based agriculture systems: an urgent need for agro-ecological balance and climate change adaptation. **Soil Ecology Letters**, v. 4, n. 1, p. 187–212, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s42832-021-0087-1

SLOGGY, M. R.; SUTER, J. F.; RAD, M. R.; MANNING, D. T.; GOEMANS, C. Changing climate, changing minds? The effects of natural disasters on public perceptions of climate change. **Climatic Change**, v. 168, n. 4, p. 1–26, 2021.

SMITH, G.; NANDWANI, D.; KANKARLA, V. Facilitating resilient rural-to-urban sustainable agriculture and rural communities. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 24, n. 6, p. 485–501, 2017.

SOUSA, W. L.; VIEIRA, T. A. An Amazonian Lake and the quality of life of its women: the case of Maicá, Santarém, Brazil (2018). **Environment, Development and Sustainability**, v*.* 24, n. 1, p. 1428–1444, 2022.

SRIVASTAV, A. L.; DHYANI, R.; RANJAN, M.; MADHAV, S.; SILLANPÄÄ, M. Climate-resilient strategies for sustainable management of water resources and agriculture. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 1, p. 41576–41595, 2021.

TAGLIAPIETRA, O. M.; CARNIATTO, I.; BERTOLINI, G. A importância do conhecimento local dos agricultores familiares e demais populações rurais para o desenvolvimento rural sustentável. **Gestão e Desenvolvimento**, v. 18, n. 2, p. 178–199, 2021. DOI: https://doi.org/10.25112/rgd.v18i2.2470

THIES, V. F.; CONTERATO, M. A.; SCHNEIDER, E. P. Trajetórias da agricultura familiar e desenvolvimento regional: uma análise longitudinal. **Desenvolvimento Regional em debate**, v. 12, n. 1, p. 58–73, 2022.

THOMAS, V.; LÓPEZ, R. **Global increase in climate-related disasters**. Philippines: Asian Development Bank, 2015.

THOMPSON-HALL, M.; CARR, E. R.; PASCUAL, U. Enhancing and expanding intersectional research for climate change adaptation in agrarian settings. **Ambio***,* v. 45, n. 3, p. 373–382, 2016. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-016-0827-0

TIET, T.; TO-THE, N.; NGUYEN-ANH, T. Farmers' behaviors and attitudes toward climate change adaptation: evidence from Vietnamese smallholder farmers. **Environment, Development and Sustainability**, v. 24, n. 1, p. 1–26, 2022.

TORRES, P. H. C.; URBINATTI, A. M.; GOMES, C.; SCHMIDT, L.; LEONEL, A. L.; MOMM, S.; JACOBI, P. R. Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal. **Estudos Avançados**, v. 35, n. 102, p. 159–176, 2021.

TURBAY, S.; NATES, B.; JARAMILLO, F.; VÉLEZ, J. J.; OCAMPO, O. L. Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. **Investigaciones Geográficas**, v. 1, n. 85, p. 95–112, 2014.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura*.* **The United Nations world water development report 2019: leaving no one behind***.* Paris: United Nations Educational, 2019.

VALLIANT, J. C. D.; BRUCE, A. B.; HOUSER, M.; DICKINSON, S. L.; FARMER, J. R. Product Diversification, Adaptive Management, and Climate Change: Farming and Family in the U.S. Corn Belt. **Frontiers in Climate**, v. 3, n. 1, p. 1–19, 2021.

WANDERLEY, M. N. B. **O mundo rural como espaço de vida:** reflexões sobre a propriedade da terra, agricultura familiar e ruralidade. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

ZAKARIA, A.; AZUMAH, S.B.; APPIAH-TWUMASI, M.; DAGUNGA. G. Adoption of climate-smart agricultural practices among farm households in Ghana: The role of farmer participation in training programmes. **Technology in Society**, v. 63, n 1, p. 1–8, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101338

ZAREI, Z.; KARAMI, E.; KESHAVARZ, M. Co-production of knowledge and adaptation to water scarcity in developing countries. **Journal of Environmental Management**, v. 262, n. 15, p. 1–12, 2020.

ZONIN, W. J.; AHLERT, A.; SILVA, C. A.; GRANDI, A. M.; SILVA, N. L. S.; ZONIN, V. J.; FULBER, V. M. Ética, meio ambiente e desenvolvimento rural: questões que desafiam as ciências agrárias no Brasil. *In*: ZAMBOM, M. A.; KUHN, O. J.; SILVA, N. L. S.; STANGARLIN, J. R.; NUNES, R. V.; FULBER, V. M.; EYNG, C. (Orgs.) **Ciências agrárias:** ética do cuidado, legislação e tecnologia na agropecuária. Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2017. p. 1–35.

ARTIGO 2

RESPOSTAS LOCAIS DOS PRODUTORES RURAIS DA SERICICULTURA E INSTITUIÇÕES PÚBLICAS AOS EVENTOS EXTREMOS DE SECA NO OESTE PARANAENSE, BRASIL

RESUMO: Os eventos climáticos extremos afetam notadamente os sistemas produtivos das regiões em desenvolvimento. Nos últimos anos se intensificou a relevância das medidas de adaptação à mudança climática. Contudo, ainda existe uma lacuna de dados em relação à região Sul do Brasil, especialmente em sistemas rurais da sericicultura. Realizamos um estudo exploratório com 80 agricultores e 10 atores institucionais em Diamante do Sul, para descrever os impactos, as estratégias de adaptação à seca e as ações institucionais públicas para auxiliar os agricultores a aumentarem sua resiliência. As estratégias de adaptação representam uma importante forma de reduzir os impactos da seca e garantir a reprodução social da agricultura familiar face às mudanças climáticas. Descobrimos comportamentos de adaptação mais prevalentes em algumas propriedades. A melhoria do apoio das instituições públicas locais auxilia na superação de barreiras econômicas, sociais e ambientais urgentes, na perspectiva holística de sustentabilidade territorial. A oferta de serviços de extensão qualificados, fortalecimento das associações locais, acesso às tecnologias de produção como sistemas de irrigação favorecem a adaptação nos sistemas agrícolas.

Palavras-chave: Agricultura familiar. *Bombyx mori* L. Governo local. Adaptações.

ABSTRACT: Extreme weather events particularly affect production systems in developing regions. In recent years, the importance of measures to adapt to climate change has intensified. However, there is still a data gap in the southern region of Brazil, especially in rural sericulture systems. We carried out an exploratory study with 80 farmers and 10 institutional actors in Diamante do Sul, to describe the impacts, drought adaptation strategies and public institutional actions to help farmers increase their resilience. Adaptation strategies represent an important way of reducing the impacts of drought and guaranteeing the social reproduction of family farming in the face of climate change. We found adaptation behaviors to be more prevalent on some farms. Improved support from local public institutions helps overcome urgent economic, social, and environmental barriers, from a holistic perspective of territorial sustainability. The provision of qualified extension services, strengthening of local associations, access to production technologies such as irrigation systems favor adaptation in agricultural systems.

Keywords: Family farming. *Bombyx mori* L. Local government. Adaptations.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm recebido, nos últimos anos, maior atenção devido aos seus impactos potencializados e com isso tornou-se reconhecida a necessidade de adoção de medidas para reduzi-los. A intensidade dos choques

climáticos, acentuados pela ação antrópica é percebida, por exemplo, pela incidência de eventos extremos, como as secas (IPCC, 2014; 2023) que impactam o ciclo hidrológico, com influências não apenas aos ecossistemas e à população mundial, mas em práticas agrícolas e pecuárias (MARENGO, 2008; CHAGAS; CHAFFE; BLÖSCHL, 2022).

A agricultura é responsável pela emissão de gases de efeitos estufa e, simultaneamente, sensível às condições climáticas extremas (TUBIELLO *et al*. 2013; EMBRAPA, 2018). Entretanto, tais danos afetam os grupos sociais de diferentes formas, pois as comunidades desprovidas de recursos, acesso a serviços e políticas públicas são mais vulneráveis (ROBINSON, 2021). A agricultura familiar na América Latina, enquanto prática produtiva, torna-se potencialmente afetada pelos impactos, associados à falta de mecanismos de proteção, incentivos e infraestrutura local destinadas a apoiar o enfrentamento das mudanças climáticas (SCHNEIDER, 2016a).

Na perspectiva apontada pela ciência de intensificação dos estresses hídricos, não pode ser precisamente avaliado ainda o impacto aos recursos naturais e a saúde dos ecossistemas (MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019; MALHI; KAUR; KAUSHIK, 2021). Há evidências, que a demanda de água na agricultura será altamente afetada quando comparada a outros setores (WANG *et al*. 2016), e que haverá no Brasil o aumento de eventos climáticos extremos em todas as regiões, sendo a sul e sudeste as mais vulneráveis (IPCC, 2014; CARVALHO *et al*. 2020; CARNIATTO; SAKAI; SAKAI, 2019). Não obstante, o cenário das mudanças climáticas já tem causado secas recorrentes em regiões não caracterizadas como semiáridas no país (CUNHA *et al.* 2019; GETIRANA; LIBONATI; CATALDI, 2021).

No Brasil, a agricultura é uma essencial fornecedora de matéria-prima e alimentos, por exemplo, hortaliças, leite e seda para indústrias. O país se destaca no Ocidente como o único produtor de fio de seda em escala comercial (GIACOMIN; LAKTIM; BARUQUE-RAMOS, 2016). Nesse contexto, Diamante do Sul, localizado no interior do Oeste do estado do Paraná, caracteriza-se pela significativa presença da sericicultura, importante atividade produtiva que contribui com a economia local.

Todavia, eventos climáticos extremos como a seca, que resulta na escassez de água para algum grupo, atividade ou setor (MARENGO; CUNHA; ALVES, 2016) afetou os meios de subsistência, áreas agricultáveis e recursos hídricos, sendo a mais severa dos últimos 50 anos e causando a declaração formal de estado de emergência hídrica no estado do Paraná, entre 2020 e 2021 (FERRARI; SIGNOR, 2020; AEN,

2021; ANA, 2021; FERNANDES *et al*. 2021; IDR, 2021; NEPOMOCENO; DALLA VALLE; CARNIATTO, 2021; SISSA, 2023).

De forma geral, a estiagem é definida como um período de baixa pluviosidade e redução das reservas hídricas, é menos intensa que a seca e ocorre a curto prazo. Fenômeno do sistema climático que se estabelece gradualmente, a seca é determinada pela deficiência de precipitação pluviométrica em um período prolongado, resultando na insuficiência de água e impactos negativos em diferentes esferas e ecossistemas. Ela não possui definição universal, mas apresenta variação em função dos tipos de impactos, variabilidades hidrológicas e climáticas de cada região. A seca é o resultado de uma estiagem prolongada e a agricultura é afetada em ambos os eventos (EMBRAPA, 2020; CEMADEN, 2023).

No cenário atual, os agricultores que dependem significativamente da água para a produção, precisam utilizar de sua pouca preparação e recursos de forma eficiente na gestão de crises. À medida que os impactos dos eventos climáticos extremos se tornam mais severos, eles tendem a se tornar um impeditivo à sustentabilidade, além dos impactos nas condições de vida da agricultura familiar. Para enfrentar tais impactos, agricultores têm adotado estratégias de adaptação. Para efeitos deste artigo, o conceito de adaptação é entendido como as ações e respostas adotadas nos sistemas humanos ou naturais, para ajustar o sistema familiar de produção à dinâmica da seca, com a intenção de reduzir os impactos ou desvendar oportunidades (IPCC, 2023).

Como as estratégias de adaptação estão relacionadas ao contexto, regiões e setores (IPCC, 2023) é necessária maior atenção por parte das instituições públicas às práticas produtivas de fortalecimento da agricultura familiar. Para estimular a resiliência climática no âmbito do desenvolvimento rural sustentável, torna-se necessário destacar os impactos locais dos eventos climáticos e as iniciativas que podem contribuir com a superação de pontos críticos (ANDRADE; SILVA; SOUZA, 2014; KASECKER *et al*. 2018; MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019). Em função da necessidade de buscar respostas no nível social e político para a construção de comunidades rurais resilientes, este estudo tem enfoque nas ações de adaptação na agricultura familiar e sua conjuntura com as instituições públicas.

Embora outros estudos descrevam estratégias de adaptação utilizadas na agricultura para reduzir os impactos da mudança climática em diferentes estados do Brasil, eles se concentraram em regiões propensas às secas no semiárido

(VENTURA; GARCIA; ANDRADE, 2019; NOGUEIRA; SANTOS; CUNHA, 2020) e eventos de granizo, por exemplo (DUARTE; WOLLMANN, 2021). No entanto, não foram encontrados estudos desenvolvidos em regiões com eventos climáticos extremos vivenciados recentemente, tampouco aplicados à sericicultura.

Nos países em desenvolvimento, as esferas governamentais são fundamentais na criação de estratégias para reduzir a vulnerabilidade climática, especialmente o governo local que é o mais acessível à sociedade civil e por serem fundamentais na identificação, construção e execução dessas (BARDSLEY, 2015; TEIXEIRA; PESSOA; DI GIULIO, 2020). Portanto, é necessário que o poder público local atue na promoção de adaptações climáticas, atreladas à gestão, políticas públicas e programas para comunidades vulneráveis (NICOLLETTI; LEFEVRE, 2019).

Nesse contexto, o estado do Paraná testemunhou um longo período de crise hídrica, que afetou municípios da região Oeste, gerou perdas socioambientais, econômicas e prejuízos nos rendimentos agrícolas (NEPOMOCENO, 2023). Ainda há uma lacuna de conhecimento sobre as ações adotadas em escalas locais para lidar com as mudanças climáticas nessa região e convergências capazes de informar governos regionais sobre a situação atual da implementação de respostas de adaptação em atividades especializadas da agricultura familiar e das ações de apoio da esfera pública. Tais aspectos demonstram a importância de explorar o tema, de compreender nuances que ainda não estão bem documentadas, a partir da realidade local de um município com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que pode fornecer importantes desdobramentos futuros na agenda municipal.

Para suprir a escassez de informações científicas na região, este estudo teve como objetivo descrever o impacto, as estratégias de adaptação à seca na sericicultura e as ações institucionais para auxiliar os agricultores a lidarem com as implicações dos eventos climáticos extremos em Diamante do Sul, Paraná, Brasil.

Em vista disso, buscamos responder as seguintes perguntas:

- Quais os motivadores e desafios na atividade de sericicultura?
- Quais os impactos relacionados à seca nos sistemas agrícolas percebidos pelos sericicultores?
- Que tipos de adaptações foram utilizadas para reduzir os impactos da seca?
- Como as instituições públicas têm internalizado o tema das mudanças climáticas?

Para alcançar o objetivo da pesquisa, realizamos uma pesquisa exploratória e aplicamos os procedimentos da análise de conteúdo nos dados obtidos a partir de entrevistas semiestruturadas, observação não-participante assistemática e pesquisa documental. A partir desta abordagem, o artigo retrata os desafios mais significativos para a sericicultura paranaense, as respostas realizadas em comunidades rurais de um município do Oeste Paranaense e sua relação com as instituições públicas.

Os critérios qualitativos adotados fornecem indicativos para a necessidade de um pacote integral, focado em resiliência climática, que inclua políticas de acesso, programas de treinamento e o fortalecimento de outras atividades de diversificação produtiva que alcancem metas de sustentabilidade em propriedades rurais.

Este estudo, evidenciada uma conjuntura com componentes locais que validam a vulnerabilidade do setor aos impactos da seca e revelam a necessidade de intervenções integradas para impulsionar as estruturas de adaptação e, consequentemente, resiliência climática ao nível local.

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Incluímos um referencial teórico sobre os fundamentos da sericicultura e sua relação com a agricultura familiar como prática produtiva e fonte de renda, admitindo a importância da água para os cultivos, à saúde humana e planetária, sobretudo relativamente às principais implicações com a mudança climática.

2.1 SERICICULTURA E AGRICULTURA FAMILIAR

A sericicultura possui grande importância na industrial têxtil mundial. É denominada como o processo que envolve a criação de insetos produtores primários de fios de seda e o cultivo da amoreira (Morus sp.), cujas folhas são alimento exclusivo das lagartas, pois nelas encontram os nutrientes necessários ao seu desenvolvimento, tais como: água, proteínas e vitaminas (SANTOS *et al*. 2016). A espécie *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) é a mais importante, corresponde a 95% da seda produzida no mundo (WATANABE; YAMAOKA; BARONI, 2000).

Grande parte do ciclo de vida dos insetos é conduzida por produtores rurais, com duração aproximada de 25 a 28 dias (SANTOS *et al*. 2016). Nesse contexto, a qualidade do cultivo da amora está associada com a manutenção da criação e a

rentabilidade. Embora seja uma atividade que não exige infraestrutura aprimorada, requer mão-de-obra e condições climáticas adequadas ao desenvolvimento larval e à produção de fios de qualidade (OLIVEIRA; SANTOS; BOROVIECZ, 2017).

Como se trata da integração indústria-agricultor, a indústria responsável pela produção de ovos e fornecimento das larvas, também realiza a compra dos casulos dos agricultores. O sericicultor é encarregado pela fase larval, a partir do terceiro instar, até a formação dos casulos (PORTO, 2022). Na criação massal, quando as lagartas atingem o quinto ínstar, os sericicultores processam o seu remanejamento para estruturas utilizadas para padronizar o tamanho dos casulos. Neste processo as lagartas migram para os orifícios da estrutura e tecem o casulo. Após secos, os casulos são retirados manualmente ou com auxílio de maquinários, posteriormente, comercializados e enviados para a indústria de fiação (ZANETTI, 2003).

Deste modo, a sericicultura exige conhecimentos técnicos a campo com o amoreiral, técnicas de manejo na criação e na retirada dos casulos. Esta atividade é uma ótima fonte de renda pelas suas características como fácil manuseio, viabilidade econômica, utilização de tecnologia e baixo impacto ambiental, quando comparada a outras atividades rurais (SANTOS; VIDIGAL; MERLINI, 2011; SANTOS *et al.* 2016).

A sericicultura é representada pela agricultura familiar, pois não exige grandes extensões de terreno, aparatos tecnológicos, altos investimentos de implantação e possui retorno rápido do capital investido (PORTO, 2022). É uma atividade típica das propriedades com diversificação produtiva, envolve o trabalho manual e se estende por cerca de oito meses ao ano (OLIVEIRA; SANTOS; BOROVIECZ, 2017).

Além de desempenhar papel importante na fixação das famílias no espaço rural, tem contribuição social e econômica local, representando uma aliada no abastecimento de mercados externos (PANUCCI-FILHO; CHIAU; PACHECO, 2011). Assim, a agricultura familiar é intermediada pela dinâmica existente entre a vida e o trabalho, a produção e o desenvolvimento da sustentabilidade socioeconômica, a qual se destaca pela integração a mercados diversos (PLOEG, 2014). Segundo a Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006 a agricultura familiar é definida como aquela que:

> I - Não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Esta política é um aparato aos pequenos agricultores no Brasil e emerge para auxiliar o setor em diferentes modalidades. Entendendo que a agricultura familiar representa uma comunidade permanente que enfrenta impactos substanciais na renda e produção, é essencial a aplicação de políticas públicas capazes de possibilitar o avanço do desenvolvimento rural sustentável para enfrentar cenários de eventos extremos climáticos (SANTOS; ANDRADE; CUNHA, 2022).

A agricultura familiar organiza-se a partir de sua cultura, identidade, formas de convivência em comunidade e modos de apropriação do meio ambiente (PLOEG, 2014). O espaço rural é local de vivências, constituído por atores sociais e atividades com formas específicas de organização. A dinâmica da diversificação produtiva é resultado de seu modo de vida, articulado com a capacidade de resistência no rural em face de novos cenários técnicos, políticos e econômicos (WANDERLEY, 2003).

Portanto, a agricultura familiar é construtora de sua própria história e tem contribuído "[…] *consideravelmente para a emancipação de suas parcelas mais oprimidas*" (PLOEG, 2014, p. 11). Sua indispensabilidade no desenvolvimento territorial é reconhecida, também, pelo seu papel no fortalecimento da segurança alimentar e sustentabilidade. Assim, ela pode impulsionar melhorias de condições de vida pelas práticas produtivas diversificadas, favorecendo a manutenção do meio ambiente, recursos naturais e a biodiversidade (PLOEG, 2014; SCHNEIDER, 2016a).

Ela requisita autonomia produtiva, em uma lógica de produzir que se integra a seus valores (SCHNEIDER, 2016b). Sua definição não pode ser reduzida ao tamanho da propriedade ou membros participantes, mas deve ser reconhecida pelos conhecimentos, papel na diversificação da economia local, luta contra as mudanças do clima (PLOEG, 2014) e qualidade dos produtos. Ela envolve, práticas produtivas

> […] sustentáveis, simples, flexíveis, inovadoras e dinâmicas. Tendo em conta todas essas características, a agricultura familiar pode contribuir significativamente para a soberania e segurança alimentar e nutricional. Ela pode fortalecer o desenvolvimento econômico de diversas maneiras, criando empregos e gerando renda. Pode elevar o grau de resiliência econômica, ecológica e social das comunidades (PLOEG, 2014, p. 11).

A fixação das famílias no meio rural é importante para a preservação ecossistêmica, como o uso sustentável da água e do solo (SCHNEIDER, 2016b). A escassez de água tem consequências à subsistência e cadeias produtivas, inclusive na sericicultura (ZANETTI, 2003). Nesse contexto, as condições climáticas anormais limitam a capacidade de prosperar para muitas famílias (FAO, 2018; ONU, 2020a).

Isso oportuniza repensar um ponto crucial no desenvolvimento rural sustentável — o robustecimento da segurança hídrica frente às mudanças climáticas.

2.2 CRISE E SEGURANÇA HÍDRICA EM TEMPOS DE MUDANÇA CLIMÁTICA

A água, como elemento natural e pautada em premissas da sustentabilidade, é um recurso fundamental à manutenção de ecossistemas e sociedades, onde a sua falta implica em destruição, conflitos e pobreza (PEREIRA; RODRIGUEZ, 2022). Nesse sentido, este recurso, reconhecido como direito humano, não pode comprometer a capacidade de usufruir de outros direitos, como: alimentação e saúde, por exemplo (ONU, 2010). Contudo, o cenário da disponibilidade de água tem envolvido riscos críticos, como questão centralizadora de políticas, formas de gerenciamento (SCHONHART *et al*. 2018), incluindo a revisão das ações cotidianas.

Um tema central na seca é que este conceito está além da falta de abastecimento ou disponibilidade. A gravidade da escassez de água exacerba as desigualdades sociais e estruturais, como a falta de saneamento básico e acessibilidade a sistemas de água potável e encanada em área urbanas e rurais (UNESCO, 2006), além das perdas nas pequenas produções de autoconsumo.

Nesse sentido, as mudanças climáticas, a urbanização e a demanda por alimentos desafiam o desenvolvimento resiliente e trazem complexibilidade à crise global da água (HANJRA; QURESHI, 2010; UNICEF, 2017). Fatores como a ineficiência na gestão da água, erosão dos solos e redução nos totais de precipitação contribuem com as condições de escassez hídrica, que representa um obstáculo na produção agrícola (ANA, 2016; UNICEF, 2021; PEREIRA; RODRIGUEZ, 2022).

Está claro que, a água necessita de atenção das populações locais, líderes governamentais, organizações e setor privado, pois os impactos causados pela seca externalizam impactos socioeconômicos negativos cumulativos (BORETTI; ROSA, 2019; CRAIG; FENG; GILBERTZ, 2019; ONU, 2020b). Assim, de acordo com a Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento, cabe ao Estado “*todas as medidas necessárias para a realização do direito ao desenvolvimento, e devem assegurar, inter alia, igualdade de oportunidade para todos no acesso aos recursos básicos*” (Art. 8, seção I) (ONU, 1986) como o acesso à água.

Para abordar tais preocupações é necessário gerir sustentavelmente os recursos hídricos, com o propósito de construir a resiliência nas comunidades, no que

diz respeito à elaboração de estratégias de adaptação (GUPTA; JAIN; KIM, 2011; SINGH, 2017; ONU, 2020a).

Por sua vez, a segurança hídrica busca a garantia do acesso à água, em quantidade e qualidade, considerando saúde, ecossistemas, meios de vida e atividades produtivas (PEREIRA; RODRIGUEZ, 2022). Abrange ações capazes de evitar inundações, deslizamentos, subsidência de terra e secas, na perspectiva da segurança social. No entanto, exige a reconfiguração dos modos de gestão e das iniciativas políticas e cidadãs, que devem estar alinhadas (UNESCO, 2012).

Adicionalmente, a segurança hídrica deve garantir o acesso à água para toda a população, inclusive a rural, sem prejudicar sua preservação. O suprimento de água para as atividades produtivas e outros usos deve ser adequado e desencadear a resiliência a eventos climáticos extremos. Tais balizadores sugerem que ela exige planejamento, gestão e infraestrutura eficientes (BRASIL, 2019).

As práticas agroambientais devem incluir a melhoria das ações de conservação e manejo. Em vista disso, a segurança hídrica requer ações coordenadas em diferentes níveis, para a execução de políticas capazes de auxiliar na superação das barreiras climáticas (GUPTA; JAIN; KIM, 2011; CRAIG; FENG; GILBERTZ, 2019). Os esforços também devem ser direcionados para o contexto rural, onde muitas vezes o acesso é deficitário e a insegurança hídrica é intensificada pela mudança climática (EMPINOTTI; TOMAZ, 2021), cuja requer ações de adaptação.

2.3 ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

Os eventos climáticos extremos apresentam um conjunto de barreiras para a sustentabilidade agroambiental. Nesse contexto, quando necessidades estruturais, atitudinais e técnicas passam a ser indispensáveis para manutenção de ecossistemas, significa que novas iniciativas precisam ser adotadas para garantir as condições necessárias para a vida no planeta (ANDERSON; BAYER; EDWARDS, 2020).

O movimento atual exige “[…] *não apenas se focar em processos globais e de longo prazo, mas também adotar uma abordagem que inclua processos de adaptação com ações locais*” (LECLERC; SOLÍS-ROSAS, 2019, p. 2). De fato, tornou-se crucial formular respostas capazes de garantir formas de desenvolvimento socioambiental justo, sustentável e adaptado às mudanças do clima (FREY, 2019).

Assim, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) é um marco legal para a promoção da resiliência dos agroecossistemas e do desenvolvimento sustentável como "[…] *condição para enfrentar as alterações climáticas e conciliar o atendimento às necessidades comuns e particulares das populações e comunidades que vivem no território nacional*" (Art. 3, inciso IV) (BRASIL, 2009).

Entretanto, vale destacar que a adaptação engloba os processos estabelecidos pelas implicações causadas sobre a propriedade e os agricultores, relacionada com o contexto social, cultural e geográfico (MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019). Em geral, a capacidade adaptativa relaciona-se com fatores determinantes como recursos, conhecimentos e ação coletiva, para se ajustar a potenciais danos e atingir um melhor cenário face aos impactos climáticos (EAKIN; LEMOS; NELSON, 2014; IPCC, 2014; GIULIO; MARTINS; LEMOS, 2016), enquanto a mitigação enfoca a redução das emissões de gases de efeito estufa (IPCC, 2023).

Já a vulnerabilidade inclui a sensibilidade aos impactos climáticos e a incapacidade de enfrentamento e adaptação (IPCC, 2023). No geral, a adaptação se refere às medidas e mecanismos aplicados por comunidades ou sistemas, local ou regionalmente, para minimizar impactos climáticos ao ambiente circundante (OBERMAIER; ROSA, 2013), em um processo contínuo, associado a diversidade de ideias que podem tornar os sistemas resilientes (SAKAI; DESSAI, 2015).

Agendas climáticas integradas nos diferentes níveis são necessárias, para assegurar prioridade às adaptações conforme as especificidades (MENDELSOHN, 2000; MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019). Porém, as respostas adaptativas devem ser complementares às de mitigação, desde que não haja consequências negativas entre ambas. Esta última não pode ser substituída ou dispensada, especialmente quando se busca sair do discurso para ações eficazes na promoção da resiliência climática em sistemas mais vulneráveis (MAY; VINHA, 2012).

Dessa forma, o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) emerge como instrumento político de implementação de ações estruturadas em diversos setores, inclusive na agricultura. Segundo o Art. 1 do documento, além da gestão e redução de riscos, pretende "[…] *aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura*" (BRASIL, 2016, p. 18).

Contudo, vale destacar que a adaptação envolve elementos influenciadores como compreensões dos eventos relacionados, nível de impactos e outros,

determinantes na tomada de decisões dos agricultores (MATOS CARLOS; CUNHA; PIRES, 2019; NOGUEIRA; SANTOS; CUNHA, 2020). Por este motivo, conhecer a combinação adjacentes de estratégias de adaptação para a seca é fundamental ao estabelecimento dos arranjos atuais na gestão, opções para alcançar a sustentabilidade dos recursos hídricos e orientar políticas (WANG *et al*. 2016).

Em virtude dos impactos da mudança do clima e a permanência dos agricultores do campo, ações orientadas devem permitir as transformações nos sistemas de produção agrícola, sobretudo sua manutenção sustentável. As iniciativas políticas devem incluir investimentos baseados em soluções adaptadas às condições locais na promoção de sistemas diversificados, uso sustentável do solo, pesquisa em recursos genéticos, tecnologias de irrigação, dentre outros (BRASIL, 2016b).

O processo de adaptação climática na agricultura deve ser sinérgico, com opções de adaptação entendidos como capazes de ampliar oportunidades ou novos elementos de desenvolvimento rural para a promoção da resiliência e sustentabilidade (IGLESIAS; GARROTE, 2015; BRASIL, 2016b). Isso exige a integração dos setores produtivos, econômicos e de governança, do local ao nacional, que ainda é deficitário na maioria dos países da América Latina (LECLERC; SOLÍS-ROSAS, 2019).

Uma forma de mitigar os impactos das mudanças climáticas é a adoção de Soluções baseadas na Natureza (SBN), que segundo a Comissão Europeia (2015) são ações pragmáticas fundamentadas e inspiradas na natureza, com benefícios socioeconômicos e ambientais, capazes de reforçar a resiliência climática.

Este conceito faz parte das respostas necessárias para a melhoria das funções ecossistêmicas de áreas afetadas por práticas agrícolas e degradação do solo, criando oportunidades para meios de subsistência, sociedades e biodiversidade. Tem papel na manutenção de sistemas agrícolas saudáveis e produtivos, além de contribuir com a segurança hídrica e alimentar (PANAGOPOULOS; DIMITRIOU, 2020; MIRALLES-WILHELM, 2021). Assim, respostas adaptativas que possam fortalecer a resiliência devem ser amparadas pelo poder público local.

2.4 COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O PODER PÚBLICO LOCAL

As mudanças climáticas exacerbam um ciclo com danos significativos no espaço urbano e rural (MARQUES, 2019). Na agricultura há a perda de produtividade nas safras e ameaças à expansão do êxodo rural (ASSAD *et al.* 2020), além de outros

fatores que aumentam sua vulnerabilidade, como falta de diagnóstico dos problemas locais, despreparo dos gestores locais para lidar com o assunto das mudanças climáticas e lacunas no planejamento de ações (PERES; NEVES; TADDEI, 2020).

A cooperação entre governos federais e regionais tem papel importante no impulsionamento da esfera local e seus colegiados, importante na mobilização de atores políticos e sociais no desenvolvimento de respostas (DABROWSKI, 2017). Entretanto, as ações de combate às mudanças climáticas representam um desafio aos sistemas políticos e de governança, pois existem fragilidades na inserção da temática em agendas políticas e incapacidades dos governos locais na implementação de ações (DI GIULIO *et al*. 2017; FREY, 2019). Isso porque, a temática "[…] *das mudanças climáticas, tampouco da adaptação, não está no cerne da agenda governamental local, reflexo de uma marginalização das questões ambientais nas agendas política e pública brasileiras*" (TEIXEIRA; PESSOA; DI GIULIO, 2020, p. 480).

Outro problema é que no Brasil os pequenos municípios têm maior dificuldade em desenvolver e implementar políticas públicas de adaptação à mudança climática, pois há escassez de recursos financeiros e capacidade técnica (CÔRTES; NADRUZ, 2019). Nesse sentido, os governos federais e estaduais precisam apoiar os municípios e setores que apresentam necessidade de recursos, não apenas em relação ao financeiro, mas na mobilização para a produção e circulação de conhecimento, conservação da natureza e reprodução da produção agrícola em cenários de mudanças climáticas (DALE; GONÇALVES, 2019; NICOLLETTI; LEFEVRE, 2019).

É importante envolver as organizações da sociedade civil, parcerias público-privadas, associações comunitárias e outros segmentos, na promoção do desenvolvimento local, considerando estruturas de apoio à agenda municipal de resiliência climática (BROTO, 2017). Disso cabe pontuar que o governo local deve ir além da mitigação e focar em adaptação nos termos práticos, além de impulsionar essa temática nos conselhos locais, tais como obras públicas, meio ambiente, saúde pública e gestão de desastres, por exemplo (MEASHAM *et al*. 2011; BARBI, 2021).

Ademais, melhorar a participação das comunidades interessadas em todos os níveis de desenvolvimento de planos e decisões dos governos locais, é essencial para a priorização de ações voltadas à melhoria da resiliência das populações mais vulneráveis, assim como para formular respostas eficientes aos eventos climáticos extremos e outras emergências (ORSETTI *et al*. 2022). Para desenvolver

comunidades locais resilientes é fundamental que a mudança climática não seja generalizada e seja tratada como parte dos desafios ao nível local.

3 METODOLOGIA

No sentido de explorar aspectos comuns e contrastes nas adaptações adotadas por sericicultores para reduzir as consequências das mudanças climáticas devido à seca e compreender as ações das instituições públicas, conduzimos um estudo exploratório, utilizando como abordagem a pesquisa qualitativa. O estudo exploratório é pertinente, porque constitui um caminho para ampliar interpretações a respeito de um problema, tornando-o mais explícito (GIL, 2017).

O caráter exploratório foi selecionado para este artigo por possibilitar reunir informações sobre uma realidade local, com lacuna de informações científicas disponíveis a respeito do assunto. De acordo com Richardson *et al*. (2012) um dos benefícios da pesquisa exploratória é o fato dela possibilitar maior clareza das características de um determinado fenômeno, e como resultado disso, obter mais proximidade com as razões e consequências deste.

O corte de pesquisa foi do tipo transversal, sem considerar a evolução dos dados no tempo. Relativamente aos procedimentos, selecionamos a pesquisa de campo para a coleta dos dados primários junto aos sericicultores e atores institucionais, aplicando-se entrevistas semiestruturadas e observação não-participante assistemática, além de pesquisa documental para a coleta de dados de fonte secundária. Tais instrumentos de coleta de dados se justificam pela necessidade de ampliar a confiança dos dados.

A sistematização e análise dos dados obtidos foi realizada a partir das orientações da técnica de análise de conteúdo, descritas por Bardin (2011), com o intuito de reunir informações em relação às adaptações às mudanças climáticas em comunidades rurais e o papel das instituições públicas. Este artigo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa do Ministério da Saúde do Brasil, sob o Certificado de Apresentação e Apreciação Ética (CAAE) 33502120.2.0000.5072.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi conduzido em Diamante do Sul, região Oeste do estado do Paraná, sul do Brasil. Possui uma população estimada de 3.171 habitantes, onde aproximadamente 55% atuam no setor agropecuário e uma área total de 347,168 km². O clima é subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes, chuvas concentradas e invernos com poucas geadas (IPARDES, 2024). A área de estudo está geograficamente situada conforme a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do estado do Paraná, Brasil, com enfoque no município de Diamante do Sul.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Além da sede municipal, Diamante do Sul é formado por quinze comunidades rurais. A agricultura é a principal atividade econômica do município e quase 70% dos estabelecimentos rurais são constituídos pela agricultura familiar (IPARDES, 2024). A economia se baseia nas atividades de sericicultura, pecuária e áreas de monocultura, sendo a maioria formada por lavouras de autoconsumo doméstico (PREFEITURA MUNICIPAL DE DIAMANTE DO SUL, 2016).

Por sua vez, o estado do Paraná é o principal produtor de casulos de seda no Brasil, com uma produção que corresponde a 92% da produção nacional, seguido pelos estados de São Paulo (5%) e Mato Grosso do Sul (3%) (IBGE, 2017). No estado do Paraná, Diamante do Sul está entre um dos municípios que mais produz casulos de seda, conforme se verifica na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação dos cinco municípios paranaenses maiores produtores de casulos em número de sericicultores, rendimento (kg/há), área de amoreiras (ha) e produção (kg/há).

Município	Sericicultores	Rendimento	Área de amoreiras	Produção
Nova Esperança	122	696	443,2	308.304
Diamante do Sul	104	729	191,2	139.470
Astorga	65	929	145,3	134.897
Cândido de Abreu	131	490	251,6	123.340
Alto Paraná	47	551	161,4	89.021

Fonte: adaptado de SEAB, 2018.

O município de Diamante do Sul ocupa o segundo lugar na produção estadual de casulos de bicho-da-seda e esta atividade desempenha papel fundamental na geração de renda e empregos para agricultores com pequenas porções de terra agricultáveis (LIMA, 2018) e têm grande contribuição para o desenvolvimento econômico local. No entanto, possui um dos mais baixos IDH do estado do Paraná (IPARDES, 2019). Esses fatores conferem ao município uma desvantagem, pois ao baixo IDH somam-se os desdobramentos das mudanças climáticas nas atividades produtivas, causados pelos eventos de seca (NEPOMOCENO; EXIME, AHLERT, 2022). Sendo uma região vulnerável climática e socialmente, o setor agrícola torna-se particularmente importante e reforça a necessidade deste estudo.

3.2 DESENHO DA AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada entre os meses de abril de 2022 e julho de 2023, tendo em vista a coleta de informações da interação entre os impactos causados pela seca, estratégias de adaptação adotadas pelos sericicultores e a mobilização da esfera pública. Os dados foram coletados em duas etapas, com sericicultores e atores das instituições públicas a partir de diferentes instrumentos, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Amostra válida, grupo pesquisado, tipo de amostragem e instrumentos utilizados na coleta de dados.

Amostra válida	Grupo	Amostragem	Instrumento de coleta de dados
80	Sericicultores	Não estatística e intencional	Entrevista semiestruturada e observação não-participante assistemática
10	Atores institucionais	Não probabilística e intencional por acessibilidade	Entrevista semiestruturada e pesquisa documental

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

As entrevistas junto aos agricultores (proprietários ou locatários das propriedades ativamente envolvidos no processo produtivo da sericicultura) foram realizadas *in loco*, em áreas rurais de Diamante do Sul. A amostragem dos sericicultores foi selecionada com base nos seguintes critérios: i) atuar na

sericicultura; ii) residir na área rural de Diamante do Sul; iii) tamanho da propriedade: possuir até quatro módulos fiscais; e, iv) mão de obra predominantemente familiar. A Tabela 3 mostra a distribuição dos entrevistados em cada comunidade rural.

Tabela 3 – Distribuição dos sericicultores segundo a comunidade rural e amostra válida.

Comunidade rural	Amostra válida	Porcentagem (%)
Alto Cascudo	37	46,25
Pinhalito	10	12,5
Pinhalzinho	10	12,5
Erval Bonito	7	8,75
Vila União	5	6,25
Alto Pinhalito	4	5
Colônia Santo Antônio	3	3,75
Rio das Antas	2	2,5
Barra do rio Erval	1	1,25
Alto Piquiri	1	1,25
Total	80	100

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Para as entrevistas utilizamos um roteiro (ver apêndice A), organizado com 60 perguntas abertas e fechadas, distribuídas em três seções organizadas por associação temática, abordando-se aspectos identificados na revisão de literatura. As seções foram as seguintes: 1) caracterização e dados socioeconômicos; 2) influência da seca nas atividades produtivas; e 3) ações de adaptação à mudança climática.

O roteiro foi pré-testado em março de 2022 para garantir maior validade do instrumento, considerando 5 sistemas familiares da comunidade de Alto Cascudo selecionadas aleatoriamente. Esta foi selecionada por ser a comunidade rural com a maior concentração de sericicultores do município. No entanto, não houve necessidade de modificar o instrumento. Cada entrevista durou entre 60 e 90 minutos.

A observação não-participante assistemática nas propriedades foi conduzida de forma livre, seguindo-se as dimensões do plano de observação, que contemplou os seguintes fatores: características dos sistemas produtivos e especificidades das estratégias de adaptação. Os dados foram documentados em um caderno de campo e registros fotográficos foram tomados durante a pesquisa, até a saturação dos dados.

Por outro lado, as entrevistas com os atores institucionais foram executadas com atores em diferentes níveis hierárquicos, no formato *online* de forma síncrona, a partir do uso da plataforma do *Google Meet*. A Tabela 4 mostra a distribuição dos entrevistados conforme a função exercida no município.

Tabela 4 – Distribuição dos atores públicos por instituição, amostra válida e função.

Instituição	Amostra válida	Função atual
Administração Municipal Pública	6	Vereadores
Secretaria Municipal de Governo	1	Chefe de Gabinete
	1	Procurador Municipal
	1	Secretário de agricultura e meio ambiente
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná	1	Extensionista

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O roteiro da entrevista institucional compreendia um total de 20 perguntas norteadoras, distribuídas em quatro seções, (i) contexto da mudança climática; (ii) sericicultura no município, (iii) papel da esfera pública; e (iv) estrutura e perspectivas em relação à mudança climática. O roteiro foi pré-testado em abril de 2023 para garantir maior validade do instrumento, considerando 2 atores institucionais selecionadas aleatoriamente. Não houve necessidade de modificar o instrumento. Cada entrevista durou aproximadamente 30 minutos.

Todas as entrevistas deste estudo foram gravadas em formato de áudio, utilizando-se recurso disponível em dispositivo móvel. Posteriormente, os dados foram transcritos na íntegra, organizados em arquivos individuais, com o uso do *software* Microsoft Word e os quantitativos organizados no Microsoft Excel. Todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa, a importância de sua participação e a divulgação dos resultados em periódico científico. O consentimento e a garantia do anonimato foram estabelecidos pela concordância e assinatura por escrito do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A pesquisa documental foi realizada a partir de diferentes tipos de materiais, sendo: documentos internos e de domínio público, incluindo relatórios de reuniões, sites oficiais e documentos de políticas públicas. Elegemos para a análise aqueles elaborados ou publicados a partir de 2010, com informações capazes de trazer contribuições para o tema, conforme se verifica na Tabela 5.

Tabela 5 – Documentos analisados de acordo com o título, ano e definição.

Documento	Ano	Definição
Plano municipal de saneamento básico de Diamante do Sul	2013	Define critérios para a implementação de políticas públicas municipais na área de saneamento
Lei municipal n.º 773	2014	Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Meio Ambiente e dá outras providências
Edital de pregão presencial n.º 03	2021	Objetiva a aquisição de telhas em fibrocimento para os sericicultores atingidos pela tempestade de granizo
Relatório de reunião realizada pela Secretaria Municipal de Governo	2022	Apresenta os resultados alcançados pela gestão municipal 2021/2024 e outros projetos
Plano diretor municipal de Diamante do Sul	2023	Descreve temas e questões relacionadas aos aspectos urbanos, sociais e ambientais do município

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A pesquisa documental neste estudo é importante em função da identificação dos aparatos políticos e ações no âmbito do governo local para lidar com os desafios das mudanças climáticas globais em escala local.

3.3 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS

Os dados coletados nas entrevistas, nas observações e nos documentos analisados trouxeram elementos relevantes para nossa análise. Durante este processo, a adoção da técnica de análise de conteúdo descrita por Bardin (2011) foi aplicada. Esta técnica compreende a investigação das comunicações, que busca descrever o conteúdo não explícito e seus significados de forma objetiva.

A técnica de análise de conteúdo desdobra-se em três etapas principais. A primeira é denominada pré-análise. Em geral, nela ocorre a escolha e organização dos materiais reunidos, para torná-los operacionalizáveis. É a etapa de sistematização dos materiais em indicadores em função dos objetivos da pesquisa (BARDIN, 2011).

A exploração do material é a segunda etapa, onde ocorre o aprofundamento do pesquisador sobre o material. Nesta fase, realiza-se a codificação, a partir da transformação dos dados em unidades de contexto e unidades de registro, além da categorização que corresponde à condensação de ideias e a construção e organização dos dados em categorias de análise (BARDIN, 2011).

A terceira e última etapa desta técnica é o tratamento dos resultados. Envolve a interpretação dos resultados por meio de inferências do pesquisador e sua bagagem teórica. Assim, esta etapa deve apoiar-se nas descrições das características dos elementos identificados, para expressar achados da pesquisa que antes não estavam totalmente explícitos, por sínteses interpretativas (BARDIN, 2011).

Esta técnica é adequada para investigar fenômenos e esclarecer realidades distintas. A análise de conteúdo distingue-se como estratégia eficiente, porque contribui com a compreensão adequada de conteúdos diversificados. Sua principal vantagem consiste na descoberta de questões relacionadas com valores e interesses vinculados ao contexto das comunicações (MASSA; OLIVEIRA; BORGES, 2021).

Devido a essas diretrizes, na etapa de pré-análise realizamos a organização, leitura e preparação dos dados, conforme recomendados na técnica. O conjunto de dados foi importado para o *software* Nvivo 12 Plus, o qual foi utilizado com a intenção

de facilitar a análise qualitativa. Em seguida, dispondo de todos os dados relevantes, debruçou-se detalhadamente sobre eles para realizar a codificação e categorização.

Para a codificação realizaram-se leituras sucessivas das respostas na íntegra, gerando-se unidades de registro, sistematizadas manualmente conforme a proximidade semântica dos vocábulos. As unidades de registro foram distribuídas em unidades de contexto por meio da função ‘códigos’ no *software*, relacionadas aos impactos, seca e modos de enfrentamento, suporte do poder público, por exemplo.

Em seguida, realizou-se a categorização semântica, organizada pela incidência das trinta unidades mais significativas presentes nos códigos, aplicando-se a função ‘agrupamentos com sinônimos’, ordenadas em cinco categorias temáticas previamente estabelecidas, que no caso desta pesquisa organizou-se em torno de dois pilares de discussão, conforme se verifica no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de análise de conteúdo e sua descrição.

Pilares de discussão	Categoria de análise	Descrição
Respostas locais dos produtores rurais da sericicultura	A sericicultura como modo de existência	Identificação dos atributos que configuram a sericicultura e sua organização como forma de existência da agricultura familiar
	Impactos da seca nos sistemas produtivos familiares	Especificação do panorama dos impactos causados em diferentes áreas nos sistemas produtivos familiares
	Adaptação à seca na sericicultura	Existência de iniciativas por parte dos agricultores no que diz respeito às respostas práticas adaptativas
Respostas locais dos atores institucionais relacionados ao poder público local	Eventos climáticos extremos como realidade local	Indicações de que os eventos extremos de seca são um problema a ser enfrentado localmente com o suporte do governo local
	Políticas ou ações municipais relacionadas às mudanças climáticas	Existência de políticas públicas ou ações com o objetivo de reduzir os impactos de eventos extremos, ou apoiar as adaptações

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Essas categorias foram utilizadas para descrever os pormenores entre este setor da agricultura familiar, sua relação com a seca e as formas de enfrentamento. A definição das categorias, no caso desta pesquisa, aplica-se a todos os dados coletados como documentos, informações obtidas a partir das entrevistas semiestruturadas e observação não-participante assistemática.

Na terceira e última fase da análise de conteúdo, que corresponde ao tratamento dos resultados – inferências e interpretações, os dados proporcionaram discussões reflexivas e críticas sobre dimensões significativas para a adaptação climática na agricultura em âmbito local.

Vale destacar que os dados coletados entre agricultores e atores institucionais foram organizados, analisados e serão apresentados separadamente neste artigo, em função das especificidades dos roteiros de entrevista e das nuances entre o setor social e público. Na análise que segue, além da categorização semântica, apresentamos algumas transcrições das entrevistas para enriquecer a compreensão do tema e atribuímos uma ordem numérica em relação à ocorrência da coleta de dados. Para garantir a confidencialidade dos participantes denominou-se ‘agricultor’ para os participantes que atuam na sericicultura e ‘ator institucional’ para aqueles que tem atuação direta ou indireta na gestão municipal.

Este estudo utilizou abordagens estatísticas simples a partir do Microsoft Excel e os gráficos foram gerados neste mesmo *software*. Para a preparação cartográfica utilizamos o *software* QGIS na versão 2.18.

4 RESULTADOS

4.1 PERFIL SOCIOECONÔMICO E PRODUTIVO DOS SERICICULTORES

A sericicultura em Diamante do Sul caracteriza-se como uma das importantes atividades econômicas no meio rural, permeada por dinâmicas agroambientais e sociais determinantes. A Tabela 6 apresenta um resumo das estatísticas descritivas dos perfis dos entrevistados. A maioria dos entrevistados era do sexo feminino. Em relação à idade, 60% estavam na faixa etária de 40 a 59 anos. Apenas 3,75% possuem nível de escolaridade superior ao ensino médio. Na composição familiar, 57,5% tinham de três a quatro membros. Para 87,5% dos entrevistados, o terreno é próprio e menor que cinco hectares em 73,75% dos casos. Tais dados apontam que esta é uma atividade desenvolvida no núcleo de agricultores familiares que vivem e cultivam sua própria propriedade.

Verificamos que 86,25% dos entrevistados residem há mais de 20 anos em Diamante do Sul e apenas 11,25% afirmaram ter esse mesmo tempo de experiência na atividade agrícola. A proporção de sericicultores com 5 a 10 anos de experiência foi maior em comparação às demais (Tabela 6). Esses resultados mostram a provável atuação dos pesquisados em outras atividades antecedentes à sericicultura.

A atividade da sericicultura representa uma relevante alternativa de renda no meio rural, pois para 65% dos entrevistados, a atividade é o componente primordial da renda familiar, com 70 a 100% de representatividade. Este resultado indica que

qualquer tipo de perda agrícola durante o ciclo de trabalho afeta a manutenção familiar. Para a maioria dos agricultores a renda bruta mensal familiar varia entre menos de 1 a 3 salários-mínimos (Tabela 6).

Tabela 6 – Características socioeconômicas dos sericicultores entrevistados no estudo.

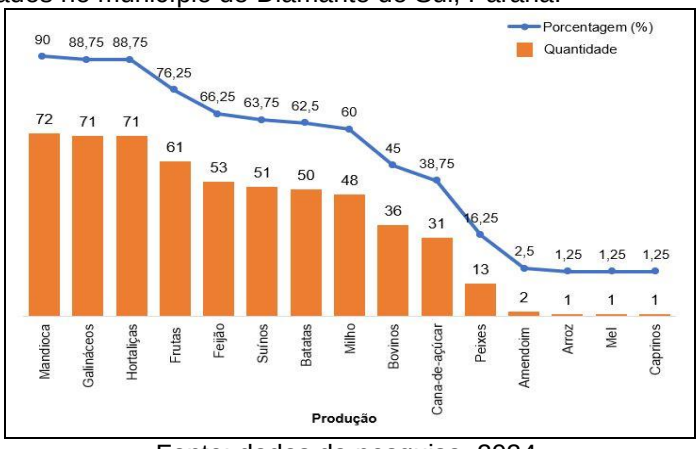
Característica	Categoria	Porcentagem (%)
Sexo	Feminino	57,5
	Masculino	42,5
Faixa etária	18–29	13,75
	30–39	22,5
	40–49	32,5
	50–59	27,5
	60–69	3,75
Escolaridade	Não alfabetizado	2,5
	Ensino fundamental I incompleto	20
	Ensino fundamental I completo	32,5
	Ensino fundamental II incompleto	10
	Ensino fundamental II completo	8,75
	Ensino médio incompleto	3,75
	Ensino médio cursando	1,25
	Ensino médio completo	17,5
	Curso técnico completo	1,25
	Ensino superior completo	2,5
Membros da família	1–2	32,5
	3–4	57,5
	5–7	10
Vínculo com a propriedade	Própria	87,5
	Arrendada	12,5
Tamanho da propriedade em hectares	<5	73,75
	6–10	22,5
	11–20	1,25
	31–40	1,25
	41–50	1,25
Residência no município	1–4	3,75
	5–10	2,5
	11–15	2,5
	16–20	5
	> 20 anos	86,25
Experiência na sericicultura	< 1 ano	3,75
	1–4	15
	5–10	32,5
	11–15	20
	16–20	17,5
	> 20 anos	11,25
Renda bruta mensal da família em salários-mínimos	<1	27,5
	1–3	48,75
	3–6	20
	6–9	3,75
Representatividade da sericicultura na renda familiar	100–70%	65
	69–50%	20
	49–25%	11,25
	24–1%	3,75
Participação em associação local	Sim	96,25
	Não	3,75

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Também verificamos que para 61,25% dos entrevistados a sericicultura não é a única atividade de geração de renda. Pela sua sazonalidade, ela é combinada com outras formas de complementação de renda, como pecuária e funcionalismo público. Dos entrevistados, todos afirmaram ter acesso à assistência técnica para sericicultura, ofertada pela indústria integradora. Somente 3,75% têm acesso aos serviços ofertados pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. A maioria (> 90%) declarou ser membro de associações locais de produtores.

Em todos os sistemas a organização da força de trabalho é integralmente familiar, sem contratação de mão de obra externa. Além disso, a sericicultura é caracterizada por sistemas produtivos diversificados, princípio de reprodução social observado entre todos os entrevistados, conforme sintetizado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Diversificação produtiva de origem vegetal e animal para autoconsumo nos sistemas de sericicultura entrevistados no município de Diamante do Sul, Paraná.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os resultados mostram que a diversificação reflete a maximização do uso do solo nas pequenas propriedades, está relacionada ao fornecimento de alimentos à dieta familiar, em termos de qualidade e redução de custos na compra de industrializados, especialmente na entressafra, onde não há receitas na atividade. Os alimentos mais comuns foram mandioca (90%), galináceos e hortaliças (88,75%), respectivamente, entre outros. Nenhum entrevistado possui sistema de irrigação.

Entretanto, em relação ao tipo de produção, os resultados mostram que a agricultura orgânica (27,5%), e as práticas de transição orgânica (62,5%) foram as mais comuns identificadas, enquanto as demais eram do tipo convencional (10%). A sericicultura como prática de produção familiar apresenta um maior leque do que simplesmente geração de renda sazonal, mas envolve nuances que permeiam o esforço por autonomia e continuidade de propriedades rurais familiares no município.

4.2 MOTIVAÇÕES E DESAFIOS NA SERICICULTURA FAMILIAR

A organização ocorre além do uso da mão de obra familiar, envolve características socioespaciais e geográficas dos sistemas pesquisados. A Figura 2 apresenta os termos mais frequentes empregados para descrever a dinâmica local da sericicultura em relação às motivações para trabalhar com esta atividade produtiva.

Figura 2 – Nuvem de palavras com a representação dos vocábulos mais frequentes nas entrevistas realizadas com sericicultores em relação às motivações para atuar na sericicultura.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A Figura 2 exibe uma linha de resistência frente à produção industrial e condições de acesso à terra, em uma lógica de reprodução que permite a união familiar, apresenta os desafios climáticos, saúde dos trabalhadores, falta de incentivos e acesso às tecnologias para a atividade. A sericicultura constitui um trabalho eficiente na ocupação dos pequenos terrenos para a geração de renda nas condições do município. Particularmente, esta estrutura rural se deve ao fato da maioria dos agricultores possuir pequenas extensões de terrenos acidentados geograficamente. Esta realidade se pauta em um contramovimento à subordinação da produção agrícola nos latifúndios, como produção pecuária e de grande escala.

Os resultados apontam que a sericicultura decorre do encadeamento de situações que conduzem os menos capitalizados a optarem pela atividade, pois quando comparado aos rendimentos da pecuária leiteira, milho, feijão e outros, as pequenas áreas não apresentam retorno financeiro razoável. A autonomia das rotinas, garantia da comercialização dos casulos e a compensação financeira, são particularidades desta prática produtiva.

A atividade insere o produtor na luta pela produção de casulos com alto padrão de qualidade. Isso ocorre porque este critério é determinante no preço médio

pago ao produtor. No entanto, o alto custo da aquisição de adubos para o amoreiral e a falta de incentivo político são dificuldades enfrentadas, assim como a falta de renda na entressafra, o manejo intensivo concentrado no trabalho braçal, especialmente para os produtores que não possuem máquinas e equipamentos, além dos impactos causados pela deriva de agrotóxicos de propriedades vizinhas. A Figura 3 apresenta os termos mais frequentes utilizados para os principais desafios na atividade.

Figura 3 – Nuvem de palavras com a representação dos vocábulos mais frequentes nas entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos desafios na atividade produtiva.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

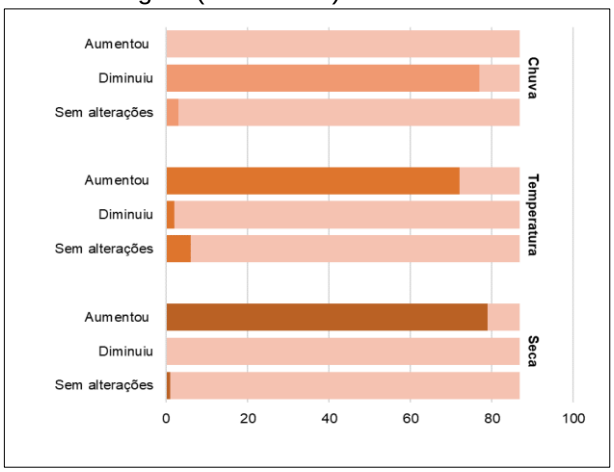
Além disso, evidências da mudança climática também puderam ser constatadas na sericicultura, sendo este outro problema recorrente atrelado à atividade. O entendimento desta realidade pela análise de conteúdo aponta que a ausência de chuvas e aumento de eventos de seca constituem um conjunto de desafios para a sericicultura e à produção de autoconsumo.

Deste modo, além de comprometer a produtividade da safra de fios de seda, consequentemente causa impactos econômicos cumulativos para essas famílias e em outras distintas dimensões, as quais serão tratadas a seguir.

4.3 COMPREENSÕES DOS SERICICULTORES EM RELAÇÃO À SECA

Os entrevistados foram questionados sobre aspectos relacionados com a mudanças climáticas nos últimos anos, no que se refere à intensidade de chuvas, temperatura e secas na região. O Gráfico 2 mostra que a maioria compreende que os níveis de precipitação têm reduzido na região. Os entrevistados também notaram o aumento de eventos de seca (98,75%) e da temperatura (90%), respectivamente.

Gráfico 2 – Compreensões dos entrevistados em relação às mudanças envolvendo precipitações, temperatura e eventos de seca na região (2020-2021).



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Em resumo, a maioria dos entrevistados observou que ao nível local ocorreram mudanças nas condições climáticas e de temperatura, levando a preocupações em relação à agricultura e problemas ambientais. A Figura 4, revela que na compreensão dos pesquisados, esse tipo de questão tem vínculo entre o aumento da degradação ambiental para formação de novas áreas destinadas às lavouras ou pastagens e a frequência de secas no município.

Figura 4 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos presentes na unidade de contexto dos fatores influenciadores da seca, obtidos a partir das entrevistas realizadas.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A Figura 4 demonstra a relação entre a seca como um resultado dos impactos locais ao meio ambiente e recursos hídricos. É evidente uma linha tênue entre práticas agrícolas intensivas, que envolvem a reivindicação pelo cumprimento da legislação vigente, para melhorar a saúde ambiental. Nesta lógica, o desmatamento emergiu como a principal unidade mencionada e considerado associado à ação antrópica. O

Quadro 2 mostra que não foi apenas relatado como atrelado à destruição da cobertura vegetal, mas também da contaminação de rios e soterramento de nascentes de água.

Quadro 2 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos aspectos relacionados ao aumento dos eventos extremos de seca.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Desmatamento	*"É o próprio ser humano, né? Tipo o desmatamento, agora aqui mesmo você pode ver, um pedacinho de mato aí que eles vê que dá pra destocar, arrancar, eles tão destocando tudo. Não tão deixando nada, nada"* (Agricultor 30).
Contaminação aquática	*"O pessoal tem achado bastante peixe morto aqui […] então a natureza o pessoal vai destruindo, destruindo, uma hora acaba, né?"* (Agricultor 55).
Destruição de nascentes	*"Aqui pra cima o povo já plantam soja, até tem uma sanguinha, mas a nascente que era ali eles destruíram tudo"* (Agricultor 15).
Produção agrícola em larga escala	*"A soja e o milho mesmo é quem causa mais desmatamento é isso aí, antes […] era mais mato. O clima era outro, hoje tá tudo diferente"* (Agricultor 58).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

É possível verificar que o modelo de exploração ambiental para produção em larga escala foi apontando como expressivo contribuidor de secas, percebido pelo viés da produção de *commodities* e expansão da pecuária na região. Esse tema, não se restringe, entretanto, aos impactos socioambientais, mas sobretudo da necessidade de adequar órgãos fiscalizadores a padrões eficientes, que atendam à realidade municipal. O estudo revelou que os sericicultores fazem referência à seca de forma integrada ao discurso do meio ambiente, atribuindo tal evento aos problemas locais.

Em termos de conhecimento terminológico e formas de obtenção de informação, a pesquisa revelou que a maioria (> 90%) dos entrevistados ouviram falar do termo crise hídrica ou seca. As fontes de obtenção mais comuns foram televisão e rádio (52,5%), redes sociais como familiares, vizinhos e amigos (28,75%), internet (11,25%) e assistência técnica rural da empresa integrada (7,5%). Nossos resultados também mostram que nenhum entrevistado participou ou recebeu treinamento de capacitação relacionando mudanças climáticas visando a adaptação à seca, ou a incorporação de práticas para auxiliar na redução de impactos potenciais.

Além disso, 76,25% afirmam não ter recebido qualquer informação ou orientação para o uso mais racional da água durante o período de seca. Daqueles que receberam, 42,10% da orientação foi por parte dos motoristas do caminhão-pipa, 36,84% de um membro da comunidade rural, 10,52% do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, 5,26% dos agentes de saúde e 5,26% dos assistentes técnicos da empresa integrada. Este resultado mostra a necessidade de fortalecimento da

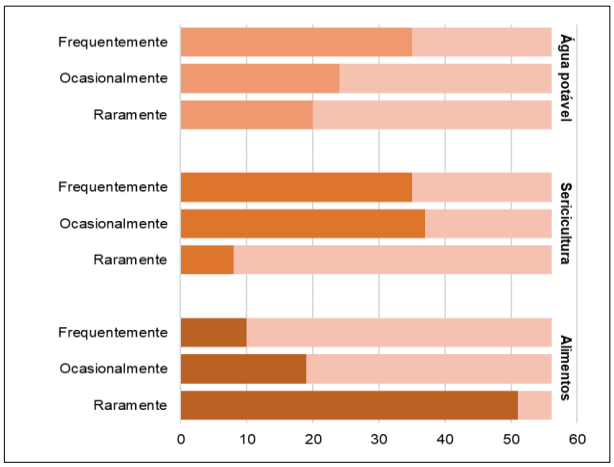
associação local para a produção de conhecimentos e mobilização integrados ao enfrentando da escassez e melhor eficiência no uso da água.

4.4 IMPACTOS DA SECA PERCEBIDOS PELOS SERICICULTORES

Os impactos causados pela seca são distintos e com disparidades no nível dos sistemas familiares. Verificamos que este evento extremo representa um risco potencial para as unidades pesquisadas, abrangendo inclusive fatores sociais, econômicos e produtivos.

A falta de água potável para consumo humano e os prejuízos na sericicultura foram frequentemente vivenciados pelos pesquisados, respectivamente. Em contrapartida, a escassez de alimentos para autoconsumo foi indicada como menos frequente. Os resultados mostram impactos agrícolas em diferentes culturas, destacando estresses econômicos, desdobramentos na segurança e abastecimento de água para as famílias. Em particular, tais aspectos representam um grande problema para as comunidades rurais, se abordagens estratégicas não forem adotadas. O Gráfico 3 apresenta a frequência de impactos percebidos pelos entrevistados durante a seca, no período de 2020 e 2021.

Gráfico 3 – Compreensões dos sericicultores entrevistados em relação aos impactos envolvendo a seca nos sistemas familiares.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A análise de conteúdo revelou que, por exemplo, o principal impacto da seca na cultura da amora (Morus sp.) a campo é percebido visualmente a partir da paralisação no crescimento das plantas, amarelecimento e ressecamento das folhas, ocasionada pelo déficit hídrico. Quando em solos rasos, a morte das plantas é

geralmente constatada com mais frequência do que em solos profundos. A Figura 5 mostra a dinâmica de palavras relacionadas aos impactos nos sistemas produtivos.

Figura 5 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos relacionados aos impactos causados pela seca nos sistemas produtivos.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Além de perdas nas lavouras de autoconsumo, como nas culturas do milho, feijão e arroz, a seca causou inclusive prejuízos em pomares e a paralisação temporária no cultivo de hortaliças. O aumento da temperatura impulsionou o insucesso na produção, favorecendo a pressão de doenças nas larvas e de insetos nos cultivos de subsistência, conforme se exemplifica no Quadro 3.

Quadro 3 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos impactos causados nos sistemas produtivos.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Produção de autoconsumo	*"Eu plantei um pouco de arroz quase perdi tudo"* (Agricultor 28). *"Falto água este ano com aquela seca. Eu perdi na horta também um monte, morreu a maioria da árvore frutífera que eu tinha investido"* (Agricultor 68).
Pressão de insetos	*"Mais é as lagartas que eu vi que aumento na roça […] A cigarrinha no milho também"* (Agricultor 22).
Cultura da amora	*"Nós já viemos de uma seca do ano retrasado, daí ano passado e agora como diz vai pro mesmo caminho […] antes as amoras sentia, mas agora foi de seca as amoras, quase tudo morta, tudo amarelinho"* (Agricultor 60).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Outro ponto significativo na sericicultura é o momento de venda dos casulos em períodos com ocorrência de secas, onde os impactos econômicos se desdobram na produção com a perda de parte da safra. Isso ocorre pelo fato de que os insetos mantêm seu ciclo de desenvolvimento normalmente até a formação dos casulos, no entanto, como cada lote é comercializado por peso, ocorre redução do peso do casulo, devido ao déficit hídrico ocorrido nas plantas com as quais as larvas foram

alimentadas. Isso causa prejuízos econômicos e fortalece um ciclo que se estendem para a entressafra, desmotivando os agricultores e exigindo um controle financeiro eficiente. Essa realidade pode ser verificada no Quadro 4.

Quadro 4 – Excertos das entrevistas realizadas com sericicultores em relação aos impactos causados pelos eventos extremos de seca aos sistemas produtivos.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Teor de casulos	*"Teve bastante problema […] os últimos lotes de bicho do ano passado foram os piores, não pesa quase nada os casulos"* (Agricultor 61).
Produtividade	*"Prejudica tudo, porque daí os bichos fica tudo doente, a amora não tem água […] a produção caiu 20% esse mês passado"* (Agricultor 37).
Renda	*"Nós mesmo já perdemos mais de cinco caixinhas só nessa safra […] a questão da renda do inverno já dançou, né?"* (Agricultor 53).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Nossos resultados (Figura 6) indicam que na dimensão social os impactos estavam relacionados à escassez de água para atividades domésticas básicas, produção de alimentos e indisponibilidade para consumo humano.

Figura 6 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos relacionados aos impactos causados pela seca na disponibilidade de água.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Sistemas de racionamento nas famílias com água encanada foram adotados e houve distribuição emergencial de água com caminhão-pipa da prefeitura. Majoritariamente o nível dos recursos hídricos na região tiveram alterações ou secaram totalmente. Os aspectos verificados em nossa análise também fornecem uma noção da diversidade de impactos ao cotidiano familiar e comunitário, incluindo diretamente a necessidade de sistemas de abastecimento de água no espaço rural e pode ser entendido como um tópico urgente no município pesquisado.

4.5 RESPOSTAS À SECA EM SISTEMAS DE SERICICULTURA

A adaptação dos sericicultores à seca abrange geralmente múltiplas respostas. A frequência de vocábulos na categorização correspondente foi produzida para destacar as principais proeminências envolvidas com a adoção de ações para enfrentar os impactos da seca nos sistemas familiares rurais (Figura 7).

Os principais termos referenciados (Figura 7) indicam que a água é importante para o desenvolvimento das culturas a campo pela precipitação pluviométrica, também para a higienização e desinfecção dos barracões. A eficiência no uso da água armazenada da chuva também se mostra indispensável nas atividades domésticas, cultivos de hortaliças e outras culturas produzidas nas propriedades. As oportunidades de adaptação estavam associadas à disponibilidade da água, impactos na produção agrícola e renda familiar.

Figura 7 – Nuvem de palavras com a representação dos principais vocábulos vinculados ao contexto das estratégias de adaptação adotadas pelos entrevistados.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os resultados mostram nuances associadas com o uso de tecnologias, como a irrigação que podem contribuir futuramente para resolver problemas relacionados ao déficit hídrico que os cultivares sofrem durante a seca. Em formas de apoio à implementação de tecnologias no contexto da adaptação climática, a análise revela a necessidade de aparatos políticos de acessibilidade à irrigação como uma ação que preenche lacunas existentes neste setor.

O Quadro 5 mostra o contexto local da seca e as estratégias de adaptação adotadas nos sistemas pesquisados.

Quadro 5 – Resumo do contexto local dos impactos de eventos climáticos extremos de seca e as estratégias de adaptação, mitigação e resiliência adotadas nos sistemas pesquisados.

Contexto	Impactos	Estratégias adotadas
Pecuária	Falta de água para suprir as necessidades de animais como bovinos, suínos e outros	- Construção de reservatórios água
Uso doméstico	Escassez de água para uso humano e atividades domésticas	- Construção de poço artesiano ou superficial
Captar água da chuva	Necessidade de captação de grandes volumes de água quando chove	- Adoção de calhas nos telhados dos barracões em cano de cloreto de polivinil ou madeira
Produção agrícola	A imprevisibilidade climática leva a necessidade de armazenamento de água da chuva	- Utilização de galões (armazenamento de até 250 litros) - Aquisição de caixas d'água (armazenamento superior a 1000 litros)
Criação massal de insetos	Amoras são insuficientes para alimentar as larvas e geram seda de qualidade inferior	- Alteração da quantidade de larvas por lote
Proteção de cultivos	Cultivos são afetados pela seca e aumento de insetos-praga, causando perdas nas produções	- Sombreamento de cultivos com tela sombrite ou cobertura vegetal - Cultivo em estufa de polipropileno
Cultivo de amora	Plantas de amora mais antigas morrem devido à seca	- Realizam o replantio manual de amoreiras mais resistentes à seca
Diversificação produtiva	Algumas espécies cultivadas não estão adaptadas às condições de estresse hídrico extremo	- Mudança nas variedades cultivadas e introdução de outras culturas tolerantes à seca
Plantio	Os cultivos de autoconsumo são afetados parcial ou totalmente	- Alterações na época de plantio das culturas agrícolas
Aumentar a renda familiar	A suspensão ou redução de lotes de larvas pela falta chuva na lavoura causa impactos na renda familiar	- Migração de mão-de-obra temporária para fazendas na região ou atividades urbanas

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

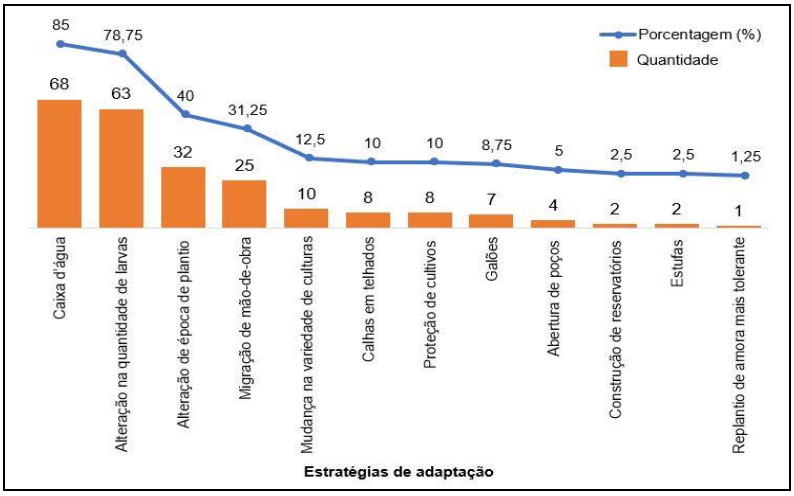
As adaptações dos sericicultores envolvem diversas respostas aos impactos negativos no meio rural. Os resultados (Gráfico 4) mostram que a maioria (85%) dos entrevistados adotou tanques de armazenamento, como caixas d’água para coletar de água da chuva do telhado dos barracões de sericicultura, com armazenamento superior a 1000 litros. Esta estratégia indica a gestão eficiente da água disponível, que é recolhida e destinada para a limpeza dos barracões e irrigação manual de hortas.

Deste modo, 78,75% dos entrevistados também praticaram a alteração na quantidade de larvas (*Bombyx mori* L.) por lote, com menos insetos na criação para combinar o suprimento adequado de alimento às lagartas durante a seca, a garantia do peso e o teor de seda dos casulos, evitando, portanto, perdas econômicas.

Os resultados mostram que 40% dos agricultores realizaram alterações no calendário de plantio de milho, por exemplo. A migração temporária (31,25%) para venda de mão-de-obra agrícola ou não-agrícola foi identificada como uma estratégia de curta ou longa duração, segundo as necessidades dos adotantes. Alterações na

diversificação produtiva foram identificadas, por exemplo, o agricultor suspendeu o cultivo de alface e plantou quiabo, beterraba ou batata-doce.

Gráfico 4 – Distribuição das estratégias de adaptação com base no número e porcentagem de sericicultores adotantes.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Outras estratégias incluem a instalação de calhas nos telhados, proteção de cultivos, uso de galões para captação de água da chuva, com armazenamento de até 250 litros. A abertura de poços, construção de reservatórios, implementação de estufas para produção hortícola e replantio de amoreiras tolerantes à seca foram menos implementadas (Gráfico 4).

Estratégias de adaptação peculiares foram encontradas. Na comunidade de Alto Cascudo, uma família construiu manualmente um poço de água superficial como uma estratégia rápida e viável para o suprimento doméstico, como lavar roupa e para a produção animal de galináceos e suínos. Outro exemplo é a proteção hortícola com sombreamento, com o cultivo de maracujá e das videiras, na mesma comunidade. Da mesma forma, na comunidade de Pinhalito, um entrevistado construiu uma calha de madeira para captação de água da chuva. No entanto, esses são casos pontuais e não refletem a realidade das adaptações à mudança climática.

Alguns preditores da sericicultura, como a diversificação produtiva e a combinação da sericicultura com outras formas de renda não foram suficientes para suprir as necessidades familiares durante a seca, levando os agricultores a adotarem a migração de mão-de-obra para incrementar a renda familiar. Já, a Figura 8 apresenta algumas adaptações adotadas pelos entrevistados.

Figura 8 – Estratégias de adaptação, mitigação e resiliência à seca na área de estudo: (a) Caixa d'água e calha em cloreto de polivinil. (b) Proteção de culturas. (c) Alteração de variedades de culturas. (d) Poço superficial.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Esse cenário, constitui um desafio com implicações relevantes, onde as ações práticas, de fato, resultam em ajustes nos sistemas familiares rurais, com ações ao nível de propriedade, conforme se verifica no Quadro 6.

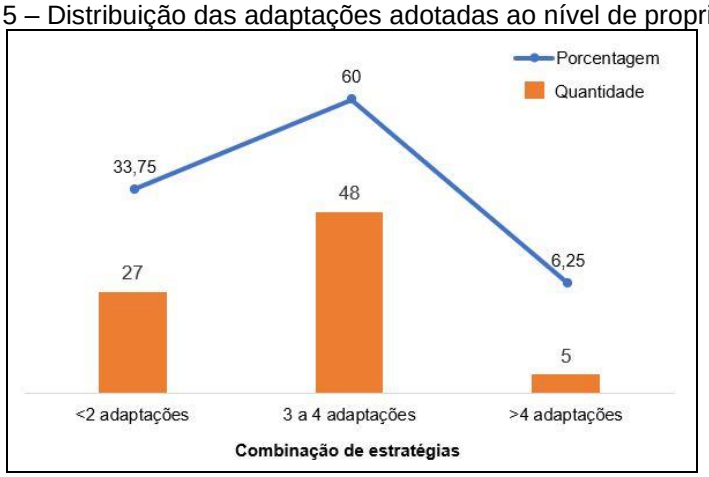
Quadro 6 – Excertos das entrevistas em relação à adoção de adaptações climáticas.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Adaptação climáticas nos sistemas familiares	*"Esse poço aí nóis mesmo que cavemos na enxada*" (Agricultor 3). *"Aquela água a gente usa pra tudo, nóis colocamos a calha quando foi feito o barracão porque já tava muita seca"* (Agricultor 8). *"Acho que igual essa seca aqui, acho que depois que eu tô aqui essa foi a pior […] tivemos que colocar até sombrite na horta"* (Agricultor 36). *"Nóis pegava 17 gramas, tivemos que pegar 10 grama"* (Agricultor 64). *"Foi por causa da seca que eu fui, porque parou as amoras, parou a horta e eu não tinha renda nenhuma […] me obriguei a ir pro Diamante, foi onde que eu trabalhei 90 dias lá no mercadinho"* (Agricultor 49).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A falta de recursos financeiros foi apontada como um dos impeditivos para a diversificação de respostas à seca, como a aquisição da tela sombrite ou calhas, que têm alto custo, por exemplo. Por outro lado, os resultados apontam que existem estratégias de adaptação mais prevalentes em algumas propriedades, como o uso combinado de caixa d'água e alteração na quantidade de larvas por lote. Notamos que 60% dos entrevistados adotaram de 3 a 4 estratégias, conforme o Gráfico 5.

Gráfico 5 – Distribuição das adaptações adotadas ao nível de propriedade.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A diversidade de adaptações, sobretudo ilustra os esforços dos agricultores em melhorar as condições para enfrentar os impactos e a luta para manter a identidade da agricultura familiar na sericicultura. Infelizmente, como a seca causou um cenário crítico, praticamente durante todo o ano de 2021 foi necessária a ação do poder público no abastecimento de água para muitas famílias entrevistadas. Isso porque, muitas das propriedades estão localizadas em áreas com recursos hídricos restritos e as adaptações para a coleta de água da chuva, por exemplo, permitia sua utilização apenas para uso doméstico ou agrícola e não para consumo humano.

Houve compreensões entre alguns entrevistados de que a agricultura não era uma das prioridades do governo local. Eles apontaram (Quadro 7) a necessidade de apoio às ações de adaptação e para o setor durante os eventos de seca.

Quadro 7 – Excertos das entrevistas que exibem a necessidade de apoio do poder público local.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Apoio do poder público	*"Hoje pro produtor, vamos supor se eu fosse comprar uma caixa maior, faze mais calha, tudo tem custo […] se fosse um vereador fazer um projeto pela câmara pra incentiva esse lado, pelo menos a pessoa não precisa pagar tudo né? […] mais a gente não tem incentivo"* (Agricultor 39). *"Eles deveria melhorar o apoio pra nós com mais recurso na seca pra agricultura, tipo questão de trator, adubo, maquinário"* (Agricultor 71).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Por outro lado, os entrevistados destacam ações com caráter pontual e pragmático baseadas nas necessidades impostas pela seca, que ratificam a importância da garantia do acesso à água. As adaptações integram características específicas dos sistemas, obedecendo a um movimento de perseverança. A Figura 9 apresenta o resumo dessa conjunção.

Figura 9 – Interação entre os processos de seca (2020-2021) na sericicultura em Diamante do Sul e a adoção de adaptações e resiliência climática ao nível local.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Utilizando essa abordagem, vinculamos as adaptações como um processo autônomo local, instigado a partir da compreensão de que os impactos da seca conduzem a busca de respostas disponíveis a curto prazo, onde as ações integram a redução de impactos socioeconômicos e ambientais e o protagonismo articulado.

4.6 ESFERA PÚBLICA LOCAL E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AGRICULTURA

A análise do perfil dos respondestes revela que entre os 10 entrevistados, a maioria (90%) foram do sexo masculino, 80% possuem entre 40 e 59 anos, 40% possuem ensino superior completo e 50% de 5 a 10 anos de atuação na função, conforme se verifica na Tabela 7.

Tabela 7 – Características gerais dos atores institucionais entrevistados no estudo.

Característica	Categoria	Porcentagem (%)
Sexo	Feminino	10
	Masculino	90
Faixa etária	30–39	20
	40–49	40
	50–59	40
Escolaridade	Ensino fundamental I completo	20
	Ensino fundamental II completo	10
	Ensino médio completo	30
	Ensino superior completo	40
Tempo na função	1–4	20
	5–10	50
	11–15	30

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Sobre as mudanças no clima local nos últimos dois anos, os entrevistados citam o aumento da seca (em 90% das falas), aumento da intensidade da temperatura (90%) e alterações na variabilidade de precipitações (70%). A análise de conteúdo

permitiu identificar que a compreensão dos atores institucionais em relação às mudanças climáticas foi associada à destruição ambiental ou ciclos naturais. Em relação aos impactos, os entrevistados mencionam a seca como o principal evento extremo climático vivenciado nos últimos anos (ver Quadro 8).

Quadro 8 – Excertos das entrevistas realizadas com atores institucionais em relação à origem das mudanças climáticas e eventos extremos no município de Diamante do Sul.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Origem das mudanças climáticas	*"Na minha opinião 70% é ciclo natural do clima. A influência humana ajuda muito, mas o ciclo do clima não tem como controlar"* (Ator institucional 3). *"Desmatamento, meio ambiente né? o povo só pensa em desmatada em planta, não quer preservar a mata ciliar"* (Ator institucional 4).
Eventos extremos no município	*"Foi grande as perdas, esses últimos 3 anos, a seca aí judiô muito dos pequenos agricultores"* (Ator institucional 7). *"Na questão da produção nos últimos 3 anos ocorreram granizo e seca prolongada, isso tudo atrapalha a produção"* (Ator institucional 5). *"Afetou de forma bem grande os agricultores na seca"* (Ator institucional 2). *"A seca causô perdas gerais, porque acabo a água, acabo as produções, que nem o milho mesmo foi muita perda"* (Ator institucional 9).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O Quadro 9 apresenta a síntese do escopo documental analisado com prioridade nas estratégias focadas no contexto rural, que podem colaborar com a construção de uma agenda local climática e as medidas de foco operacionalizadas sob a responsabilidade de secretarias municipais e institutos vinculados aos órgãos regionais e nacionais.

Quadro 9 – Escopo documental pesquisado e as medidas de foco desenvolvidas.

Escopo documental	Medidas de foco desenvolvidas pelas instituições
Educação socioambiental para uma melhor qualidade de vida e sustentabilidade	- Orientações técnicas sobre o preparo do solo e adubação verde em parceria com o Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. - Cursos em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.
Universalização do abastecimento de água para comunidades rurais	- Instalação de poços artesianos para algumas comunidades rurais. - Distribuição de água potável com caminhão pipa para as comunidades rurais durante a seca.
Proteção e conservação do meio ambiente	- Proteção de fontes naturais de água nas propriedades.
Investimentos estratégicos para estimular o crescimento econômico local	- Distribuição de adubo orgânico para fomentar atividades produtivas. - Asfaltamento e recuperação de estradas nas comunidades rurais. - Aquisição de carreta espalhadora de calcário agrícola. - Execução de obras nas propriedades pelo Programa Porteira Adentro. - Distribuição de telhas para construção dos barracões de sericicultura. - Distribuição de 8.800 telhas para sericicultores atingidos por granizo.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

O conjunto de ações realizadas envolveu intervenções pontuais, como o atendimento da falta de água com a distribuição de água potável e de telhas em eventos extremos de seca e granizo, respectivamente, assim como ações de longo prazo, por exemplo, a perfuração de poços artesianos para as comunidades rurais. A

partir do Programa Porteira Adentro foram realizadas práticas de conservação das vias de acesso e serviços de gradeamento do solo. Observamos que os respondentes citam possibilidades para o enfrentamento e a necessidade de políticas públicas na agenda municipal relacionadas às mudanças climáticas, conforme Quadro 10.

Quadro 10 – Excertos das entrevistas associadas diretamente às questões climáticas.

Unidade contextual	Falas dos entrevistados
Ações que foram realizadas pelo município no contexto das mudanças climáticas	*"Tamo fazendo poço artesiano nas comunidades e dando abastecimento de água de casa a casa […] fazendo proteção de fonte"* (Ator institucional 4). *"Nosso objetivo é fazer uma extensão de rede né? leva o máximo de saneamento e água pra todos"* (Ator institucional 10). *"O último granizo a gente fez distribuição de telhas"* (Ator institucional 3). *"A gente trabalha outra coisa é a parte de cobertura verde, pra que não haja o ressecamento do solo, o plantio das amoras em nível é uma questão que ajuda a evitar a perda de solo e mantem a fertilidade"* (Ator institucional 5).
Necessidade de incorporação do tema às políticas de apoio à agricultura	*"Não tem nada de projeto relacionado com água e meio ambiente ou clima, a única coisa é que foi votado os poços artesianos"* (Ator institucional 1). *"Não temos política na área ambiental"* (Ator institucional 4). *"A preservação das nascentes e cursos de água deveria ser tomado importância maior, a cobertura do solo também"* (Ator institucional 5). *"Questão de clima praticamente nunca foi conversado* (Ator institucional 7). *"É o desinteresse do poder público em reativar o viveiro do município que daria pra distribuir mudas nativas gratuita pros agricultores"* (Ator institucional 8).
Futuras possibilidades no enfrentamento das mudanças climáticas	*"Programa de incentivo à questão de preservação. Trabalhos com divulgação em cima desse tipo de preocupação climática"* (Ator institucional 3). *"Reuniões e projetos de preservação ambiental, começar capacitando com profissionais sobre formas de prevenir esses eventos"* (Ator institucional 2). *"Divulgar no rádio e tv e ter um programa de incentivo pra quem preserva as nascentes, um subsídio na lavoura ou abatimento fiscal"* (Ator institucional 5). *"Conscientização desde a escola e políticas para preservar as matas ciliar, controlar os agrotóxicos e o município ter reservas"* (Ator institucional 8). *"[…] cursos e orientações dos agricultores com pessoas capacitadas nessa área, que tem conhecimento sobre mudanças climáticas"* (Ator institucional 6).

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Dada a intersetorialidade dos desafios climáticos, torna-se necessário fortalecer as ações existentes, como a adubação verde que auxilia na melhoria da saúde do solo e infraestrutura em saneamento básico para as comunidades rurais, além da definição de metas que possam apoiar os esforços dos agricultores na promoção da adaptação às mudanças climáticas.

5 DISCUSSÃO

Os impactos dos eventos extremos de seca na região estudada evidência que o segmento da sericicultura continua em condições climáticas, socioeconômicas e políticas incertas. Estudos anteriores documentaram gargalos na adoção de estratégias de adaptação. Mesquita *et al.* (2020) e Chetri, Sharma e Ilavarasan (2024),

por exemplo, relataram que a falta de acesso à informação e implementação de políticas públicas voltadas à agricultura familiar são fatores limitantes da adaptação climática.

Todavia, esses estudos foram realizados em regiões semiáridas ou não enfocava agricultores cuja atividade estava relacionada a criação do bicho-da-seda. Por isso, neste estudo descrevemos os impactos da seca percebidos por sericicultores de Diamante do Sul, estado do Paraná, no Brasil, suas estratégias de adaptação e a dinâmica institucional pública para auxiliá-los a lidar com as implicações dos eventos climáticos extremos.

Nossas descobertas destacam que a sericicultura é vulnerável aos eventos extremos de seca, contudo eles encontram oportunidades para a criação de estratégias. Nesse sentido, os estudos de Cunha (2022) e Stephan *et al*. 2023 confirmam nossos achados, confirmando que a agricultura familiar é um dos grupos altamente vulnerável às mudanças climáticas e as adaptações têm relação com as condições locais, especialmente com as soluções baseadas na natureza.

Os dados levantados deixam claro que os eventos de seca têm influenciado negativamente nas atividades produtivas. Em estudo conduzido por Franz *et al*. (2021) os autores destacam que na região Sul do Brasil as secas têm causado implicações significativas na produção agrícola. Entretanto, as respostas de adaptação refletem arranjos autônomos orientados para garantir a reprodução da agricultura familiar no meio rural.

Nossos resultados mostram que a dificuldade de acesso a outros mercados, que não o da seda, aumentam a dependência da atividade e a vulnerabilidade, sendo esta última a dificuldade de superar os impactos causados pelas mudanças climáticas. Sem dúvida, priorizar o acesso a diferentes mercados, tecnologias de informação e produção, serviços de extensão, previsões meteorológicas e informações de alerta precoce ao nível local são elementos importantes para superar barreiras às adaptações nas propriedades rurais (WANG *et al*. 2020; TASNIM *et al*. 2023).

Os principais impactos foram a falta de água para fins domésticos, nos cultivos para autoconsumo, inviabilização da prática da sericicultura, problemas fitossanitários e na renda familiar. Diante desse cenário, são necessárias ações de apoio em diferentes níveis de governança para as respostas de adaptação adotadas, introdução ou implementação de outras estratégias mais eficientes. Para isso, é importante a formulação de planejamentos governamentais para especificidades da agricultura,

procurando integrar suporte técnico e financeiro para aumentar a sustentabilidade nos sistemas (KARIMI; KARAMI; KESHAVARZ, 2017; KOGO; KUMAR; KOECH, 2022). Além disso, é fundamental garantir o acesso adequado à água para as comunidades rurais, isso porque a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, fundamenta que "*em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais*" (Art. 2, inciso III) (BRASIL, 1997).

Na perspectiva da interação entre os sericicultores e à incorporação das mudanças climáticas pelas instituições públicas no município, destaca-se a indispensabilidade de maior apoio externo para subsidiar melhorias das condições de adaptação e políticas agrícolas, afinal de acordo com Zarei, Karami e Keshavarz (2020) e Bedeke (2022) tal interação é importante para que os produtores não abandonem a atividade e possam explorar oportunidades para uma agricultura sustentável sob escassez hídrica.

Nossas descobertas sugerem que recursos financeiros limitados e a falta de capacitações não limitaram a adoção de adaptações. Entretanto, esses resultados enfatizam a importância de políticas no contexto da adaptação, com foco no desenvolvimento rural e no preenchimento de lacunas que podem contribuir com a promoção eficaz da resiliência, como programas de treinamentos, subsídios agrícolas, infraestrutura rural e acesso facilitado ao crédito rural, como também foi indicado por Karimi, Karami e Keshavarz (2017) e Lamichhane *et al*. (2022).

O principal aspecto proeminente deste estudo foi que ele identificou o cenário vivido pelos sericicultores, as adaptações adotadas e a dinâmica das instituições públicas mediante o cenário das mudanças climática, em uma região com lacuna de dados empíricos. Verificamos que as compreensões dos impactos locais tendem a influenciar a adoção de estratégias. Resultados comparativos também foram encontrados por Matos Carlos, Cunha e Pires (2019).

Descrevemos doze estratégias de adaptação, adotadas de forma isolada ou combinadas entre si. Descobrimos que existem comportamentos de adaptação adotados de forma mais prevalente em algumas propriedades. Esse resultado é coerente com a literatura existente, de que os requisitos de adaptação são diferentes nas comunidades e os agricultores que utilizam várias estratégias alternativas para reduzir os impactos das mudanças climáticas, serão geralmente os mais capazes de lidar com as incertezas e circunstâncias negativas (WANG et al. 2016; WANG *et al*.

2020; MU *et al.* 2023). Isso sugere que as medidas de adaptação devem fundamentar diretrizes de gestão, que apoiadas por instituições públicas podem melhorar as atividades dos sericicultores.

No entanto, devem estar acompanhadas por ações de melhorias dos fatores que afetam a agricultura local e podem apoiar a adaptação, a sustentabilidade e resiliência, como a promoção de redes sociais por meio de associações locais, fornecimento de informações climáticas, aumento da infraestrutura de estradas rurais e oferta de máquinas agrícolas (ALTIERI; NICHOLLS, 2013; PURWANTI *et al.* 2022). O governo municipal também deve enfocar na gestão de redução de riscos desastres por seca, pois, segundo a Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, compete aos municípios "*manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres*" (Art. 8, inciso IX) (BRASIL, 2012).

Assim, a inter-relação entre sericicultores e maiores esforços das instituições públicas para uma atuação focada na produção de conhecimento coletivo e estratégias de adaptação são urgentes. Dessa forma, a integração das experiências locais dos agricultores deve ser combinada com outros esforços intersetoriais para uma adaptação bem-sucedida (IGLESIAS; GARROTE, 2015; ZAREI; KARAMI; KESHAVARZ, 2020; KESHAVARZ; MOQADAS, 2021) na região de estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo descreveu os impactos da seca na sericicultura, suas estratégias de adaptação e a mobilização das instituições públicas em Diamante do Sul, região Oeste do Paraná. Nosso estudo apoia a afirmação de que embora a agricultura familiar seja vulnerável aos eventos climáticos extremos, adaptações foram adotadas, associadas à disponibilidade de recursos e no contexto local das propriedades.

A sericultura é uma das principais formas de trabalho familiar, uso do solo e geração de renda rural no município de Diamante do Sul. A sazonalidade no ciclo de produção da seda com a marcha das mudanças climáticas indica que qualquer tipo de perda ou implicação na produção afeta a manutenção das famílias. A transformação dos modos de vida, a partir de novas bases que permitam sua reprodução social e a autonomia, legitimam a adoção das adaptações para a

sobrevivência da agricultura face aos impactos climáticos. As tendências identificadas fortalecem a noção de que as adaptações podem atender às necessidades de viabilidade da agricultura familiar no curto prazo, no entanto, a necessidade de melhoria do apoio das instituições públicas é apontada, fortalecendo a resiliência dos sistemas pesquisados.

É necessário desenvolver planejamentos e ações a partir de um ângulo holístico de fortalecimento da sustentabilidade territorial resiliente, com enfoque primário na superação dos desafios sociais, econômicos e ambientais das comunidades rurais. Estes devem incluir, o intercâmbio de conhecimentos entre agricultores, associações locais, instituições públicas locais, universidades e outros, procurando romper fatores limitantes e estruturar incentivos – por exemplo, ajuda financeira e oferta de treinamentos a partir de programas de extensão.

Iniciativas políticas locais podem ser positivas no fortalecimento das respostas à seca e do desenvolvimento rural sustentável. O poder público local deve desenvolver um planejamento participativo municipal de resiliência climática, a partir de projetos e destinação de recursos para necessidades urgentes, como a garantia do acesso adequado à água, agricultura irrigada, fornecimento de matéria-prima para as adaptações, incentivos para outras atividades produtivas sustentáveis na entressafra, oferta de adubos e maquinários. Serviços de extensão rural qualificados, além do monitoramento de secas e alertas precoces são necessários.

Os desafios relacionados com os impactos dos eventos climáticos extremos podem ser abordados de forma promissora através da articulação de uma concepção de empreendedorismo focado em respostas pós-desastre, que contemple os desafios dos agricultores aos anseios da resiliência climática. Favorecer estruturas políticas e mecanismos financeiros de apoio para estabelecer ações empreendedoras que explorem novas oportunidades no contexto local e que possam promover o desenvolvimento local devem ser indispensavelmente consideradas.

Esta pesquisa é, ao nosso conhecimento, a primeira a investigar as adaptações à seca na agricultura familiar estendida à sericicultura, elaborada com dados primários provenientes da região sul do Brasil. Embora este estudo tenha sido apoiado em uma pesquisa de campo aprofundada, a amostra não abrange todos os sericicultores da região Oeste do Paraná. Pesquisas futuras podem explorar outros municípios com produtores de seda em outras regiões com desafios relacionados.

REFERÊNCIAS

AEN. Agência de Notícias do Paraná. **Impacto da seca vai além da falta de água**. 2021. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=114733. Acesso em: 02 nov. 2023.

ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. Agroecologia y resiliencia al cambio climatico: principios y consideraciones metodologicas. **Agroecología**, v. 8, n. 1, p. 7–20, 2013.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Monitor de secas.** 2021. Disponível em: https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa. Acesso em: 28 dez. 2022.

_____. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos:** avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA Brasil/GGES, 2016. 93p.

ANDERSON, R.; BAYER, P. E.; EDWARDS, D. Climate change and the need for agricultural adaptation. **Opinion in Plant Biology**, v. 56, n. 1, p. 197–202, 2020.

ANDRADE, A. J. P.; SILVA, N. M.; SOUZA, C. R. As percepções sobre as variações e mudanças climáticas e as estratégias de adaptação dos agricultores familiares do Seridó Potiguar. **Revista DeMA**, v. 31, n. 1, p. 77–96, 2014.

ASSAD, E. D.; CALMON, M.; LOPES-ASSAD, M. L.; FELTRAN-BARBIERI, R.; POMPEU, J.; DOMINGUES, L. M.; NOBRE, C. A. Adaptation and resilience of agricultural systems to local climate change and extreme events: an integrative review. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, n. 1, p. 1–9, 2022.

BARBI, F. Climate change and the adaptation agenda in Brazilian cities. **La Revista Catalana de Dret Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 1–34, 2021.

BARDSLEY, D. K. Navigating the roles of the social learning researcher: a critical analysis of a learning approach to guide climate change adaptation. **Australian Geographer**, v. 46, n. 1, p. 33–50, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BEDEKE, S. B. Climate change vulnerability and adaptation of crop producers in sub-Saharan Africa: a review on concepts, approaches and methods. **Environment, Development and Sustainability**, v. 23, n. 1, p. 1–35, 2022.

BORETTI, A.; ROSA, L. Reassessing the projections of the World Water Development Report. **Clean Water**, v. 2, n. 15, p. 1–6, 2019.

BRASIL. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial, Brasília, 1997.

_____. **Lei nº 11.326**, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial, Brasília, 2006.

_____. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 2009.

_____. **Lei nº 12.608**, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Diário Oficial, Brasília, 2012.

_____. **Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Brasília: ANA, 2019. 112 p.

_____. **Portaria nº 150**, de 10 de maio de 2016. Institui o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2016a.

_____. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima:** estratégias setoriais e temáticas. Brasília: MMA, 2016b.

BROTO, V. C. Urban Governance and the Politics of Climate change. **World Development**, v. 93, n. 1, p. 1–15, 2017.

CARNIATTO, I.; SAKAI, M.; SAKAI, P. Desenvolvimento Resiliente ao Clima: contribuições do Workshop Reino Unido – Brasil. **International Journal of Environmental resilience Research and Science**, v. 1, n. 1, p. 10–23, 2019.

CARVALHO, A. L.; SANTOS, D. V.; MARENGO, J. A.; COUTINHO, S. M. V.; MAIA, S. M. F. Impactos da ocorrência de eventos climáticos extremos na produção agrícola brasileira. **Sustainability in Debate**, v. 11, n. 3, p. 211–224, 2020.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Ameaças naturais: seca.** 2023. Disponível em: http://www2.cemaden.gov.br/secas/. Acesso em: 05 out. 2023.

CHAGAS, V. B. P.; CHAFFE, P. L. B.; BLÖSCHL, G. Climate and land management accelerate the Brazilian water cycle. **Nature Communications**, v. 13, n. 5136, p. 1–10, 2022.

CHETRI, P.; SHARMA, U.; ILAVARASAN, P. V. Weather information, farm-level climate adaptation and farmers' adaptive capacity: Examining the role of information and communication technologies. **Environmental Science & Policy**, v. 151, n. 1, p. 1–16, 2024.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Nature Based Solutions.** 2015. Disponível em: https://ec.europa.eu/research/environment/index.cfm?pg=nbs. Acesso em: 08 out. 2023.

CÔRTES, L. P.; NADRUZ, V. Redução de vulnerabilidades e mudanças climáticas. *In*: JACOBI, P. R.; TRANI, E. (Orgs.) **Planejando o futuro hoje:** ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo. São Paulo: USP, 2019. p. 74–77.

CRAIG, C. A.; FENG, S.; GILBERTZ, S. Water crisis, drought, and climate change in the southeast United States. **Land Use Policy**, v. 88, n. 104, p. 1–10, 2019.

CUNHA, A. P. M. A.; ZERI, M.; LEAL, K. D.; COSTA, L.; CUARTAS, L. A.; MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; VIEIRA, R. M. *et al*. Extreme Drought Events over Brazil from 2011 to 2019. **Atmosphere**, v. 10, n. 642, p. 1–20, 2019.

CUNHA, D. A. **Mudanças climáticas e convivência com o semiárido 2022 brasileiro**. Viçosa: IPPDS/UFV, 2022.

DABROWSKI, M. Boundary spanning for governance of climate change adaptation in cities: Insights from a Dutch urban region. **Environment and Planning C: Politics and Space,** v. 36, n. 5, p. 837–855, 2017.

DALE, P. J.; GONÇALVES, L. R. Clima e biodiversidade – diálogos necessários para políticas públicas. *In*: JACOBI, P. R.; TRANI, E. (Orgs.) **Planejando o futuro hoje**: ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo. São Paulo: USP, 2019. p. 111–114.

DI GIULIO, G. M.; BEDRAN-MARTINS, A. M.; VASCONCELLOS, M. P.; RIBEIRO, W. C. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, n.2, p. 75–87, 2017.

DUARTE, V. A.; WOLLMANN, C. A. Análise de eventos climáticos extremos e impactos nas lavouras de tabaco na bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS. **Acta Geográfica**, v. 15, n. 39, p. 17–41, 2021.

EAKIN, H. C.; LEMOS, M. C.; NELSON, D. R. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change***,* v. 27, n. 1, p. 1–8, 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Visão 2030.** Brasília: Embrapa, 2018.

_____. **Convivência com a Seca**. 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/perguntas-e-respostas. Acesso em: 02 dez. 2022.

EMPINOTTI, V. L.; TOMAZ, A. P. As mudanças climáticas causam insegurança hídrica? *In*: GRANDISOLI, E.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; TOLEDO, R. F.; COUTINHO, S. M. V.; SANTOS, K. L. (Orgs.) **Novos temas em emergência climática**. São Paulo: USP, 2021. p. 71–76.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **The impact of disasters and crises on agriculture and food security.** Rome: FAO, 2018.

FERNANDES, V. R.; CUNHA, A. P. M. A.; PINEDA, L. A. C.; LEAL, K. R. D.; COSTA L. C. O.; BROEDEL, E.; FRANÇA, D. A.; ALVALÁ, R.C.S. *et al.* Secas e os impactos na região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia,** v. 28, n. 17, p. 561–584, 2021.

FERRARI, C. T. R. R.; SIGNOR, A. Crise Hídrica no Paraná: Consequências para o Rio Paraná. *In*: I Simpósio de Ciências Agrárias e Ambientais, 1., 2020, Monte Carmelo. **Anais…** Monte Carmelo: UFU, 2020.

FRANZ, J. C.; VARGAS, L. P.; GOMES, M. C.; ÁVILA, F. D.; LOURENSON, A. P.; SOUZA, T. P. Observatório da problemática da seca e do covid-19 na agricultura familiar na Região Sul do RS. **Expressa Extensão**, v. 26, n. 1, p. 109–120, 2021.

FREY, K. Governança multinível policêntrica e as políticas públicas de mudanças climáticas. *In*: JACOBI, P. R.; TRANI, E. (Orgs.) **Planejando o futuro hoje:** ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo. São Paulo: USP, 2019. p. 20–23.

GETIRANA, A.; LIBONATI, R.; CATALDI, M. Brazil is in water crisis — it needs a drought plan. **Nature**, v. 600, n. 9, p. 218–220, 2021.

GIACOMIN, A. M.; LAKTIM, M.; BARUQUE-RAMOS, J. A seda no Brasil: panorama econômico e alternativas para a revitalização do setor. **Contextmod**, v. 1, n. 4, p. 1–11, 2016.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIULIO, G. M. D.; MARTINS, A. M. B.; LEMOS, M. C. Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 88, p. 25–41, 2016.

GUPTA, A. S.; JAIN, S.; KIM, J. S. Past climate, future perspective: An exploratory analysis using climate proxies and drought risk assessment to inform water resources management and policy in Maine, USA. **Journal of Environmental Management,** v. 92, n. 3, p. 941–947, 2011.

HANJRA, M. A.; QURESHI, M. E. Global water crisis and future food security in an era of climate change. **Food Policy**, v. 35, n. 5, p. 365–377, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6936 Acesso em: 10 mar. 2024.

IDR. Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. **Boletim agro meteorológico IDR-Paraná:** boletim de agosto e setembro 2021. Londrina: IDR-PARANA, 2021.

IGLESIAS, A.; GARROTE, L. Adaptation strategies for agricultural water management under climate change in Europe. **Agricultural Water Management**, v. 155, n. 1, p. 113–124, 2015.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico:** município de Diamante Do Sul. Curitiba: IPARDES, 2024.

_____. **Índice de desenvolvimento humano municipal segundo os municípios do Paraná**. Curitiba: IPARDES 2019.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014:** Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Nova York: Cambridge University Press, 2014.

_____. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

KARIMI, V.; KARAMI, E.; KESHAVARZ, M. Vulnerability and Adaptation of Livestock Producers to Climate Variability and Change. **Rangeland Ecology & Management**, v. 71, n. 1, p. 175–184, 2017.

KASECHER, T. P.; RAMOS-NETO, M. B.; SILVA, J. M. C.; SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: defining hotspot municipalities for policy design and implementation in Brazil. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 23, n. 1, p. 981–993, 2018.

KESHAVARZ, M.; MOQADAS, R. S. Assessing rural households' resilience and adaptation strategies to climate variability and change. **Journal of Arid Environments**, v. 184, n. 104323, p. 1–8, 2021.

KOGO, B. K.; KUMAR, L.; KOECH, R. Response to climate change in a rain-fed crop production system: insights from maize farmers of western Kenya. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 27, n. 50, p. 1–17, 2022.

LAMICHHANE, P.; HADJIKAKOU, M.; MILLER, K. K.; BRYAN, B. A. Climate change adaptation in smallholder agriculture: adoption, barriers, determinants, and policy implications. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 27, n. 32, p. 1–24, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s11027-022-10010-z

LECLERC, G.; SOLÍS-ROSAS, M. M. **Adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento local:** uma proposta ante a urgência. Paris: UNESCO, 2019.

LIMA, A. S. **Análise das relações contratuais entre sericicultores e indústria de seda no município de Diamante do Sul, estado do Paraná**. 2018. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

MALHI, G. S.; KAUR, M.; KAUSHIK, P. Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. **Sustainability,** v. 13, n. 3, p. 1–21, 2021.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Climanálise**, v. 4, n. 1, p. 49–54, 2016.

MARQUES, L. Desafios da governança global do clima na era do antropoceno. *In*: JACOBI, P. R.; TRANI, E. (Orgs.) **Planejando o futuro hoje:** ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo. São Paulo: USP, 2019. p. 13–16.

MASSA, N. P.; OLIVEIRA, G. S.; BORGES, J. R. A. Análise de conteúdo: possibilidades de pesquisa e tratamento informático. **Cadernos da Fucamp**, v. 20, n. 48, p. 45–64, 2021.

MATOS CARLOS, S.; CUNHA, D. A.; PIRES, M. V. Conhecimento sobre mudanças climáticas implica em adaptação? Análise de agricultores do Nordeste brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 3, p. 455–471, 2019.

MAY, P. H.; VINHA, V. Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: o papel do investimento privado. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 229–245, 2012.

MEASHAM, T. G.; PRESTON, B. L.; SMITH, T. F.; BROOKE, C.; GORDARD, R.; WITHYCOMBE, G.; MORRISSON, C. Adapting to climate change through local municipal planning: barriers and challenges. **Mitigation and adaptation strategies for global change**, v. 16, n. 1, p. 889–909, 2011.

MENDELSOHN, R. Efficient adaptation to climate change. **Climatic Change**, v. 45, n. 1, p. 583–600, 2000.

MESQUITA, P. S.; CAVALCANTE, L.; MILHORANCE, C.; NOGUEIRA, D.; ANDRIEU, N. Importância dos programas voltados aos agricultores familiares nos períodos de seca frente à necessidade de adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro. **Revista DeMA**, v. 55, n. 1, p. 599–618, 2020.

MIRALLES-WILHELM, F. **Nature-based solutions in agriculture:** sustainable management and conservation of land, water, and biodiversity. Virginia: FAO, 2021.

MU, L.; JANMAAT, J.; TAYLOR, J.; ARNOLD, L. Attitudes, and opportunities: comparing climate change adaptation intentions and decisions of agricultural producers in Shaanxi, China, and British Columbia, Canada. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 28, n. 8, p. 1–27, 2023.

NEPOMOCENO, T. A. R.; DALLA VALLE, A. C.; CARNIATTO, I. Water crisis on the triple border (Brazil, Paraguay, and Argentina) in the light of climate change. *In:* III Workshop da Rede Internacional de Pesquisa Resiliência Climática, 3., 2021, Cascavel. **Anais…** Cascavel: Ceped, 2021.

NEPOMOCENO, T. A. R.; EXIME, T.; AHLERT, A. Agricultura familiar e agroecologia: estudo de caso em Diamante do Sul, Paraná, Brasil. **Desarrollo Local Sostenible**, v. 15, n. 40, p. 1–14, 2022.

NEPOMOCENO, T. A. R. As múltiplas dimensões da crise hídrica na agricultura do estado do Paraná. **Pleiade**, v. 17, n. 38, p. 13–21, 2023.

NICOLLETTI, M.; LEFEVRE, G. Adaptação à mudança do clima no nível local: o papel dos governos subnacionais para a construção de resiliência nos territórios. *In*: JACOBI, P. R.; TRANI, E. (Orgs.) **Planejando o futuro hoje:** ODS 13, Adaptação e Mudanças Climáticas em São Paulo. São Paulo: USP, 2019. p. 24–29.

NOGUEIRA, V. G.; SANTOS, E. A.; CUNHA, D. A. da. Vulnerabilidade e Adaptação às Mudanças Climáticas: Análise de Agricultores da Bacia Hidrográfica do Rio das Contas. **Estudos Regionais e Urbanos**, v. 14, n. 1, p. 26–53, 2020.

OBERMAIER, M.; ROSA, L. P. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. **Estudos avançados**, v. 27, n. 78, p. 155–176, 2013.

OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, J. A.; BOROVIECZ, S. Análise do custo de produção e do processo produtivo da sericicultura: um estudo de caso no Paraná. **Redes**, v. 22, n. 1, p. 528–555, 2017.

ONU. United Nations. **Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento**. Nova York: ONU, 1986. 4p.

_____. **The Right to Water.** Nova York: ONU/OHCHR, 2010.

_____**. Ready for the Dry Years:** Building resilience to drought in South-East Asia. Bangkok: ONU/ESCAP, 2020a.

_____**. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020:** Agua y cambio climático. Paris: ONU/UNESCO, 2020b.

ORSETTI, E.; TOLLIN, N.; LEHMANN, M.; VALDERRAMA, V. A.; MORATÓ, J. Building Resilient Cities: Climate Change and Health Interlinkages in the Planning of Public Spaces. **IJERPH**, v. 19, n. 1, p. 1–22, 2022.

PANAGOPOULOS, Y.; DIMITRIOU, E. A large-scale Nature-Based Solution in agriculture for sustainable water management: The Lake Karla case. **Sustainability**, v. 12, n. 17, p. 1–22, 2020.

PANUCCI-FILHO, L.; CHIAU, A. V.; PACHECO, V. O custo da sericicultura: a produção de casulos de bicho-da-seda no Paraná. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, p. 37–55, 2011.

PEREIRA, V. R.; RODRIGUEZ, D. A. Vulnerabilidades da segurança hídrica no brasil frente às mudanças climáticas. **Derbyana**, v. 43, n. 777, p. 1–14, 2022.

PERES, A. P.; NEVES, N. C. R. F.; TADDEI, R. Atitudes e percepções de gestores ambientais da Zona Costeira de SP frente às mudanças climáticas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, n. 2, p. 1–14, 2020.

PLOEG, J. D. V. D. Dez qualidades da agricultura familiar. **Revista Agriculturas: experiências em agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 3–14, 2014.

PORTO, A. J. Porque a sericicultura é uma atividade viável para o agronegócio familiar. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 19, n. 2, p. 1–9, 2022.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DIAMANTE DO SUL. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Diamante do Sul**. Diamante do Sul: Emater, 2016.

PURWANTI, T. S.; SYAFRIAL, S. HUANG, W. C.; SAERI, M. What Drives Climate Change Adaptation Practices in Smallholder Farmers? Evidence from Potato Farmers in Indonesia. **Atmosphere**, v. 13, n. 113, p. 1–15, 2022.

RICHARDSON, R. J.; PERES, J. A. S.; WANDERLEY, J. C. V.; CORREIA, L. M.; PERES, M. H. M. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 2012.

ROBINSON, M. **Justiça climática:** Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021.

SAKAI, P.; DESSAI, S. Can resilience framing enable adaptation to a changing climate? **Sustainability Research Institute**, v. 1, n. 88, p. 1–32, 2015.

SANTOS, E. A.; ANDRADE, A. X.; CUNHA, D. A. Mudanças climáticas e vulnerabilidade na agricultura familiar da região Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Geosul**, v. 37, n. 81, p. 229–251, 2022.

SANTOS, S. A.; VIDIGAL, P. G.; MERLINI, L. S. A criação do *Bombyx mori* (bicho-da-seda) e as principais doenças. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v. 14, n. 1, p. 57–64, 2011.

SANTOS, V. C.; SOUZA, K. A.; ABRANTES, R. S. X.; SANTOS, C. L. A. DOS; SOARES, D. M. A.; LOIOLA, M. V. C.; LIMA, P. M. F.; SANTOS, E. L. A. Sericicultura. **Informativo Técnico Do Semiárido**, v. 10, n. 2, p. 62–68, 2016.

SCHNEIDER, S. **Family farming in Latin America and the Caribbean:** looking for new paths of rural development and food security. Roma: FAO, 2016a.

_____. A presença e as potencialidades da agricultura familiar na América Latina e no Caribe. **Redes**, v. 21, n. 3, p. 11–33, 2016b.

SCHONHART, M.; TRAUTVETTERB, H.; PARAJKAC, J.; BLASCHKEC, A. P.; HEPP, G.; KIRCHNER, M.; MITTER, H.; SCHMID, E. *et al.* Modelled impacts of policies and climate change on land use and water quality in Austria. **Land Use Policy**, v. 76, n. 1, p. 500–514, 2018.

SEAB. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Sericicultura no estado do Paraná**: safra 2017/2018. Curitiba: SEAB, 2018. 49p.

SINGH, V. P. Challenges in meeting water security and resilience. **Water international**, v. 42, n. 4, 349–359, 2017.

SISSA. Sistema de Informácion sobre Sequías para el Sur de Sudamérica. **Estado actual de la sequía.** 2023. Disponível em: https://sissa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/. Acesso em: 02 jan. 2023.

STEPHAN, R.; TERZI, S.; ERFURT, M.; COCUCCIONI, S.; STAHL, K.; ZEBISCH, M. Assessing agriculture's vulnerability to drought in European pre-Alpine regions. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 23, n. 1, p. 45–64, 2023.

TASNIM, Z.; SAHA, S. M.; HOSSAIN, M. E.; KHAN, M. A. Perception of and adaptation to climate change: the case of wheat farmers in northwest Bangladesh. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 30, n. 1, p. 1–14, 2023.

TEIXEIRA, R. L. P.; PESSOA, Z. S.; DI GIULIO, G. M. Cidades, mudanças climáticas e adaptação: um estudo de caso de Natal/RN, Brasil. **Revista DeMA**, v. 54, n. 1, p. 468–483, 2020.

TUBIELLO, F. N.; SALVATORE, M.; ROSSI, S.; FERRARA, A.; FITTON, N.; SMITH, P. The FAOSTAT database of greenhouse gas emissions from agriculture. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 1, p. 1–10, 2013.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **El Agua: una responsabilidad compartida.** Paris: ONU, 2006.

_____. **Managing water under uncertainty and risk.** Paris: UNESCO, 2012.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Thirsting for a Future Water and children in a changing climate.** Nova York: UNICEF, 2017. 80p.

_____. **Water Security for all**. Nova York: UNICEF, 2021.

VENTURA, A. C.; GARCIA, L. F.; ANDRADE, J. C. S. O potencial das tecnologias sociais de convivência com o Semiárido para a geração de sinergia entre mitigação e adaptação às mudanças climáticas: um caso ilustrativo. **Revista Econômica do Nordeste,** v. 50, n. 1, p. 65–83, 2019.

WANDERLEY, M. N. B. Agricultura familiar e campesinato: rupturas e continuidade. **Estudos, sociedade e agricultura**, v. 11, n. 2, p. 42–61, 2003.

WANG, X. J.; ZHANG, J. Y.; SHAHID, S.; GUAN, E. H.; WU, Y. X.; GAO, J.; HE, R. M. Adaptation to climate change impacts on water demand. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, v. 21, n. 1, p. 81–99, 2016.

WANG, W.; ZHAO, X.; CAO, J.; LI, H.; ZHANG, Q. Barriers and requirements to climate change adaptation of mountainous rural communities in developing countries. **Land use Policy**, v. 95, n. 1, p. 1–11, 2020.

WATANABE, J. K.; YAMAOKA, R. S.; BARONI, S. A. **Cadeia produtiva da seda:** diagnósticos e demandas atuais. Londrina: IAPAR, 2000.

ZANETTI, R. **Sericicultura**. Lavras: UFLA, 2003. 50 p.

ZAREI, Z.; KARAMI, E.; KESHAVARZ, M. Co-production of knowledge and adaptation to water scarcity in developing countries. **Journal of Environmental Management**, v. 1, n. 110283, p. 1–12, 2020.

ARTIGO 3

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA HORTICULTURA NO CONDADO DE ERIE, ESTADOS UNIDOS E PERSPECTIVAS DE ADAPTAÇÃO SUSTENTÁVEL

RESUMO: O setor agrícola em diversas regiões do planeta tem sido colocado em risco pelas alterações abruptas nos padrões climáticos. Assim como na agricultura, na horticultura são reconhecidos os danos potenciais, colocando em risco a segurança alimentar e nutricional, e tem se intensificado a pertinência de aplicar medidas de adaptação em resposta à mudança climática. Entretanto, existe uma lacuna de dados empíricos em relação ao setor privado de horticultura. Desenvolvemos um estudo de cunho exploratório com 15 profissionais em uma empresa privada localizada em Sandusky, para verificar os impactos das mudanças climáticas no cultivo de plantas e as estratégias de adaptação utilizadas. Nossos resultados destacam que o aumento das temperaturas e de eventos climáticos extremos têm sido cada vez mais significativos. Descobrimos que as adaptações devem ser abordadas conforme as especificidades do setor e a implementação estava relacionada com a capacidade tecnológica e financeira. Maiores esforços políticos, parcerias com instituições acadêmicas e programas de consultoria agrícola são necessários para fortalecer a resiliência climática na horticultura. Assim, o uso de sistema de irrigação por *Boom*, controle biológico por meio de inimigos naturais, casas de vegetação e energia eólica representam fatores essenciais na adaptação agroambiental sustentável e eficiente nos sistemas agrícolas.

Palavras-chave: Cultura hortícola. Inovação. Agricultura climaticamente inteligente.

ABSTRACT: The agricultural sector in various regions of the planet has been put at risk by abrupt changes in climate patterns. As with agriculture, the potential damage to horticulture has been recognized, putting food and nutrition security at risk, and the need to implement adaptation measures in response to climate change has intensified. However, there is a lack of empirical data regarding the private horticulture sector. We carried out an exploratory study with 15 professionals in a private company located in Sandusky, to verify the impacts of climate change on plant cultivation and the adaptation strategies used. Our results show that the rise in temperatures and extreme weather events has been increasingly significant. We found that adaptations must be approached according to the specificities of the sector and that implementation was related to technological and financial capacity. Greater political efforts, partnerships with academic institutions and agricultural advisory programs are needed to strengthen climate resilience in horticulture. Thus, the use of Boom irrigation system, biological control by means of natural enemies, greenhouses and wind energy represent essential factors in sustainable and efficient agri-environmental adaptation in agricultural systems.

Keywords: Horticulture crops. Innovation. Climate-smart agriculture.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das práticas produtivas mais importantes nos Estados Unidos. O setor de horticultura representa 12% da produção mundial e os Estados Unidos ocupa a terceira posição mundial em produção de hortaliças (FAO, 2022). Em particular, o estado de Ohio foi uma das dez maiores regiões produtoras de hortícolas no país em 2019, responsáveis por 66% das vendas neste setor (USDA, 2019).

Na produção de alimentos, a horticultura é um setor multidisciplinar que engloba a produção de vegetais, frutas e flores em terrenos abertos, estufas ou pomares (FAO, 2022), geralmente utilizadas como alimentos, bebidas, produtos ornamentais e medicamentos (JIANG *et al.* 2022). É uma ótima forma de agregar diversificação produtiva, que vai ao encontro das necessidades por alimentos, nutrição e saúde, além de proporcionar melhores rendimentos nas terras agrícolas e oportunidades de emprego (SINGH, 2013). No entanto, as mudanças climáticas afetam a produção agrícola e culturas hortícolas, que são altamente perecíveis e muito sensíveis às alterações climáticas imprevisíveis (MUCHIE; ASSEFA, 2021). Especialmente nos últimos anos, tais aspectos têm recebido maior atenção devido à imprevisibilidade dos impactos no setor agrícola.

Cabe destacar que, as mudanças nos padrões climáticos podem progredir rapidamente gerando novas condições ambientais para o cultivo de culturas hortícolas, que incluem perdas econômicas e a necessidade de buscar soluções eficientes para melhorar a resiliência climática no âmbito das culturas especializadas (BISBIS; GRUDA; BLANKE, 2019; THAKRE; BISEN, 2023). Além disso, a ciência tem auxiliado no desenvolvimento de ferramentas e soluções para reduzir os impactos causados ao planeta, contribuindo, portanto, com a sustentabilidade em diversos setores da sociedade (CARVALHO; CARNIATTO; SANTOS, 2023). Entretanto, são pouco desenvolvidas as discussões sobre mudanças climáticas nos sistemas de horticultura comercial, o que torna limitada a compreensão nesse segmento, assim como sua relação com o desenvolvimento sustentável (JIANG *et al.* 2022).

Na horticultura, a abrangência das mudanças climáticas é destacada em diversos níveis. Contudo, essa dinâmica tem implicâncias ainda desconhecidas em escala social, econômica e ambiental, assim como na produtividade e qualidade das culturas hortícolas, com possíveis impactos na segurança alimentar global, desenvolvimento local e sustentabilidade ambiental (EFTEKHARI, 2022; DUBEY,

2023). Em função dos danos significativos causados pelas mudanças climáticas na agricultura e da importância de se adotar práticas sustentáveis, este estudo apresenta dados primários provenientes da horticultura comercial e sua relação com as práticas de adaptação.

Embora os desafios gerais enfrentados na horticultura sejam basicamente os mesmos ao nível global, as respostas nos sistemas hortícolas tendem a ser diversificadas e relacionadas com as condições climáticas e a economia local, o que reforça a importância de investigações específicas (XU, 2022). Na agricultura, alguns fatores climáticos como precipitação, temperatura e gases de efeito estufa afetam significativamente a fertilidade do solo, recursos hídricos, infestação de pragas e a fisiologia das plantas, por exemplo (MALHI; KAUR; KAUSHIK, 2021). Além disso, a ocorrência de eventos climáticos extremos como secas e inundações são cada vez mais significativas (OPLANIĆ *et al.* 2023).

O rápido avanço das mudanças climáticas tem gerado extremos nos parâmetros climáticos, com consequências produtivas em diferentes regiões geográficas e setores da agricultura. Isso está associado com a carência de identificação de oportunidades de adaptação às mudanças climáticas nas fazendas. Porém, apesar dessa temática ser reconhecida, ainda não estão bem agregadas e documentadas para o cenário de uma horticultura resiliente ao clima. Levando em conta os inúmeros fatores limitantes, são necessários esforços contínuos para explorar caminhos para o fortalecimento de sistemas de produção hortícola sustentáveis.

Neste estudo, adotamos o conceito de adaptação climática como aquele que se relaciona com as práticas adotadas ou ajustadas para reduzir os impactos das mudanças climáticas e a identificação de novas oportunidades no sistema de produção (IPCC, 2023) de vegetais e plantas ornamentais. Além disso, envolve os diversos aspectos que possam contribuir com o fortalecimento da resiliência climática, como práticas inovadoras de manejo, adoção de novas tecnologias, educação e comunicação ambiental, por exemplo, incluindo benefícios na melhoria dos processos produtivos, bem como no desenvolvimento local e sustentabilidade.

A adaptação climática em fazendas de horticultura pode ser incorporada, por exemplo, a partir da adoção de variedades resistentes, gestão eficiente da água nos sistemas de irrigação, sistemas agroflorestais, biotecnologia e engenharia genética (BISBIS; GRUDA; BLANKE, 2019; COLMENARES *et al.* 2020; JENA *et al.* 2023). Tais

aspectos ratificam a importância de maiores investimentos e esforços políticos para adaptação, para estimular respostas inteligentes em termos climáticos para estufas e cultivos em campo aberto. De acordo com Kumar, Jakhwal e Singh (2023) e Dubey (2023) não se trata um novo conjunto de práticas, mas uma abordagem de longo prazo para o desenvolvimento agrícola e econômico, com esforços na segurança alimentar e meio ambiente. Assim, envolve a implementação de práticas sustentáveis, visando uma agricultura equitativa, regenerativa, resiliente e próspera.

Desta forma, torna-se extremamente importante abranger os impactos climáticos na produção agrícola, principalmente na horticultura, porque eles afetam o equilíbrio hidrológico e outros componentes dos sistemas produtivos (EFTEKHARI, 2022), limitando as condições de produção vegetais e plantas ornamentais (MUCHIE; ASSEFA, 2021; PAIVA, 2023). Tendo em vista os eventos climáticos extremos vivenciados em diversas partes do globo, estratégias de adaptação e mitigação para o sistema de cultivo hortícola devem ser desenvolvidas, levando em conta a integração das opções disponíveis para sustentar a produtividade em diferentes cenários climáticos (MALHOTRA, 2017; HIRPO; GEBEYEHU, 2019).

Apesar de existirem discussões proveitosas sobre o papel das estratégias de adaptação para o fortalecimento da produção agrícola resiliente ao clima, há pouco enfoque ao conjunto de fatores relacionados ao cotidiano da produção de plantas. Em resumo, é particularmente importante clarificar as direções práticas para o setor de horticultura, para fortalecer uma agricultura multidimensional que integre aspectos da gestão e oferte uma gama completa de serviços ecossistêmicos (MALHOTRA, 2017; CHAMI; DACCACHE; MOUJABBER, 2020).

Existem outros estudos teóricos sobre mudanças climáticas na horticultura e suas estratégias de adaptação (GRUDA; BISBIS; TANNY, 2019; SINGH; RAO, 2023). No entanto, ainda existe uma lacuna de dados empíricos e é muito pouco desenvolvida a compreensão das respostas adotadas frente aos impactos climáticos negativos em empresas de horticultura americana especializadas, limitando o conhecimento nessa área, assim como sua relação com a resiliência climática e sustentabilidade, principal motivação para este estudo.

Como passo inicial para reunir estas informações, este estudo teve como objetivo verificar a compreensão de profissionais acerca dos impactos das mudanças climáticas no cultivo de plantas e as estratégias de adaptação utilizadas no setor de horticultura em Sandusky, Ohio, Estados Unidos.

Neste artigo, buscamos responder as seguintes perguntas de pesquisa:

• Qual é a influência das mudanças climáticas percebidas na produção de plantas em sistemas de cultivo?

• Quais os desafios e estratégias de adaptação utilizadas para mitigar o impacto negativo das mudanças climáticas no setor?

• Quais as perspectivas de adaptação sustentável às mudanças climáticas na horticultura?

Para atingir o objetivo deste artigo, realizamos uma pesquisa exploratória e seguimos o método de Análise Textual Discursiva (ATD) para a análise dos dados, obtidos a partir de um questionário semiestruturado e observação não-participante assistemática. A partir desses critérios, este artigo apresenta os desafios da mudança climática na horticultura, exibindo um panorama dos impactos e estratégias de adaptação. As categorias resultantes constituem uma conjuntura temática com três perspectivas para expandir práticas de adaptação sustentável em sistemas especializados de produção.

Os parâmetros qualitativos adotados fornecem indicativos para a pertinência de programas integrados, focados em adaptação climática, que englobem apoio governamental, inovações tecnológicas e a ampliação do conhecimento em mudanças climáticas para alcançar metas de sustentabilidade no setor privado e tendo em vista as especificidades de cada setor. O viés deste estudo tem enfoque em sistemas privados de produção hortícola. É descrito um escopo com fundamentos que fornecem orientações integradas para aprimorar a estrutura de adaptação climática sustentável.

2 ABORDAGEM TEÓRICA

Este referencial teórico trata das mudanças climáticas e sua influência na horticultura, que engloba uma série de desafios; mas, ao mesmo tempo, abre espaço para a adoção de práticas, tecnologias e sistemas inovadores que podem auxiliar na construção da resiliência climática aliada a práticas sustentáveis na agricultura.

2.1 HORTICULTURA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Ao longo dos anos o desenvolvimento de tecnologias como novas cultivares e gerenciamento de sistemas de produção teve grande importância na produtividade agrícola (MALHOTRA, 2017). O mercado global de horticultura registrou 20,77 bilhões de dólares em 2021 e deve alcançar 40,24 bilhões de dólares até 2026 (GME, 2024). Projeções mostram que os rendimentos das principais culturas podem aumentar temporariamente em determinadas regiões, mas os extremos climáticos reverterão até o final do século XXI grande parte desses ganhos (JÄGERMEYR *et al*. 2021). Também, está prevista a redução da qualidade das culturas hortícolas em diversas regiões produtivas (MUCHIE; ASSEFA, 2021; BALASUNDRAM *et al.* 2023).

A horticultura é uma das áreas da agricultura de grande importância econômica e social, envolve técnicas de cultivo para a produção de hortaliças, flores e plantas ornamentais, frutas, plantas medicinais e aromáticas. Neste contexto, as mudanças climáticas têm causado impactos no setor, que incluem o desempenho na produção de plantas e no abastecimento de alimentos (SINGH, 2013; JARDIM, 2021).

Os desafios climáticos para a área incluem, o excesso de chuvas, inundações, granizo, seca e aumento de temperaturas, entre outros. Com isso, prevê-se a redução nos rendimentos agrícolas e distúrbios no sistema fisiológico das plantas devido à redução da disponibilidade de água, o alto custo dos insumos, encurtamento do período de crescimento e falta de vernalização, que é o processo que é capaz de tornar a planta menos exigente em fotoperíodo e temperaturas baixas, induz o florescimento das plantas pela exposição a temperaturas frias, permitindo a diferenciação e adaptação às condições climáticas adequadas para determinada cultivar (MALHOTRA, 2017; BISBIS; GRUDA; BLANKE, 2018). As mudanças climáticas podem afetar a fotossíntese, taxa de transpiração, propagação de doenças, insetos e patógenos, disponibilidade e absorção de nutrientes e umidade limitada do solo (MAHATO, 2014; RAIHAN, 2023).

O estresse abiótico causado pelas mudanças climáticas é capaz de afetar aspectos morfológicos, fisiológicos, anatômicos e bioquímicos nas plantas, o que implica em perdas financeiras para os produtores (GORA *et al.* 2019). O clima determina quais plantas podem ser cultivadas nas diferentes regiões. Assim, as mudanças climáticas envolvem a variação de aspectos como temperatura,

precipitação, umidade atmosférica, vento e luz, fatores essenciais para a produção de plantas (KHANAL, 2018). Outros impactos na horticultura incluem:

> a. Mudança gradual nas zonas agroecológicas. b. Estão surgindo pragas para as quais não se conhecem medidas de controle. c. Chuvas irregulares, secas, inundações etc. estão reduzindo rendimentos. d. Várias cultivares nativas não estão dando o rendimento esperado e estão em vias de extinção. e. A alta temperatura resultante dos gases de efeito estufa está destruindo as mudas de plantas, mudando a estação de floração e colheita. f. Qualidade, quantidade e disponibilidade de culturas hortícolas estão diminuindo. g. Devido à falta de chuvas suficientes, áreas irrigadas estão sofrendo com problemas de água. h. No verão, altas temperaturas causam desidratação ao mesmo tempo em que as plantas sofrem com o congelamento devido à baixa temperatura excessiva. i. Várias empresas de horticultura e pomares estão no verso de inundações, erosão do solo e deslizamentos de terra, resultando em grandes perdas econômicas. j. Coagulação de proteínas e desnaturação de enzimas como resultado da alta temperatura leva a alta respiração que diminui a reserva nas plantações de horticultura (KHANAL, 2018, p. 1).

As mudanças climáticas têm interferência no crescimento vegetativo. Por exemplo, o aumento da temperatura afeta a fenologia, que influencia a floração, frutificação, tamanho e amadurecimento dos frutos, com redução do rendimento (MALHOTA, 2017). Em relação à fitossanidade, existem impactos no ciclo das relações patógeno-hospedeiro em hortaliças e diversos patógenos podem ser influenciados. O aumento da umidade favorece a produção de esporos e as precipitações elevadas, em muitos casos, favorece a dispersão de propágulos fúngicos pelas gotas de chuva (GHINI, 2009). Em geral, a temperatura é o principal fator de distribuição de pragas e doenças (RAZA; BEBBER, 2022). Entretanto, os aspectos favoráveis para cada patossistema são particulares e não podem ser generalizados (GHINI, 2009).

O aumento dos níveis de CO_2 causa acidificação do solo, que altera os níveis de pH e reduz sua fertilidade. Alterações nos padrões de precipitação tem influência na erosão do solo, diminui a capacidade de armazenamento de água e nutrientes, causar mudanças na diversidade e distribuição de microrganismos, por exemplo. Temperaturas extremas podem alterar as taxas de ciclagem de nutrientes e acelerar a decomposição, o que causa alterações na estrutura dos nutrientes do solo (KARMAKAR *et al*. 2016; PAREEK, 2017). Especificamente no cultivo de flores, pode haver alterações no período de floração, redução do tamanho das flores e modificação das cores, especialmente em campo aberto. O aumento das temperaturas pela mudança climática ainda pode impactar na deterioração do pigmento e emissão de fragrâncias das flores (PAIVA, 2023).

Por outro lado, em altas latitudes, o pequeno aumento da temperatura pode aumentar a fotossíntese, assim como em termos de rendimento, enquanto em latitudes mais baixas causar stress hídrico e rendimento limitado (MALHOTRA, 2017; EFTEKHARI, 2022). O impacto das mudanças climáticas difere conforme a região geográfica, tipo de cultura e a dependência da agricultura, contudo, seguramente deve mudar as condições de produção e qualidade em todo o mundo (MUCHIE; ASSEFA, 2021). Por este motivo, aliar sustentabilidade e práticas de adaptação climática para suprir as demandas do mercado, são elementos essenciais (SHAHZAD *et al.* 2021) para preparar sistemas de horticultura para o fortalecimento da resiliência.

2.2 CONSTRUINDO UMA HORTICULTURA RESILIENTE AO CLIMA

O avanço significativo do setor hortícola, bem como a crescente escalada dos eventos climáticos extremos, estão entre as considerações cruciais que influenciam as práticas produtivas. Assim, uma das questões mais importantes para lidar com as mudanças climáticas é adotar práticas de cultivo mais resilientes aos impactos do clima (BISBIS; GRUDA; BLANKE, 2018). Em particular, significa envolver pesquisa, inovação e investimentos adequados em iniciativas de desenvolvimento sustentável, por exemplo, através de novas variedades resistentes, estratégias para aumentar a eficiência hídrica e a gestão fitossanitária eficaz para reduzir as perdas (MALHOTA, 2017).

Devido à adaptação de novos patógenos às alterações climáticas, técnicas de controle e agronômicas são fundamentais na gestão sustentável das doenças. Por exemplo, a seleção das cultivares, conservação da biodiversidade e o Manejo Integrado de Pragas (MIP) disponíveis como monitoramento, ferramentas de modelagem de previsão de infestação e controle biológico são importantes para programas integrados de gestão de pragas em resposta às mudanças climáticas (HEEB; JENNER; COCK, 2019; SKENDŽIĆ *et al.* 2021; SCORTICHINI, 2022).

Além disso, a agricultura de precisão por meio de sistemas e plataformas baseados em Internet das Coisas (IoT) pode monitorar continuamente dados locais e fornecer aviso em tempo real sobre a presença de agentes patogênicos (ROBERTS *et al*. 2021), ou detectar os estágios da infecção e fornecer alerta para a aplicação de medidas de controle (KHATTAB *et al.* 2019). Uma das vantagens é o manejo específico da doença na fazenda ou estufa, resultando na redução de custos com uso

de produtos (SCORTICHINI, 2022). Adicionalmente, o uso de drones, imagens de satélite e sensores fornecem informações sobre a sanidade e desenvolvimento de culturas, saúde do solo e condições meteorológicas com previsão (DUBEY, 2023).

A utilização de novos micro-organismos como agentes de biocontrole fitossanitário é uma ferramenta adaptativa climática potencial na gestão de pragas e doenças em agroecossistemas (RAO *et al.* 2022). Contudo, ainda existem barreiras que englobam processos regulatórios e burocráticos, custos de produção dos agentes, até o custo para os agricultores (ELNAHAL *et al.* 2022). Em particular, os produtos naturais obtidos partir de extratos vegetais ou animais podem ser utilizados como biopesticidas e bioestimulantes, especialmente como uma estratégia de manejo bem planejada pode auxiliar na redução de produtos químicos no ecossistema, incluindo a luta pelo cultivo agrícola e hortícola sustentável. No caso da resiliência climática, isto é particularmente importante (MALIK *et al*. 2021; SCORTICHINI, 2022).

A integração de abordagens inovadoras na horticultura como o cultivo vertical pode atender demandas na produção de alimentos e do declínio de áreas agricultáveis à medida que a tecnologia se torna mais acessível (DUBEY, 2023). Isso porque, utiliza menos água quando comparada à agricultura tradicional e não requer solo, podendo ser implementada em diversas regiões e assim reduzir custos e impactos causados com transporte. Contudo, existem lacunas econômicas e políticas relacionadas à adoção desse sistema (BENKE; TOMKINS, 2017; MOGHIMI; ASIABANPOUR, 2023).

Atualmente, a agricultura climaticamente inteligente oferece aplicações para melhorar sustentavelmente a produtividade e qualidade das culturas e minimizar emissões de gases de efeito estufa, à medida que utiliza tecnologias para auxiliar na tomada de decisões de manejo, por exemplo, escolha da cultura, época de plantio e colheita (SINGH, 2021; ABBAS; BAIG; STRAQUADINE, 2022; DUBEY, 2023). Outros benefícios alcançam a redução de custos operacionais, pela automação de processos que reduz recursos e erros operacionais, aplicativos para a comercialização da produção, além da conservação da água, pelo uso de sistemas de irrigação eficientes, fertirrigação e hidroponia (RAY, 2015; NAGARGADE; TYAGI; SINGH, 2017).

O potencial dessa abordagem se estende ao uso da micropropagação, técnica de produção rápida de um material de plantio por multiplicação, com alta qualidade, uniformidade e livre de doenças, independentemente da estação e clima (RAY, 2015; ABDALLA *et al*. 2022). O uso de tecnologias para a geração de energia renovável como painéis solares e energia eólica, a incorporação de sistemas robóticos e

automação aprimorados para ampliar a eficiência também compõe a agricultura climaticamente inteligente (ABBAS; BAIG; STRAQUADINE, 2022), e colabora com a produção agrícola sustentável e resiliente.

3 METODOLOGIA

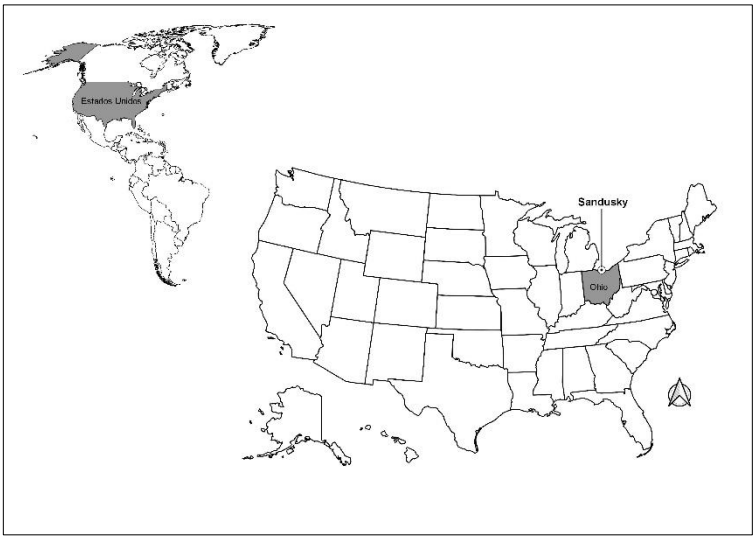
Com a intenção de investigar diferentes dimensões no âmbito internacional sobre mudanças climáticas no cultivo de plantas realizamos um estudo exploratório, baseado na abordagem qualitativa. Esse método mostra-se adequado porque reúne explicações para fenômenos complexos, maior familiaridade com o problema, contribui para a formulação de novas ideias (GIL, 2017). Foi selecionado porque permite a incorporação de motivações contextualizadas para a temática. De acordo com Cervo, Bervian e Silva (2007), a principal vantagem do método exploratório é a flexibilidade no entendimento das relações e aspectos que cercam o fenômeno.

O corte de pesquisa foi transversal, sem considerar a evolução dos dados no tempo. Os dados foram coletados com pesquisa de campo, a partir de fontes primárias, utilizando-se questionário semiestruturado e observação não-participante assistemática. Essa abordagem foi escolhida para ampliar a confiabilidade na coleta e análise de dados. Para responder às perguntas da pesquisa, aplicamos a ATD na análise qualitativa, seguindo as recomendações de Moraes e Galiazzi (2014).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi conduzido em Sandusky, Condado de Erie, no estado de Ohio, Centro-Oeste dos Estado Unidos da América. Sandusky possui uma população estimada de 24.758 habitantes e área total de 56,75 km². O clima é temperado, com verões quentes, úmidos e invernos frios e com neve (DEPARTAMENTO DO CENSO DOS ESTADOS UNIDOS, 2024). A localização geográfica da área de estudo pode ser verificada na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do estado de Ohio, Estados Unidos, com enfoque na cidade de Sandusky.



Fonte: elaborado pela autora, 2024.

Nessa região, agricultura, turismo e indústria são atividades econômicas importantes. A economia de Sandusky se baseia em atividades agrícolas, silvicultura, pesca, horticultura, manufatura, alojamento, alimentação e varejo, serviços profissionais, científicos e técnicos (DEPARTAMENTO DO CENSO DOS ESTADOS UNIDOS, 2024). Cada vez mais, a produção de culturas especializadas como frutas, legumes e flores são essenciais para a agricultura, segurança alimentar e desenvolvimento local nos Estados Unidos, contudo, essas culturas são especialmente vulneráveis aos problemas climáticos (SCHOOLMAN, 2020).

A venda de produtos hortícolas representa cerca de 75% de todas as vendas de cultivo especializados no país (JOHNSON, 2019) e a maioria das fazendas agrícolas em Ohio estão crescendo especialmente no que se refere à produção de vegetais ou frutas (USDA, 2019), ao mesmo tempo, em que o clima em Ohio está mudando, onde as inundações têm se tornado mais frequentes e as altas temperaturas no verão mais extremas, com impactos no setor de agricultura (EPA, 2016). Por ser uma região climaticamente afetada nos últimos anos, o setor de cultivo especializado é preponderante e robustece a indispensabilidade deste estudo.

3.2 DESENHO DA AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

O conjunto de dados foi coletado a partir de questionário semiestruturado e observação não-participante assistemática. A coleta foi realizada *in loco* durante os meses de agosto a outubro de 2023, com 15 profissionais do setor privado

responsáveis pela produção de plantas, em uma empresa de produção hortícola locada, tendo em vista a coleta de informações da interação entre os impactos das mudanças climáticas na produção e as estratégias de adaptação.

Utilizamos a amostragem não estatística e intencional, que foi selecionada com base na orientação do líder da fazenda, para alcançar participantes-chave diretamente envolvidos no processo de produção de plantas em cultivos protegidos e não protegidos. Isso porque esses participantes ativamente envolvidos no processo prático são essenciais para oferecer informações relevantes sobre o tema, já que as condições climáticas estão relacionadas com a qualidade final dos produtos. Para garantir a anonimidade e privacidade da empresa, o seu nome será mantido em sigilo.

O questionário semiestruturado *online* em inglês e espanhol (ver apêndice C) organizado pela plataforma *Google Formulários* com um total de 14 perguntas abertas e fechadas incluía três seções, conforme aspectos pertinentes identificados na revisão de escopo. As seções foram as seguintes: 1) características dos profissionais; 2) compreensão sobre mudanças climáticas; 3) adaptação climática e produção agrícola. O questionário foi desenvolvido com base na revisão de literatura e pré-testado com dois profissionais. Não houve necessidade de alterações. Os dados foram traduzidos para o português e transcritos na íntegra, em arquivos individuais, com o uso do *software* Microsoft Word e os quantitativos organizados no Microsoft Excel, oportunizando a compreensão dos aspectos no setor privado de horticultura na região.

A observação não-participante assistemática foi realizada considerando-se o plano de observação, que abrangeu os seguintes fatores: características dos sistemas de produção, peculiaridades das estratégias de adaptação e práticas de inovação sustentável. Os dados foram documentados em um caderno de campo, anotando-se práticas agrícolas, eventos e experiências relevantes. Registros fotográficos foram tomados no decorrer da pesquisa. Este método foi importante para se obter uma compreensão profunda da dinâmica da empresa, respostas às mudanças climáticas e aspectos relacionados às estratégias de manutenção mediante impactos climáticos.

Todos os participantes foram informados sobre o objetivo da pesquisa, a importância de sua participação e a divulgação dos resultados em periódico científico. O consentimento e a garantia do anonimato foram estabelecidos pela concordância e assinatura por escrito do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.3 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DE DADOS

Os dados coletados forneceram informações essenciais para nossa análise. Neste estudo utilizamos o *software* Iramuteq® versão 0.7 alpha 2020, recomendado para análise qualitativa de dados textuais (RAMOS; VALDEREZ; AMARAL, 2019). Esse *software* exige o uso com o *software* R para o processamento estatístico, ele auxiliou na organização e processamento dos dados.

Aplicamos a ATD descrita por Moraes e Galiazzi (2014), que é uma técnica de análise de dados qualitativos, capaz de proporcionar a estruturação de novas perspectivas sobre o fenômeno estudado. Esta técnica consiste em três etapas principais. Na primeira ocorre a fragmentação do texto em diversas unidades. A segunda etapa de categorização é realizada a reorganização das unidades conforme sua similaridade. A terceira etapa consiste na construção do metatexto, que consiste no grupamento das categorias identificadas e comunicação das ideias e novos horizontes identificados no decorrer desta análise (MORAES; GALIAZZI, 2014).

Nesse sentido, organizamos os dados textuais previamente, onde se examinou detalhadamente os termos obtidos na coleta de dados, preparando-os para o uso no *software*, para garantir a acurácia na análise. No *software* Iramuteq utilizamos a função ‘abrir *corpus* textual' para a importação dos dados. Em seguida, selecionamos a função ‘estatística’ para a análise lexicográfica. Essa análise permite a quantificação da frequência e distribuição do vocabulário presente no *corpus* textual, pelo processo de lematização, que é a padronização dos termos, para garantir a normalização do texto, sem comprometer a precisão da análise (MENDES *et al.* 2019).

Nossa análise também envolveu a identificação da conectividade entre os termos, pelo uso da função ‘análise de similitude’, considerando-se verbos, nomes comuns e adjetivos presentes no *corpus* textual. Foram considerados todos aqueles com frequência de no mínimo 10 vezes. A análise de similitude possibilita a identificação de co-ocorrência entre os termos, possibilitando a compreensão da estrutura do corpus textual (TINTI; BARBOSA; LOPES, 2021). Etapa essencial na categorização, conforme recomendado no método da ATD.

O *corpus* textual estava distribuído em códigos envolvendo desafios na produção de plantas, fitossanidade, inovação e tecnologia, adaptações climáticas, entre outros. Essa reorganização também foi baseada na identificação das categorias intermediárias e finais, pela função ‘análise de similitude’. Em seguida realizou-se uma

leitura aprimorada dos dados processados para estabelecer conexões entre as categorias emergentes e o objetivo do estudo, para a construção do metatexto, já que o *software* não substitui o trabalho interpretativo do pesquisador. O metatexto é apresentado na última seção de resultados deste artigo. A análise dos dados foi conduzida conforme o objetivo da pesquisa. Para garantir a confidencialidade dos participantes atribuímos uma ordem numérica devido à ocorrência da coleta de dados e os denominamos como ‘profissional’. Neste artigo utilizamos a abordagem de estatística simples, com o auxílio do Microsoft Excel. Para a preparação cartográfica utilizamos o *software* QGIS na versão 2.18.

4 RESULTADOS

4.1 PERFIL DOS PROFISSIONAIS DE HORTICULTURA

A produção hortícola na empresa pesquisada em Sandusky se caracteriza como uma prática extremamente relevante para o contexto regional, envolvendo uma ampla gama de antecedentes profissionais e acadêmicos, assim como de ações entre diferentes setores com enfoque na produção de plantas em qualidade e quantidade, ao mesmo tempo, pela adoção de práticas relevantes para a adaptação climática. A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva do perfil dos participantes.

Tabela 1 – Características do perfil dos profissionais de horticultura participantes do estudo.

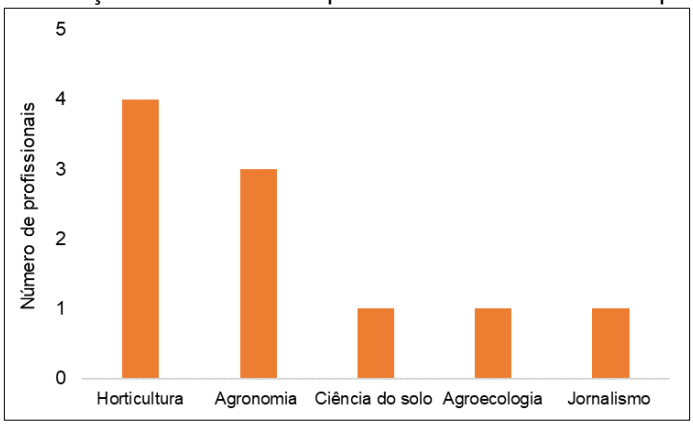
Característica	Categoria	Porcentagem (%)
Sexo	Feminino	66,7
	Masculino	33,3
Faixa etária	18–29	60
	30–39	13,3
	40–49	6,7
	50–59	13,3
	60–69	6,7
Escolaridade	Ensino médio	33,3
	Graduação universitária	6,7
	Diploma de bacharel	33,3
	Grau avançado	26,7
Papel na produção de plantas	Chefe de cultivos	13,3
	Gerente de propagação	6,7
	Cultivador	20
	Assistente de cultivos	13,3
	Especialista em projetos	6,7
	Gerente de experimentação	6,7
	Estagiário de cultivos	33,3
Anos de experiência na produção de plantas	1–4	46,7
	5–10	26,6
	11–15	6,7
	16–20	6,7
	> 20 anos	13,3

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Em relação à função desempenhada na empresa, nota-se que todos (100%) estavam diretamente envolvidos no processo de produção das plantas, o que ratifica a importância das compreensões desses profissionais em relação às mudanças climáticas e sua influência na produção de plantas em cultivo especializado, tema de grande interesse para o setor agrícola (Tabela 1).

A maioria dos profissionais são mulheres. Cerca de 73,3% possuem entre 18 e 39 anos e um grande número (66,7%) possui ensino superior, com formação variada desde graduação até graus avançados como pós-graduação, mestrado ou doutorado. A experiência agrícola média dos participantes na área é de cerca de 11 anos. O Gráfico 1 mostra a área de formação acadêmica dos entrevistados.

Gráfico 1 – Formação acadêmica dos profissionais de horticultura participantes.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

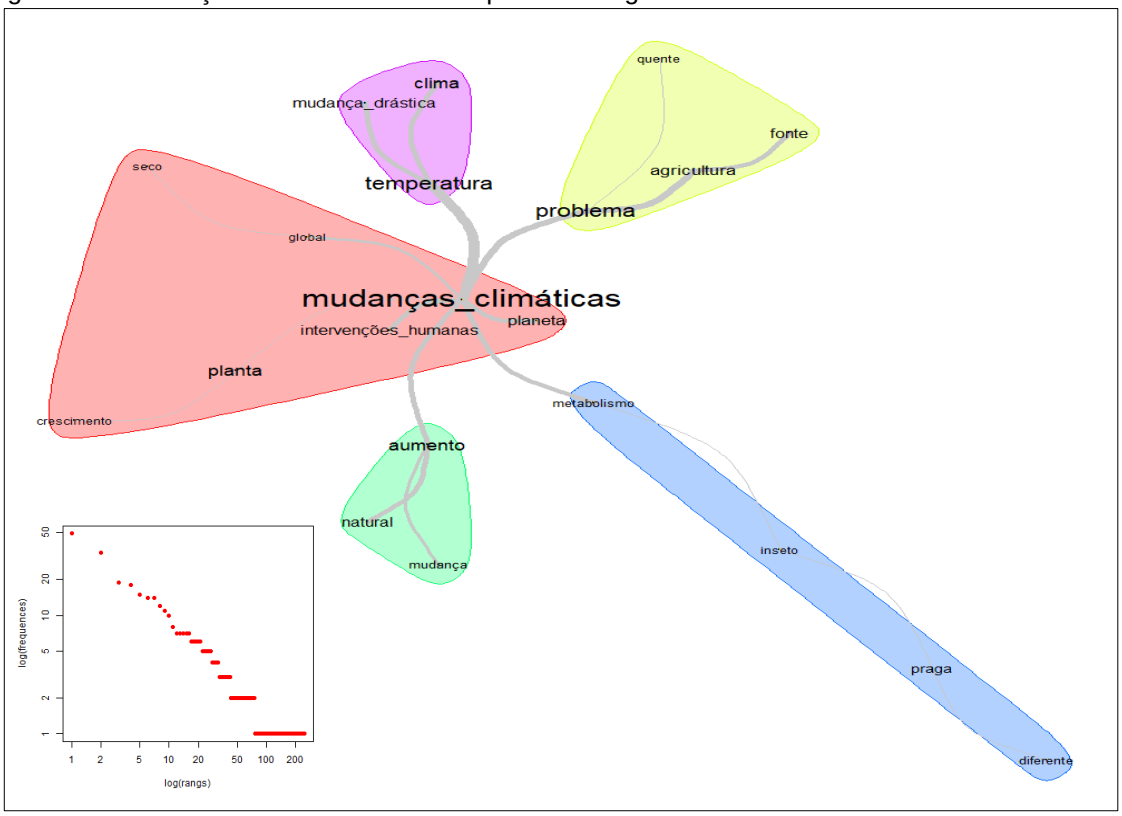
Aproximadamente 90% dos profissionais possuem formação acadêmica na grande área de Ciências Agrárias, isso porque a maioria das atividades requer conhecimentos específicos em relação a técnicas de propagação, manejo e cultivo.

4.2 COMPREENSÃO DOS PROFISSIONAIS DE HORTICULTURA SOBRE OS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESAFIOS RELACIONADOS

Os profissionais articularam diferentes compreensões ao descrever o fenômeno das mudanças climáticas. O diagrama da análise estatística, denominada análise lexicográfica (Figura 2), identificou no *corpus* textual das respostas do questionário 585 ocorrências de palavras na classe sobre mudanças climáticas e impactos na agricultura. No eixo Y é possível verificar que existem grupos de palavras que se repetem diversas vezes como ‘mudanças climáticas’. No eixo X o diagrama

mostra que há termos específicos que aparecem poucas vezes nas respostas, como ‘padrões extremos climáticos’, ‘mudanças nas precipitações’ e ‘inundações’.

Figura 2 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação à origem das mudanças climáticas e seus impactos na agricultura.

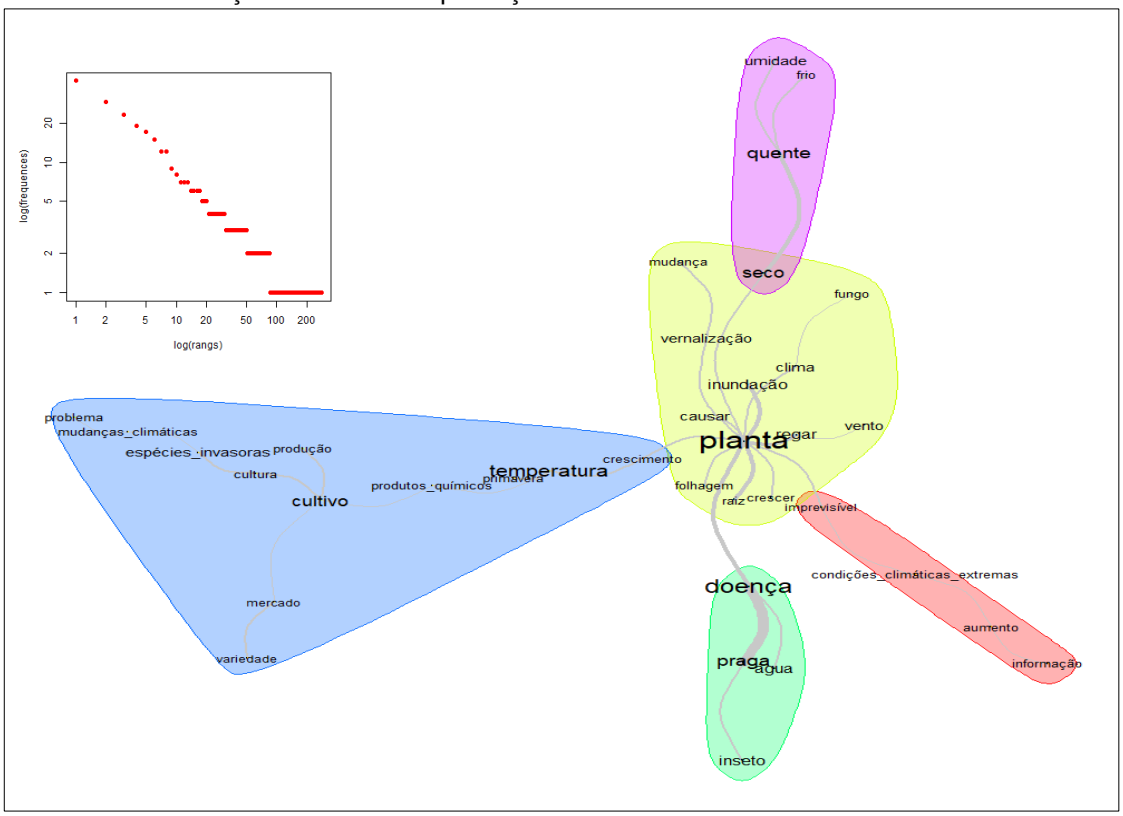


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A análise de similaridade (Figura 2) mostra cinco clusters. A mudança climática foi atrelada à ação antrópica, reconhecida como ameaça em escala mundial. Além disso, foi relacionada aos riscos físicos das alterações extremas nos padrões de temperatura, condições de clima e ao aumento das alterações nos ciclos naturais. No geral, a mudança climática foi articulada como fonte para problemas na agricultura, os clusters agruparam principalmente interferências no ciclo de desenvolvimento de plantas e insetos, assim como a identificação de diferentes espécies de pragas.

Nossa análise revela que na horticultura os riscos físicos das mudanças climáticas são alarmantes. O diagrama da análise estatística (Figura 3), identificou no *corpus* textual 689 ocorrências de palavras na classe sobre a influência das mudanças climáticas na produção hortícola. No eixo Y existem palavras que se repetem diversas vezes como ‘planta’. Já no eixo X os termos ‘tubérculos’, ‘ondas de calor’ e ‘saúde do solo’, por exemplo, são citados poucas vezes.

Figura 3 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação à influência das mudanças climáticas na produção hortícola.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

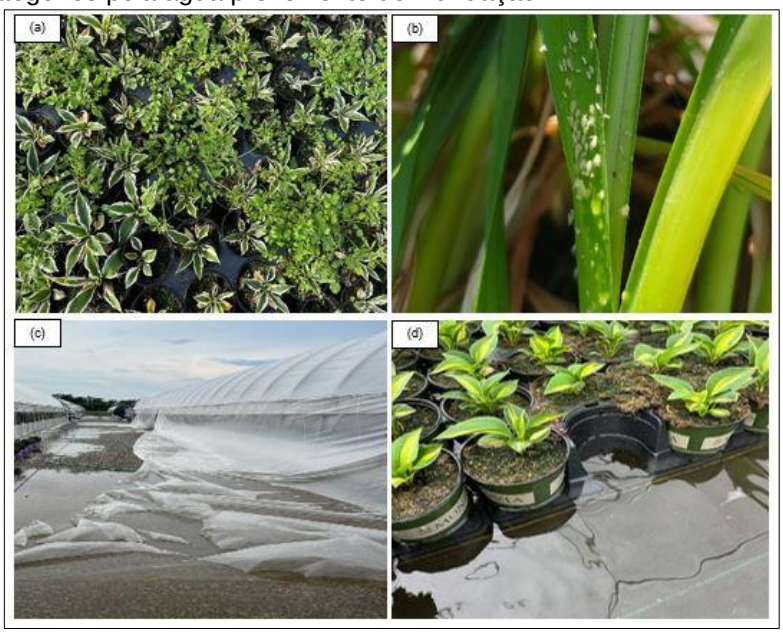
Na análise de similaridade (Figura 3) os cinco clusters partilham atributos relevantes na produção especializada de horticultura. Níveis distintos de vocabulário foram considerados nos impactos na produção de plantas, como alterações no processo de vernalização, condições climáticas adequadas para a propagação de fungos, doenças e pragas, assim como a necessidade de irrigação adequada.

Nossos resultados mostram vocabulário associado às condições extremas de clima e oportunidades para a difusão de informações relacionadas. Outro ponto relevante diz respeito ao aumento das temperaturas, que resulta no crescimento acelerado das plantas, exigindo o uso de produtos químicos reguladores de crescimento, além da presença de espécies exóticas invasoras no sistema agrícola. Podemos encontrar ainda ramificações relacionadas à consequente importância de novas variedades de cultivo disponíveis no mercado (Figura 3).

Verificamos que a mudança climática cria novas condições agroambientais para a produção de culturas hortícolas na empresa estudada. Os impactos adversos na horticultura desafiam não apenas nas condições de crescimento das plantas, mas

também sua comercialização, além dos danos infraestruturais causados por eventos climáticos extremos como tempestades, como se verifica na Figura 4.

Figura 4 – Impactos causados pelas mudanças climáticas na área de estudo: (a) Alta pressão de plantas daninhas. (b) Resistência de insetos. (c) Danos na infraestrutura por tempestade. (d) Propagação de patógenos pela água proveniente de inundação.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Essas mudanças são preditoras das perdas socioeconômicas na produção agrícola. A Figura 5 ilustra os impactos das mudanças climáticas na horticultura, de acordo com a compreensão dos profissionais pesquisados.

Figura 5 – Impactos das mudanças climáticas na produção especializada de horticultura.

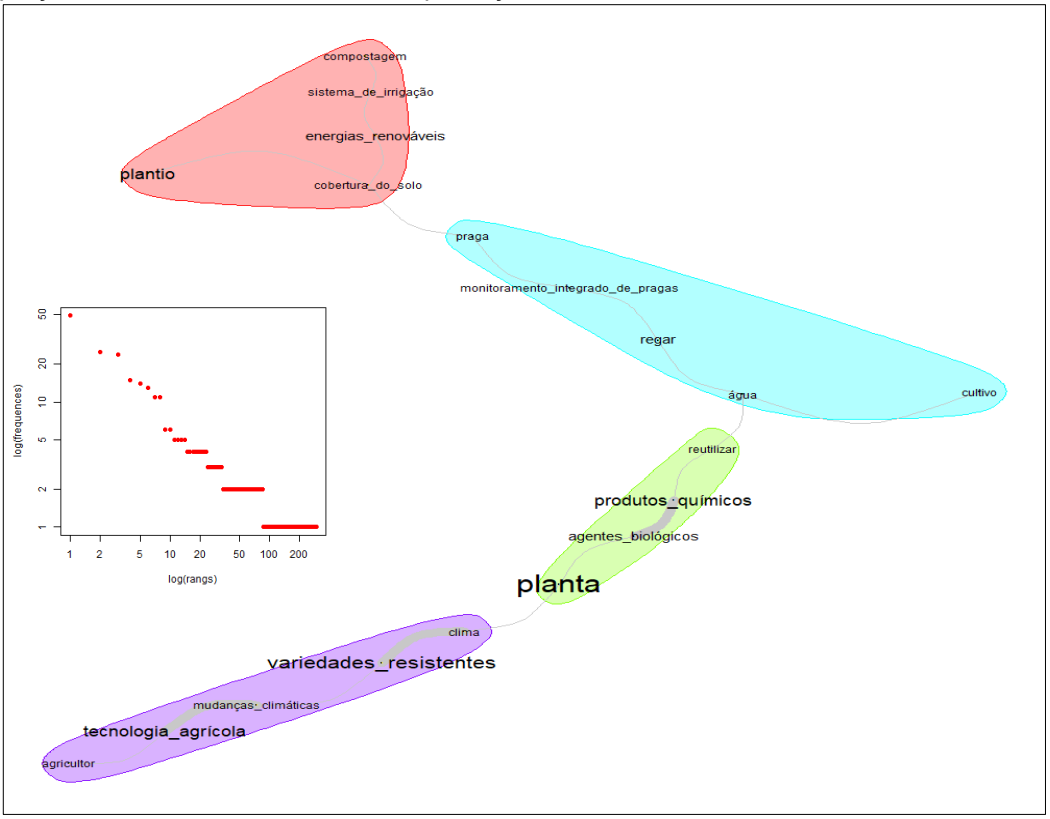
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Tendo em vista os desafios climáticos no setor de horticultura, nossos resultados apontam que a ênfase deve ser voltada ao planejamento e desenvolvimento de práticas agrícolas eficientes e adaptadas às novas condições climáticas, a fim de garantir altos níveis de produção e qualidade dos produtos.

4.3 ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA UTILIZADA EM SISTEMAS DE HORTICULTURA

A adaptação no setor de horticultura inclui uma diversidade de respostas para reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas. Na Figura 6 o diagrama da análise estatística identificou 772 ocorrências de palavras na classe adaptações climáticas nos sistemas de produção hortícola. No eixo Y verificam-se grupos de palavras que se repetem muitas vezes como ‘planta’ e ‘variedades resistentes’, enquanto o eixo X contém os termos específicos que foram citados poucas vezes, por exemplo ‘sustentável’, ‘proteção de cultivos’ e ‘produção agrícola’.

Figura 6 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação às adaptações climáticas nos sistemas de produção hortícola.



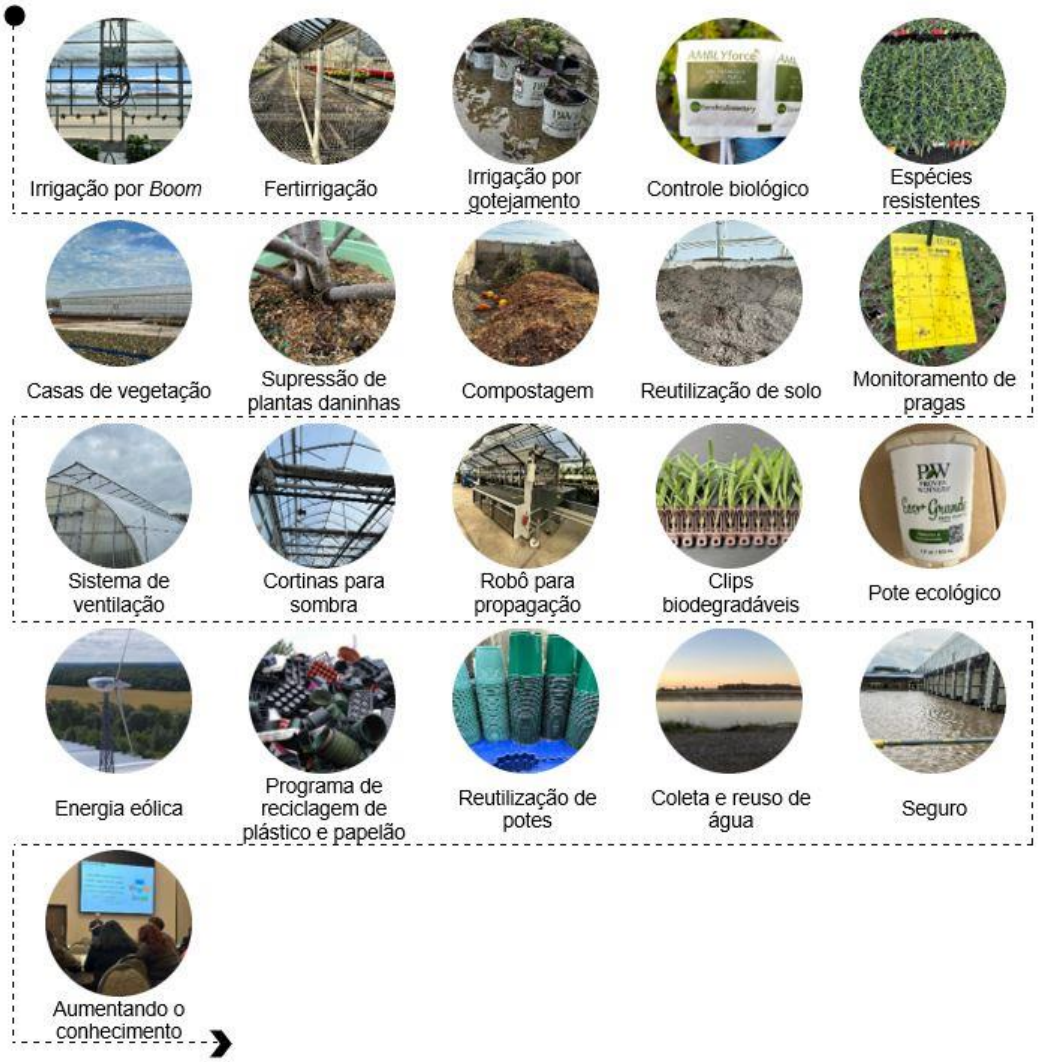
Fonte: dados da pesquisa, 2024.

A análise de similaridade, apresentada na Figura 6 possui quatro clusters. Verificamos uma tendência relacionando mudanças climáticas e melhoramento genético de plantas, pelo desenvolvimento de variedades mais resistentes e tecnologias agrícolas para auxiliar o agricultor no processo de adaptação. Um dos pontos específicos envolve, neste caso, a reivindicação pelo uso de produtos químicos menos nocivos ao meio ambiente ou ainda o uso de agentes biológicos de controle. A reutilização de plásticos e água emergiu como um importante ponto para o cultivo

de plantas. Práticas de manejo, como sistemas de irrigação adequada, mostra-se relevante para programas de monitoramento integrado de pragas, assim como a conservação do solo e da água. Reciclagem de resíduos orgânicos e geração de energia a partir de fontes renováveis também foram descritos.

Para lidar com os impactos das mudanças climáticas e expandir as oportunidades de gestão inteligente no sistema de horticultura na área de estudo, estão sendo utilizadas uma série de estratégias de adaptação (Figura 7).

Figura 7 – Vinte e uma estratégias de adaptação e resiliência climática utilizadas nos sistemas de horticultura.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

As estratégias de adaptação climática são parte da interação entre diferentes elementos, como parte de um conjunto de práticas de manejo, conservação, fortalecimento de redes de conhecimento e agricultura inteligente em termos climáticos. No Quadro 1 é possível verificar a descrição das estratégias de adaptação.

Quadro 1 – Resumo das características das estratégias de adaptação e resiliência utilizadas no sistema de horticultura pesquisado.

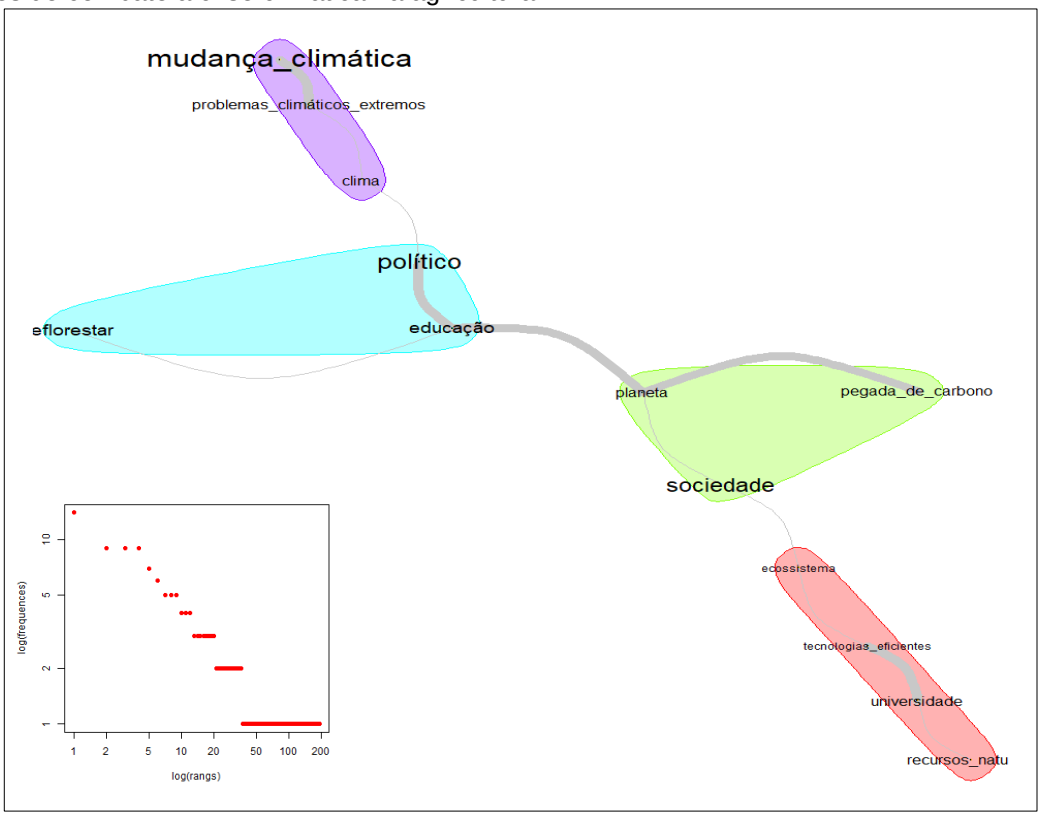
Contexto	Estratégia adotada	Definição das estratégias de adaptação
Sistema produtivo melhorado	Controle biológico	Utilização de inimigos naturais para o controle de insetos-praga nas culturas, reduzindo o uso de produtos químicos
	Espécies resistentes	É realizada a seleção de variedades de plantas que possam resistir a doenças e altas temperaturas
	Supressão de plantas daninhas	Utilização de casca de arroz para reduzir a presença de plantas daninhas e consequentemente o uso de herbicidas
	Monitoramento de pragas	O monitoramento permite determinar a densidade populacional de pragas, auxiliando no gerenciamento dos problemas
Tecnologias inovadoras	Sistema de irrigação por *Boom*	Sistema de alta tecnologia que reduz o uso de água e proporciona melhor ambiente para o crescimento das plantas
	Fertirrigação	Evita desperdícios e facilita a gestão de fertilizantes de forma proporcional, auxiliando no desenvolvimento vegetal
	Irrigação por gotejamento	Fornece água e nutrientes diretamente à zona radicular das culturas hortícolas
	Casas de vegetação	Auxilia na proteção de cultivos contra radiação solar, granizo e neve que é muito comum na região, permite controlar luz, temperatura, umidade e outros, garantindo o ambiente controlado para o crescimento de diferentes espécies
	Sistema de ventilação	Permite a abertura de janelas de ventilação no telhado das casas de vegetação, que auxiliam no resfriamento e na iluminação natural, reduzindo o uso de energia elétrica
	Cortinas para sombra	Cortinas de sombreamento no telhado das casas de vegetação são utilizadas durante dias ensolarados para a proteção das plantas ou para auxiliar na retenção de calor em noites frias
	Robô para propagação	Utilizado na produção de larga escala, o robô automatizado é capaz de plantas 10 mil plantas por hora, reduzindo mão de obra e aumentando capacidade de produção
Conservação dos recursos naturais	Clips biodegradáveis	Pequenas estruturas de plásticos totalmente biodegradáveis que contém plantas a serem utilizadas nas operações de propagação automatizada
	Reutilização de potes	Recipientes plásticos e vasos que podem ser recuperados são esterilizados e utilizados na produção de plantas
	Programa de reciclagem de plástico e papelão	Potes, bandejas de plásticos e papelão são enviados para um centro de reciclagem, reduzindo a quantidade de itens enviados para aterros e apoiando a preservação dos recursos naturais
	Energia eólica	A partir de uma turbina é produzida energia eólica utilizada em diversas operações, reduzindo custos com energia elétrica e fortalecendo o uso de energias renováveis
	Pote ecológico	Elaborados com materiais 100% naturais, totalmente compostáveis e podem ser plantados diretamente no solo, reduzindo o uso de plásticos convencionais
	Coleta e reuso de água	Captura de água da chuva e reutilização de 95% do ciclo da água não evaporada para a irrigação de plantas
	Reutilização de solo	Restos de solos que não são utilizados em operações de plantio são reutilizados em operações paisagísticas
	Compostagem	Resíduos orgânicos são compostados e posteriormente utilizados em operações de plantio ou paisagísticas, reduzindo a dependência de fertilizantes químicos
Educação agroclimática	Aumentando o conhecimento	Têm o objetivo de desenvolver competências nos colaboradores em tópicos de agricultura por meio de eventos científicos, programas de extensão universitária ou visitas técnicas em outras empresas
Mitigação de riscos	Seguro contra eventos climáticos extremos	Seguro contra perdas financeiras causadas por mudanças climáticas ou perdas de rendimento induzidas por eventos climáticos extremos

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Considerando essas estratégias de adaptação, as dinâmicas no contexto hortícola e desafios correlatos, que podem rapidamente criar cenários negativos aos cultivos agrícolas, promover propostas que viabilizem a sustentabilidade na agricultura são necessárias. Assim, na classe sobre ações de combate à crise climática na agricultura o diagrama da análise lexicográfica (Figura 8) identificou no *corpus* textual 492 ocorrências de palavras. No eixo Y existem grupos de palavras que se repetem no texto, por exemplo ‘educação’. Já no eixo X estão os termos específicos menos citados, como ‘resíduos’, ‘pecuária’ e ‘modelo sustentável’.

Nesse contexto, a análise de similaridade (Figura 8) revelou dimensões que ilustram a ação climática como requisito para o preenchimento de diversas lacunas na área. A importância da integração das mudanças climáticas às políticas em termos agrícolas, suas interações com ações de educação e compromissos com a recuperação de áreas degradadas foram aspectos identificados em nossa análise.

Figura 8 – Análise de similaridade e lexicográfica realizada com apoio do software Iramuteq em relação às ações de combate à crise climática na agricultura.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Além disso, verificamos (Figura 8) que as práticas de educação estão relacionadas com a promoção da saúde planetária, especificamente a partir de

orientações que abordem a pegada de carbono na agricultura como ferramenta para a transformação do cenário atual. Nossos resultados ainda revelam que, de acordo com *corpus* textual do questionário aplicado, a sociedade tem um papel fundamental na melhoria de diversos pontos de combate à crise climática, tais como a proteção e restauração dos ecossistemas, parcerias e pesquisas em universidades voltadas ao desenvolvimento de inovações tecnológicas que podem colaborar com a gestão dos recursos naturais, cruciais para o enfrentamento dos desafios emergentes da crise climática agricultura.

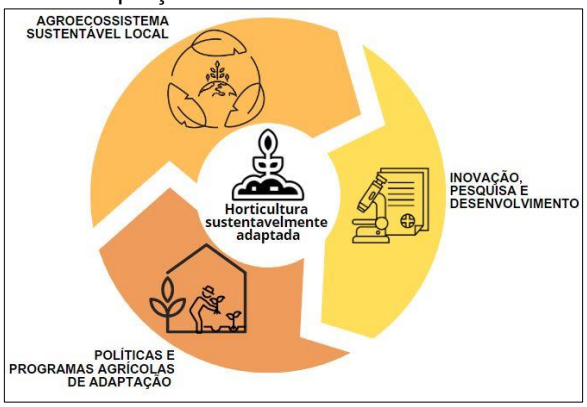
Tais resultados ratificam a importância das estratégias de adaptação, sejam simples ou sofisticadas, assim como da gestão dos sistemas de produção especializada no contexto das mudanças climática, como pilares para uma horticultura sustentavelmente adaptada e para o fortalecimento da resiliência no campo agrícola.

4.4 AÇÃO CLIMÁTICA É O FATOR-CHAVE PARA UMA HORTICULTURA SUSTENTAVELMENTE ADAPTADA – METATEXTO

O fortalecimento da adaptação climática sustentável nos sistemas especializados de produção, como na horticultura, envolve áreas prioritárias com ações planejadas e transformacionais para garantir simultaneamente a produção de plantas em qualidade e quantidade, a gestão dos recursos naturais e das práticas agrícolas de manejo visando alcançar o desenvolvimento sustentável. No entanto, torna-se relevante englobar abordagens sistêmicas e continuadas de curto, médio e longo prazo, em que cada medida de adaptação possa contribuir substancialmente com a eliminação de ameaças atuais e verificação de novas oportunidades futuras.

Nesse contexto, após submeter os dados à ATD foi possível caracterizar as perspectivas conceituais para uma adaptação sustentável às mudanças climáticas na horticultura. Com base na categorização dos códigos, identificamos 3 categorias finais definitivas, organizadas a partir do *corpus* textual das respostas obtidas no questionário aplicado a quinze profissionais da horticultura. Os esforços para alcançar uma horticultura sustentavelmente adaptada em termos climáticos depende de investimentos em gestão sustentável, inovações tecnológicas e engajamento entre partes interessadas, em uma articulação local que robustece o desenvolvimento resiliente ao clima (Figura 9).

Figura 9 – Dimensões conceituais que fortalecem a transformação dos sistemas especializados de horticultura para a promoção da adaptação climática.



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Resumimos as características dessas três dimensões em tópicos:

(a) Agroecossistema sustentável local: no contexto das mudanças climáticas um ponto importante na construção das alternativas de adaptação é a capacidade de garantir ações viáveis de preservação e conservação dos recursos naturais e biodiversidade, assim como a gestão adequada do sistema produtivo, integrando práticas capazes de desenvolver um sistema agrícola sustentável e dinâmico. Este processo está relacionado ao contexto local de produção especializada, envolvendo interações na dimensão ecológica e social, de forma a melhorar a coesão e atender produtividade e serviços ambientais benéficos. Isso é plausível, uma vez que a integração plural de práticas como a conservação da água, melhoria da fertilidade do solo com adubos orgânicos e controle biológico, por exemplo, têm a capacidade de conduzir o agroecossistema a se tornar mais robusto em comparação à agricultura convencional, fortalecendo sua resiliência e agregando valor à empresa, nos seus aspectos econômicos, sociais e ambientais. Fortalecer a transição para a agricultura sustentável e regenerativa requer novas abordagens na tomada de decisões para o contexto local e a diversidade de ambientes que podem ser utilizadas como território de transformação. Nesta categoria, atentamos pontos fundamentais que merecem destaque. Por exemplo, a indispensabilidade de "*utilizar de forma inteligente os recursos naturais ou exercer as atividades de forma sustentável para o meio ambiente*" (Profissional 14), utilizando "*novas maneiras de mitigar os impactos ambientais e aumentar a eficiência dos sistemas agrícolas*" (Profissional 5), "*adaptando e mudando como for necessário para o que funciona melhor para nós"* (Profissional 1). Além da necessidade de ampliar o foco na "*incorporação MPS (Sustentabilidade Mais Lucrativa) que mostra os esforços de*

sustentabilidade da empresa” (Profissional 2), na adoção de práticas ecológicas que consideram um agroecossistema sustentável como prioridade em suas diversas operações agrícolas.

(b) Inovação, Pesquisa e Desenvolvimento: as estratégias de adaptação climática sustentáveis reivindicam enfoque em inovações tecnológicas em diferentes níveis, visando a exploração de novas abordagens na agricultura. Fundamentalmente envolve a geração e disseminação dos novos modelos teóricos, processos, produtos práticos ou o aprimoramento daqueles já existentes, para aumentar a sustentabilidade agrícola, melhorando os meios de produção hortícola e promovendo a adaptação flexível que acompanhe as novas condições de mercado. Este processo engloba benefícios econômicos, sociais e ambientais para as partes envolvidas, numa abordagem cooperativa capaz de agregar competividade, aumentar a eficiência das práticas agrícolas e outros processos correlacionados. Isso é relevante, já que no campo de práticas inovadoras o sucesso de práticas inteligentes para o clima, o melhoramento genético de plantas e o desenvolvimento de produtos biodegradáveis, por exemplo, podem colaborar com melhorias de processos cotidianos em horticultura e romper barreiras limitantes à adaptação climática. Nesse contexto, por exemplo, os pesquisados chamam a atenção para a necessidade de “*se manter atualizado com a tecnologia, os novos produtos e as novas formas de cultivo de vegetais disponíveis*” (Profissional 5), com foco no desenvolvimento de “*ficha de cultivo, contendo informações técnicas sobre rega, temperatura ou produtos a serem utilizados*” (Profissional 12). Assim, espera-se que as “*instituições agrícolas e as universidades estejam a trabalhar na criação de variedades mais resistentes que crescerão em condições secas e em diferentes condições climáticas*” (Profissional 7), onde “*a aplicação de tecnologia agrícola moderna também pode ajudar a superar o impacto das alterações climáticas na agricultura*” (Profissional 11).

(c) Políticas e programas agrícolas de adaptação: neste caso a formulação de ações devem estar amparadas por programas de adaptação climática, os quais poderiam ser estimulados por políticas específicas e apoio governamental para uma agricultura mais resiliente baseada em um sistema que considere o sistema produtivo na totalidade. Não engloba práticas isoladas, mas busca a construção de ações coletivas para garantir que diferentes necessidades sejam atendidas, tal como a construção de conhecimentos em horticultura resiliente ao clima, infraestrutura, gerenciamento de riscos climáticos, práticas fitossanitárias e mercados eficientes. É

essencialmente importante considerar o engajamento entre universidades, investidores, agências governamentais, colaboração internacional e outros, para iniciativas de base de compartilhamento de dados, conhecimentos técnicos e práticas hortícolas bem-sucedidas. A abordagem sistêmica é um passo fundamental na elaboração dos programas nesta direção, pois colabora com a resolução de desafios e o equilíbrio na tomada de decisões em adaptação climática, o que é facilitado pela visão conjunta. Isso é importante, pois na área de integração de ações climáticas resilientes as ações de extensão universitária, por exemplo, são capazes de informar sobre novas tecnologias ou espécies exóticas de insetos na região, ampliando o leque para redução dos impactos negativos das mudanças climáticas. Exemplificativamente, esta categoria manifesta a primordialidade de se "*investir na educação. Quanto mais educada a pessoa, mais ela se preocupa e percebe a continuidade e sincronicidade deste planeta como uma entidade única*" (Profissional 2), isso porque há fatores que impedem o uso de adaptações sustentáveis como "*a falta de inversão econômica no setor agrícola da parte estatal, a falta de conhecimento técnico e agrícola em mudanças climáticas*" (Profissional 15). Tais aspectos mostram que há a necessidade de "*maiores orientações práticas para o setor privado em relação sobre como podemos lidar com o clima em mudança na produção de plantas*" (Profissional 7), "*e acima de tudo, leis e regulamentações mais rigorosos em matéria de resíduos e produção de carbono*" (Profissional 3).

O ponto comum entre as três categorias é que para uma horticultura sustentavelmente adaptada são mandatórios empenhos na escala local, incluindo-se partes interessadas, experiências e particularidades das mudanças climáticas no setor, com vistas a alcançar benefícios para o processo de resiliência na agricultura.

5 DISCUSSÃO

As mudanças das condições climáticas têm gerado novas circunstâncias de produção para sistemas especializados de horticultura. Os eventos climáticos extremos, como inundações e alterações drásticas de temperatura exibem seus impactos na região estudada, o que representa um grande horizonte de desafios sobre a minimização das perdas econômicas, a continuidade do processo de produção com eficiência e a garantia da qualidade, produtividade e segurança dos vegetais produzidos. Nesse sentido, a literatura mostra obstáculos na produção hortícola e na

adoção de estratégias de gestão de riscos na Europa, por exemplo. Oplanić *et al.* (2023) descrevem que as informações climáticas e conhecimentos necessários para a tomada de decisões empresariais como a variação de preços são aspectos potenciais para a adaptação climáticas mais efetiva e para facilitar a resiliência no sistema agrícola e nos negócios.

Entretanto, tais estudos foram desenvolvidos em outro continente ou ainda estavam relacionados com a produção desenvolvida por agricultores hortícolas. Com base nessa motivação, nessa pesquisa verificamos os impactos das mudanças climáticas percebidos por profissionais que atuam no cultivo de plantas no setor privado de horticultura em Sandusky, estado de Ohio, Estados Unidos e as estratégias de adaptação climática adotadas.

Descobrimos com esta investigação que o setor privado de horticultura americano se mostra vulnerável aos impactos negativos das mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, utiliza-se de estratégias de adaptação em suas operações agrícolas. Desta forma, os estudos de Dimitru *et al*. (2023) e Hariyati (2023) corroboram com nossas descobertas, reafirmando que o setor hortícola é particularmente afetado e colocado em risco pelas mudanças climáticas, onde as adaptações requerem ser específicas para cada setor agrícola, especialmente quando se deseja alcançar uma adaptação sustentável.

O setor hortícola tem sido afetado negativamente pelos eventos climáticos extremos, colocando em risco os meios de produção, a segurança alimentar e a promoção do desenvolvimento local. Em estudo conduzido por Weiskopf *et al*. (2020) os autores destacam em diversas regiões dos Estados Unidos os impactos climáticos são uma ameaça aos ecossistemas, os quais têm causado implicações significativas na produção agrícola. A gestão inteligente em termos climáticos é um ponto fundamental na promoção de iniciativas locais de adaptação, as quais refletem, por exemplo, o incremento em tecnologia e infraestrutura.

Nossos resultados mostram que a introdução de tecnologias agrícolas desempenha papel significativo no processo de adaptação climática, uma vez que auxilia o setor de horticultura privado a continuar a produção face ao clima em mudança. No entanto, para a área agrícola precisa de ajuda de fontes externas, como agencias governamentais e não governamentais para a melhoria do acesso a informações sobre mudanças climáticas, acesso oportuno ao crédito e novas

tecnologias, assim como capacitação através de serviços de extensão (AKHTAR; MASUD; AFROZ, 2019; DIANA *et al*. 2022)

Especificamente, os principais impactos estavam relacionados com uma diversidade de eventos climáticos extremos mais significativos nos últimos anos, o aumento da ocorrência de pragas e doenças nos cultivos não protegidos e em casa de vegetação, alterações em processos fisiológicos das plantas, danificações nas infraestruturas causadas por tempestades, por exemplo, assim como atrasos no processo de envio das plantas para comercialização e, consequentemente, danos socioeconômicos adversos. Assim, torna-se necessário adotar práticas de gestão especificas para o contexto local e as culturas agrícolas envolvidas. Para isso é relevante apoio público à gestão de riscos climáticos, onde intervenções políticas flexíveis possam apoiar iniciativas de adaptação e incentivar práticas de produção robustas, centrando-se em tecnologias para o setor agrícola que sejam mais sustentáveis (SCHMITT *et al*. 2022; TILBURG; HUDSON, 2022).

Considerando os desafios que a horticultura enfrenta atualmente mediante ao clima em mudança e o aumento dos impactos negativos à produção de alimentos e à economia, torna-se crucial a difusão de sistemas de agricultura inteligente em termos climáticos. Conforme Kamau, Kiprop e Kipruto (2020), Kandegama *et al*. (2022) e Ludwig *et al.* (2023), um caminho viável para a horticultura sustentável mediante ao cenário das mudanças climáticas é a adoção de práticas modernas como robótica, inteligência artificial e sensores, capazes de colaborar com a garantia da produtividade.

Nossos achados indicam que a capacidade financeira da empresa de horticultura pesquisada tem influência na adaptação climática, isso porque viabiliza investimentos no quadro tecnológico, por exemplo, a adoção do sistema de energia eólica e do robô para propagação. Este é um reforço importante para a melhoria dos processos agrícolas, meios de subsistência da empresa e para aumentar as perspectivas de resiliência no setor. No entanto, tais resultados realçam que a adaptação não irá evitar totalmente as perdas e a sua implementação depende das características da exploração agrícola que incluem também o acesso a serviços de assistência agrícola, parcerias público-privadas e intercâmbio de conhecimentos entre produtores, que podem contribuir com a difusão de práticas agrícolas eficazes de adaptação climática, conforme descrito por Duffy *et al.* 2021 e Kreft *et al.* (2023).

A principal particularidade deste estudo foi a identificação da conjuntura das mudanças climática na horticultura, impactos nas culturas hortícolas e a dinâmica das perspectivas em adaptação sustentável, a partir do preenchimento de uma lacuna de dados empíricos na região estudada. Descobrimos que as compreensões dos impactos climáticos na horticultura são percebidas especialmente pelas alterações nos padrões de temperatura e ciclos naturais, como mudanças no ciclo hidrológico, os quais constituem um problema para as operações agrícolas. Resultados semelhantes foram descritos por Zakari *et al*. (2022) e Oplanić *et al.* (2023).

Neste estudo descrevemos vinte e uma estratégias de adaptação climática adotadas no setor de horticultura, as quais exibem benefícios técnicos, ecológicos e econômicos, por exemplo, redução de tempo de mão-de-obra, eficiência no uso de energia, menos utilização de produtos químicos e conservação dos recursos naturais. Descobrimos que a integração de novas tecnologias inteligentes na agricultura tende a ser um ponto estratégico para reduzir os impactos das mudanças climáticas.

Esse achado corresponde à literatura, onde a horticultura inteligente deve ser considerada na gestão eficiente dos recursos naturais, redução da vulnerabilidade climática e aumento da produtividade, abrangendo a criação de variedades resistentes, práticas de cultivo como irrigação, umidade e nutrientes, colheita, processamento, armazenamento e condições de mercado, permitindo a compreensão dos componentes multidirecionais do sistema agrícola, desde o nível celular até o nível de campo e comercialização (JIANG *et al.* 2022; DESHMUKH *et al.* 2023; ZHANG *et al.* 2023). Tais aspectos preconizam inovações científicas, tecnológicas e políticas para a construção de sistemas de gestão climática na indústria agrícola.

Contudo, devem englobar a promoção da sustentabilidade agroambiental, oferecendo abordagens para a redução das emissões de gases de efeito estufa, garantia da segurança alimentar global, assim como para a melhoria o desenvolvimento local e atendimento das novas expectativas sociais. As perspectivas de tecnologias e conhecimentos para a sustentabilidade em horticultura podem ser melhoradas e difundidas pela educação participativa e co-aprendizagem, as quais podem auxiliar organizações no processo de adaptação climática (DE WITTE, 2023; MASON, 2023). Além disso, a incorporação adequada da governança ambiental, social e corporativa (ESG) nas empresas agrícolas oferece uma vantagem competitiva, visto que esta abordagem prioriza operações responsáveis e

sustentáveis, incluindo resultados significativos no desempenho geral da organização (GERBER; SMIT; BOTHA, 2023).

É, portanto, importante melhorar a consistência entre o setor de horticultura e o estabelecimento de compromissos entre partes interessadas. Além disso, a adaptação climática significativa deve considerar ações de extensão, acesso aos mecanismos de financiamento e a rentabilidade, com base no contexto social, econômico e ecológico (SCHATTMAN; ROWLAND; KELEMEN, 2023; WAKATSUKI *et al.* 2023) para satisfazer as demandas do setor agrícola na região pesquisada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa verificou os impactos das mudanças climáticas na agricultura com recorte para o cultivo de plantas e as estratégias de adaptação adotadas na horticultura em Sandusky, no Condado de Erie em Ohio. Este estudo fundamenta a noção de que a horticultura é vulnerável às mudanças climáticas, com influências diretas na produção de plantas e que as respostas adaptativas adotadas representam uma combinação de ações relacionadas com a capacidade tecnológica e financeira da empresa pesquisada.

A transformação das práticas agronômicas, práticas de irrigação, gestão da água, variedades de culturas resistentes ao clima e conservação de recursos naturais ratificam as adaptações climáticas para a garantia da manutenção do setor hortícola privado sob circunstâncias adversas, como as mudanças climáticas. Identificamos propensões que fortificam a ideia de que as adaptações têm grande influência nos agroecossistemas, para a conservação ambiental, a segurança alimentar e a sustentabilidade econômica, no entanto, são necessários maiores esforços e diretrizes políticas para a promoção da resiliência nos sistemas especializados de produção, considerando particularidades de cada setor agrícola.

As estratégias de adaptação utilizadas no setor hortícola envolvem a dimensão do desenvolvimento de ações infraestruturais nos cultivos protegidos e não protegidos, de forma a englobar não apenas o incremento das práticas de manejo, uso da biotecnologia e gestão dos recursos naturais, mas sobretudo, da redução da vulnerabilidade dos impactos climáticos no agroecossistema e fortalecimento da resiliência a condições climáticas extremas.

É relevante a formulação de planos interdisciplinares para a tomada de decisões de adaptações sustentáveis e medidas de mitigação do setor agrícola no seu conjunto, centradas nos meios de subsistência do sistema especializado, na gestão integrada, garantia da produtividade, qualidade e outros serviços ecossistêmicos. Essa abordagem deve envolver o uso de novas práticas climaticamente inteligentes, instalações e práticas de manejo mais eficientes, capacitações e processos participativos, por exemplo, assim como o fortalecimento de redes locais para produtores especializados com enfoque no intercâmbio de experiências e construção de competências necessárias para a ação climática eficaz.

A implementação de abordagens de governança que integre mudanças climáticas também pode, de fato, influenciar o processo de integração da sustentabilidade no âmbito empresarial como uma diretriz norteadora para a redução dos impactos socioambientais. Esses fatores apontam o potencial dos sistemas agrícolas especializados privados no fortalecimento de um futuro climaticamente mais resiliente, em vez de necessariamente a adoção de práticas adaptativas pontuais no curto prazo. A expansão de forças políticas, instituições acadêmicas e programas de consultoria agrícola podem, portanto, contribuir diretamente nesta direção.

O aumento dos eventos climáticos extremos no sistema de horticultura pesquisado representa sérios desafios no âmbito produtivo, socioambiental e econômico. Portanto, a adaptação para a superação desses exige sistemas de gestão sustentavelmente eficientes, que possam criar conjunturas agroambientais para o cultivo de culturas hortícolas. Incrementar e facilitar o acesso a tecnologias e ferramentas para monitoramento e detecção precoce de cenários climáticos torna-se essencial para a melhoria contínua da prevenção dos eventos, desempenhando papel fundamental no setor agrícola mediante ao clima em mudança.

Ao nosso conhecimento, este é, sem dúvida, um dos primeiros estudos científicos que investigou práticas de adaptação climática no setor de produção de plantas projetado à horticultura, desenvolvido com dados primários oriundos do Condado de Erie nos Estados Unidos. Apesar de ser baseado em pesquisa de campo detalhada, nossa amostra não inclui todas as empresas de horticultura do Condado. Portanto, sugere-se que pesquisas futuras desenvolvam um estudo comparativo em diferentes empresas da região com desafios climáticos pertinentes.

REFERÊNCIAS

ABBAS, S. G.; BAIG, M. B.; STRAQUADINE, G. S. Impacts of climate change on agricultural labour force and food security in Pakistan: the importance of climate-smart agriculture. *In*: BEHNASSI, M.; BAIG, M. B.; SRAÏRI, M. T.; ALSHEIKH, A. A.; RISHEH, A. W. A. A. (Orgs.) **Food Security and Climate-Smart Food Systems**: Building Resilience for the Global South. Switzerland: Springer, 2022. p. 51–66.

ABDALLA, N.; EL-RAMADY, H.; SELIEM, M. K.; EL-MAHROUK, M. E.; TAHA, N.; BAYOUMI, Y.; SHALABY, T. A.; DOBRÁNSZKI, J. An academic and technical overview on plant micropropagation challenges. **Horticulturae**, v. 8, n. 677, p. 1–28, 2022.

AKHTAR, R.; MASUD, M. M.; AFROZ, R. Perception of climate change and the adaptation strategies and capacities of the rice farmers in Kedah, Malaysia. **Environmental and urbanization**, v. 10, n. 1, p. 99–115, 2019.

BALASUNDRAM, S. K.; SHAMSHIRI, R. R.; SRIDHARA, S.; RIZAN, N. The role of digital agriculture in mitigating climate change and ensuring food security: an overview. **Sustainability**, v. 15, n. 6, p. 1–23, 2023.

BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. **Sustainability**, v. 13, n. 1, p. 13–26, 2017.

BISBIS, M. B.; GRUDA, N.; BLANKE, M. Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 170, n. 1, p. 1602–1620, 2018.

CARVALHO, W. A. F.; CARNIATTO, I.; SANTOS, R. F. dos. Soluções inovadoras e sustentáveis na agricultura uma prioridade para a ciência. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science**, v. 5, n. 1, p. 1–2, 2023.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CHAMI, D. E.; DACCACHE, A.; MOUJABBER, M. E. How Can Sustainable Agriculture Increase Climate Resilience? A Systematic Review. **Sustainability**, v.12, n. 8, p. 1–23, 2020.

COLMENARES, O. M.; BRINDIS, R. C.; VERDUZCO, C. V.; GRAJALES, M. P.; GÓME, M. U. Horticultural Agroforestry Systems Recommended for Climate Change Adaptation: A Review. **Agricultural reviews**, v. 41, n. 1, p. 14–24, 2020.

DE WITTE, R.; JANSSEN, D.; SAYADI GMADA, S.; GARCÍA-GARCÍA, C. Best practices for training in sustainable greenhouse horticulture. **Sustainability**, v. 15, n. 1, p. 1–26, 2023.

DEPARTAMENTO DO CENSO DOS ESTADOS UNIDOS. **Perfil das cidades.** 2024. Disponível em: https://www.census.gov/data.html. Acesso em: 04 jan. 2024.

DESHMUKH, S.; JADHAV, P.; SAWANT, P.; THORAT, V. Climatic vulnerability, adoption of climate-resilient technologies, and its socioeconomic-institutional-agroecological determinants. **Climate services**, v. 32, n. 1, p. 1–16, 2023.

DIANA, M. I. N.; ZULKEPLI, N. A.; SIWAR, C.; ZAINOL, M. R. Farmers' adaptation strategies to climate change in southeast Asia: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 14, n. 1, p. 1–15, 2022.

DIMITRU, E. A.; BEREVOIANU, R. L.; TUDOR, V. C.; TEODORESCU, F. R.; STOICA, D.; GUICA, A.; ILIE, D.; STERIE, C. M. Climate Change Impacts on Vegetable Crops: A Systematic Review. **Agriculture**, v. 13, n. 1, p. 1–18, 2023.

DUBEY, K. A Review of Agriculture and Horticulture Advances. **International journal of agriculture, environment and sustainability**, v. 5, n. 1, p. 1–6, 2023.

DUFFY, C.; PEDE, V.; TOTH, G.; KILCLINE, K.; O'DONOGUE, C.; RYAN, M.; SPILLANE, C. Drivers of household and agricultural adaptation to climate change in Vietnam. **Climate and Development**, v. 13, n. 1, p. 242–255, 2021.

EFTEKHARI, M. S. Impacts of Climate Change on Agriculture and Horticulture. *In*: BANDH, S. A. (Org.) **Climate Change:** the social and scientific construct. Berlin: Springer, 2022. p. 117–131.

ELNAHAL, A. S. M.; EL-SAADONY, M. T.; SAAD, A. M.; DESOKY, E. M.; EL-TAHAN, A. M.; RADY, M. M.; ABUQAMAR, S. F.; EL-TARABILY, K. A. The use of microbial inoculants for biological control, plant growth promotion, and sustainable agriculture. **European Journal of Plant Pathology**, v. 162, n. 1, p. 759–792, 2022.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **What Climate Change means for Ohio**. Washington: EPA, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **World food and agriculture 2022**. Roma: FAO, 2022.

GERBER, R.; SMIT, A.; BOTHA, M. An evaluation of environmental, social, and governance reporting in the agricultural sector. **Business strategy and development**, v. 6, n. 4, p. 1–12, 2023.

GHINI, R. Como as mudanças climáticas poderão afetar as doenças das hortaliças? *In*: GUEDES, I. M. R. (Org.) **Mudanças climáticas globais e a produção de hortaliças.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 43–56.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GME. Global Market Estimates. **Global horticulture market size**. 2024. Disponível em: https://www.globalmarketestimates.com/market-report/horticulture-market-3414 Acesso em: 02 Jan. 2024.

GORA, J. S.; VERMA, A. K.; SINGH, J.; CHOUDHARY, D. R. Climate Change and production of horticultural crops. *In*: KUMAR, R.; SINGH, V. P.; JHAJHARIA, D.;

MIRABBASI, R. (Orgs.) **Agricultural impacts of Climate Change**. United States: Taylor & Francis Group, 2019. p. 45–61.

GRUDA, N.; BISBIS, M.; TANNY, J. Impacts of protected vegetable cultivation on climate change and adaptation strategies for cleaner production – A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 225, n. 10, p. 324–339, 2019.

HARIYATI, Y.; PATRICIA, S. B. S.; ARUM, A. P.; HABRIANTONO, B.; ROMADHONA, S. Local wisdom of horticultural farmers in adapting and facing the obstacles in climate change. **Advances in biological sciences research**, v. 1, n. 26, p. 66–75, 2023.

HEEB, L.; JENNER, E.; COCK, M. J. Climate-smart pest management: Building resilience of farms and landscapes to changing pest threats. **Journal of Pest Science**, v. 92, n. 1, p. 951–969, 2019.

HIRPO, F. H.; GEBEYEHU, M. N. Review on the effects of climate change variability on horticultural productivity. **Environmental sciences & natural resources**, v. 17, n. 4, p. 130–134, 2019.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

JÄGERMEYR, J.; MULLER, C.; RUANE, A. C.; ELLIOTT, J.; BALKOVIC, J.; CASTILLO, O.; FAYE, B.; FOSTER, I. *et al*. (Orgs.) Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. **Nature food**, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2021.

JARDIM, C. C. S.; SANTOS, R. O.; OLIVEIRA, A. C.; SILVA, V. L. Interações climáticas na horticultura tropical e ferramentas de gestão climatológica. *In*: DIAS, J. P. T. (Orgs.) **Perspectivas na horticultura**. Belo Horizonte: UEMG, 2021. p. 26–44.

JENA, L.; ATAL, H. L.; PRADHAN, S.; SAHU, S.; UCHANCHA, M.; SRILAKSHMI, D.; MANDAL, T.; SAHOO, J. P. Unlocking potential of dryland horticulture in climate-resilient farming. *In*: NAOREM, A.; MACHIWAL D. (Orgs.) **Enhancing resilience of dryland agriculture under changing climate**: interdisciplinary and convergence approaches. Switzerland: Springer, 2023. p. 343–382.

JIANG, X.; ZHANG, W.; FERNIE, A. R.; WEN, W. Combining novel technologies with interdisciplinary basic research to enhance horticultural crops**. The Plant Journal**, v. 109, n. 1, p. 35–46, 2022.

JOHNSON, R. **2018 Farm Bill Primer**: Specialty Crops and Organic Agriculture. Washington: Congressional Research Service, 2019.

KAMAU, J. N.; KIPROP, I. N.; KIPRUTO, G. K. The role of farmers' social networks in adopting climate smart agriculture: case of horticultural farmers in Nyeri County, Kenya. **Research on world agricultural economy**, v. 1, n. 1, p. 35–38, 2020.

KANDEGAMA, W. M. W. W.; RATHNAYAKE, R. M. P. J.; BAIG, M. B.; BEHNASSI, M. Impacts of climate change on horticultural crop production in Sri Lanka and the potential of climate-smart agriculture in enhancing food security and resilience. *In:* BEHNASSI, M.; BAIG, M. B.; SRAÏRI, M. T.; ALSHEIKH, A. A.; ABU RISHEH, A. W. A. (Orgs.) **Food security and climate-smart food systems**. New York: Springer, 2022. p. 67–97

KARMAKAR, R.; DAS, I.; DUTTA, D.; RAKSHIT, A. Potential effects of climate change on soil properties. **Science international**, v. 4, n. 2, p. 51–73, 2016.

KHANAL, J. Impacts of Climate Change in Horticultural Crops. **Acta scientific agriculture**, v. 2, n. 10, p. 35–36, 2018.

KHATTAB, A.; HABIB, S. E. D.; ISMAIL, H.; ZAYAN, S.; FAHMY, Y.; KHAIRY, M. M. An IoT-based cognitive monitoring system for early plant disease forecast. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 166, n. 1, p. 1–13, 2019.

KREFT, C.; ANGST, M.; HUBER, R.; FINGER, R. Farmers' social networks and regional spillover effects in agricultural climate change mitigation. **Climatic Change**, v. 176, n. 8, p. 1–21, 2023.

KUMAR, V.; JAKHWAL, R.; SINGH, S. Climate-resilient and sustainable development in horticulture: cultivating a greener future. **Annals of Horticulture**, v. 16, n. 1, p. 51–56, 2023.

LUDWIG, S.; HILDNER, P.; ISAAK, M.; DIRKSMEYER, W.; SCHATTENBERG, J. The contribution of Horticulture 4.0 innovations to more sustainable horticulture. **Procedia Computer Science**, v. 217, n. 1, p. 465–477, 2023.

MAHATO, A. Climate change and its impact on agriculture**. International Journal of Scientific and Research Publications**, v. 4, n. 4, p. 1–6, 2014.

MALHI, G. S.; KAUR, M.; KAUSHIK, P. Impact of Climate Change on Agriculture and Its Mitigation Strategies: A Review. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1–21, 2021.

MALHOTRA, S. K. Horticultural crops and climate change: A review**. Indian Journal of Agricultural Sciences**, v. 87, n. 1, p. 12–22, 2017.

MALIK, A.; MOR, V. S.; TOKAS, J.; PUNIA, H.; MALIK, S.; MALIK, K.; SANGWAN, S.; TOMAR, S. *et al*. Biostimulant-treated seedlings under sustainable agriculture: a global perspective facing climate change. **Agronomy**, v. 11, n. 14, p. 1–24, 2021.

MASON, J. The future of horticulture: innovation and the frontier of sustainable development. **International Journal of Horticulture**, v. 13, n. 7, p. 1–6, 2023.

MENDES, A. M.; TONIN, F. S.; BUZZ, M. F.; PONTAROLO, R.; FERNANDEZ-LLIMOS, F. Mapping pharmacy journals: a lexicographic analysis. **Research in Social and Administrative Pharmacy**, v. 15, n. 2, p. 1464–1471, 2019.

MOGHIMI, F.; ASIABANPOUR, B. Economics of vertical farming in the competitive market. **Clean technologies and environmental policy**, v. 25, n. 1, p. 1837–1855, 2023.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva***.* Ijuí: Editora Unijuí, 2014.

MUCHIE, A.; ASSEFA, F. Impact of Climate Change on Horticultural Crops Production and Quality: A Review. **American Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 9, n. 6, p. 156–161, 2021.

NAGARGADE, M.; TYAGE, V.; SINGH, M. K. Climate Smart Agriculture: an option for changing climatic situation. *In*: JURIĆ, S. (Org.) **Plant Engineering**. London: IntechOpen, 2017. p. 143–165.

OPLANIĆ, M.; MARIĆ, A. C.; BAN, S. G.; ČOP, T.; NJAVRO, M. Horticultural Farmers' Perceived Risk of Climate Change in Adriatic Croatia. **Sustainability**, v. 15, n. 1, p. 1–13, 2023.

PAIVA, P. D. O. Climate change as a challenge for Floriculture. **Ornamental horticulture**, v. 29, n. 1, p. 6–7, 2023.

PAREEK, N. Climate change impact on soils: Adaptation and mitigation. **MOJ ecology & environmental sciences**, v. 2, n. 1, p. 136–139, 2017.

RAIHAN, A. A review of the global climate change impacts, adaptation strategies, and mitigation options in the socio-economic and environmental sectors. **Journal of Environmental Science and Economics**, v. 2, n. 3, p. 36–58, 2023.

RAMOS, M.; VALDEREZ, L.; AMARAL, M. R. (2019). IRAMUTEQ software and discursive textual analysis: Interpretive possibilities. *In*: COSTA, A. P.; REIS, L. P.; MOREIRA, A. (Orgs.). **Computer supported qualitative research advances in intelligent systems and computing**. New York: Springer, 2019. p. 58–72.

RAO, M. S.; MANI, M.; PRASAD, Y. G.; PRABHAKAR, M.; SRIDHAR, V.; VENNILA, S.; SINGH, V. K. Climate Change and Pest Management Strategies in Horticultural and Agricultural Ecosystems. *In*: MANI, M. (Org.) **Trends in horticultural entomology**. New York: Springer, 2022. p. 81–122.

RAY, P. K. Hi-tech horticulture and climate change. *In*: CHOUDHARY, M. L.; PATEL, V. B.; SIDDIQUI, M. W.; MAHDI, S. S. (Orgs.) **Climate dynamics in horticultural science:** principles and applications. Canada: Apple academic press, 2015. p. 1–22.

RAZA, M.; BEBBER, D. P. Climate change and plant pathogens. **Current Opinion in Microbiology**, v. 70, n. 1, p. 1–6, 2022.

ROBERTS, D. P.; SHORT, N. M.; SILL, J.; LAKSHMAN, D. K.; HU, X.; BUSER, M. Precision agriculture and geospatial techniques for sustainable disease control. **Indian Phytopathology**, v. 74, n. 1, p. 287–305, 2021.

SCHATTMAN, R. E.; ROWLAND, D. L.; KELEMEN, S. C. Sustainable and regenerative agriculture: Tools to address food insecurity and climate change. **Journal of soil and water conservation**, v. 78, n. 2, p. 33–38, 2023.

SCHMITT, J.; OFFERMANN, F.; SÖDER, M.; FRÜHAUF, C.; FINGER, R. Extreme weather events cause significant crop yield losses at the farm level in German agriculture. **Food Policy**, v. 112, n. 1, p. 1–17, 2022.

SCHOOLMAN, E. D. **Specialty crops and local food markets in Michigan and Ohio.** Iowa State University: The United States Department of Agriculture, 2020.

SCORTICHINI, M. Sustainable Management of Diseases in Horticulture: Conventional and New Options. **Horticulturae**, v. 8, n. 6, p. 1–31, 2022.

SHAHZAD, A.; ULLAH, S.; DAR, A. A.; SARDAR, M. F.; MEHMOOD, T.; TUFAIL, M. A.; SHAKOOR, A.; HARIS, M. Nexus on climate change: agriculture and possible solution to cope future climate change stresses. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 1, p. 14211–14232, 2021.

SINGH, H. C. P. Adaptation and mitigation strategies for climate-resilient horticulture. *In*: SINGH, H. C. P.; RAO, N. K. S.; SHIVASHANKARA, K. S. (Orgs.) **Climate-resilient horticulture:** adaptation and mitigation. New York: Springer, 2013. p. 1–12.

SINGH, H. P.; RAO, N. K. S. Climate resilient and sustainable development of horticulture - Options and opportunities - A review. **International Journal of Innovative Horticulture**, v. 12, n. 1, p. 1–14, 2023.

SINGH, R. N. Application of artificial intelligence in agriculture including horticulture. **International Journal of Innovative Horticulture**, v. 10, n. 2, p. 138–141, 2021.

SKENDŽIĆ, S.; ZOVKO, M.; ŽIVKOVIĆ, I. P.; LEŠIĆ, V.; LEMIĆ, D. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. **Insects**, v. 12, n. 5, p. 1–31, 2021.

THAKRE, A. K.; BISEN, A. Challenges of climate change on horticultural crops and mitigation strategies through adoption and extension based smart horticultural practices. **The Pharma Innovation Journal**, v. 12, n. 5, p. 2003–2008, 2023.

TILBURG, A. J. V.; HUDSON, P. F. Extreme weather events and farmer adaptation in Zeeland, the Netherlands: A European climate change case study from the Rhine delta. **Science of the total environment**, v. 844, n. 1, p. 1–16, 2022.

TINTI, D. S.; BARBOSA, G. C.; LOPES, C. E. The IRAMUTEQ software and the analysis of autobiographical narratives in the field of mathematics education. **Bolema**, v. 35, n. 69, p. 479–496, 2021.

USDA. The United States Department of Agriculture. **2017 Census of Agriculture**: United States Summary and State Data. Washington: USDA, 2019.

WAKATSUKI, H.; JU, H.; NELSON, G. C.; FARRELL, A. D.; DERYNG, D.; MEZA, F.; HASEGAWA, T. Research trends and gaps in climate change impacts and

adaptation potentials in major crops. **Current opinion in environmental sustainability**, v. 60, n. 1, p. 1–19, 2023.

WEISKOPF, S. R.; RUBENSTEIN, M. A.; CROZIER, L. G.; GAUCHAS, S.; GRIFFIS, R.; HALOFSKY, J. E.; HYDE, K. J. W.; MORELLI, T. L. *et al*. Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. **Science of the total environment**, v. 733, n. 1, p. 1–18, 2020.

XU, X. Major challenges facing the commercial horticulture. **Frontiers in horticulture**, v. 1, n. 1, p. 1–4, 2022.

ZAKARI, S.; IBRO, G.; MOUSSA, B.; ABDOULAYE, T. Adaptation Strategies to Climate Change and Impacts on Household Income and Food Security: Evidence from Sahelian Region of Niger. **Sustainability**, v. 14, n. 5, p. 1–18, 2022.

ZHANG, M.; HAN, Y.; LI, D.; XU, S.; HUANG, Y. Smart Horticulture as an Emerging Interdisciplinary Field Combining Novel Solutions: Past Development, Current Challenges, and Future Perspectives. **Horticultural plant**, v. 47, n. 1, p. 1–25, 2023.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

Atualmente os impactos das mudanças climáticas se constituem uma das crescentes ameaças para a produção agrícola resiliente e sustentável em diversas regiões do planeta. Particularmente, a incorporação da temática em práticas agrícolas com relevância no desenvolvimento local inclui desafios multifacetados, relacionados com a agenda social, política, econômica e ambiental. Como resultado, os produtores locais têm a necessidade de adotar medidas necessárias para lidar com cenários inesperados e eventos extremos provenientes das mudanças climáticas. Nesse contexto, esta tese se revela original e inédita, pois investigou as implicações e estratégias de adaptação no robustecimento da resiliência climática em sistemas especializados de produção agrícola, como a sericicultura no Brasil e a horticultura nos Estados Unidos.

Esta pesquisa revela um amplo leque de impactos causados pelas mudanças climáticas capazes de afetar a existência da agricultura familiar que atua na sericicultura e colocar em risco o setor privado de horticultura. Esses impactos não estavam apenas relacionados com a segurança hídrica e alimentar, mas também se constituindo parte do aumento dos eventos climáticos extremos, alterações nas respostas fisiológicas das plantas, fitossanidade e produtividade, incluindo perdas econômicas significativas.

A adoção das estratégias de adaptação está relacionada com a gravidade dos impactos percebidos, cria meios para que os sistemas agrícolas possam melhorar as condições de produção e geração de renda sob o cenário das mudanças climáticas. No entanto, são particularmente atreladas às características do meio local e às especificidades do tipo de produção, por isso não podem ser consideradas de modo uniforme. Assim, a adaptação climática representa a transformação em escalas diferentes em um sistema agrícola para aumentar continuamente a resiliência e apoiar mecanismos de continuidade, desde famílias agrícolas até empresas internacionais.

No que diz respeito à adaptação climática, ela consiste numa diversidade de esforços, principalmente relacionados com as medidas operacionais, que podem variar desde alterações simples na abordagem das operações agrícolas, tais como utilizar métodos de conservação da água. Por sua vez, as práticas de resiliência estavam mais condicionadas aos fatores humanos, envolvendo não apenas a utilização de novos modelos, sobretudo o conhecimento humano. As múltiplas

práticas de adaptação e de resiliência climática identificadas nesta tese podem ser mais bem compreendidas a partir de uma perspectiva multidimensional. Por isso, um resumo dos componentes de adaptação e resiliência é apresentado a seguir.

Figura 1 – Resumo dos componentes de adaptação e resiliência climática nos sistemas agrícolas de sericicultura no Brasil e de horticultura nos Estados Unidos.

Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Os sistemas produtivos especializados e sua relação com a terra, pela agricultura estão sendo afetados pelos choques climáticos. Tendo em conta os impactos na construção de uma vida melhor para as famílias envolvidas e limitação das potencialidades do desenvolvimento local, é urgentemente e necessária a intensificação de políticas para a agricultura sustentável para delinear tendências que combinem adaptação, mitigação e produtividade nas regiões agrícolas produtoras.

Tendo em vista que nos diferentes sistemas agrícolas pesquisados existem diferentes modos de existência, formas de organização e vivências no cotidiano dos envolvidos, são necessários empenhos para o fortalecimento do enfrentamento pedagógico da crise climática, tendo a educação ambiental crítica como um possível caminho para a compreensão crítica da totalidade em que estão inseridas as barreiras para a promoção do desenvolvimento rural sustentável. Isso exige não apenas satisfazer as necessidades locais de melhoria das condições de vida e produção agrícola, mas especialmente valorizar seus conhecimentos para permitir uma adaptação eficaz para a sustentabilidade, ampliando através da pesquisa a capacidade técnica e o leque de possibilidades, reforçando a sua resiliência.

Embora as estratégias de adaptação sejam viáveis para os sistemas de produção, as evidências mostram que é necessário desenvolver uma estrutura focada nos agricultores e profissionais que atuam na área, para explorar necessidades e

oportunidades, tendo em conta a integração de políticas, estratégias ambientais e programas para alcançar ações climáticas robustas em larga escala. Isso permitiria um trabalho aprofundado em contextos específicos de adaptação, o que abre caminho para o fortalecimento de redes de pesquisa em colaboração com instituições e esfera pública local, nacional e internacional, com enfoque na ampliação e desenvolvimento de soluções climaticamente inteligentes multidimensionais, alinhadas com construção de uma base sustentavelmente resiliente para o presente e futuro da agricultura, que continua longe de estar completa.

Finalmente, esta tese defende que as sinergias entre as estratégias de adaptação às mudanças climáticas assumidas nos sistemas de produção especializada envolvem **ações potencialmente úteis para alcançar objetivos de continuidade e manutenção do sistema agrícola. E elas buscam a geração de renda mediante eventos climáticos extremos, a gestão dinâmica das oportunidades em diferentes áreas** como na gestão da água ou uso de controle biológico, por exemplo, reduzindo os impactos no setor e fortalecendo os múltiplos caminhos para progredir rumo à resiliência climática.

Entretanto, são necessárias políticas, ações educacionais e incentivos concretos para romper barreiras que limitam as escolhas de adaptação eficientes, o que exige planos de adaptação diferentes para cada país, sobretudo, estratégias setoriais de continuidade dessas atividades. Iniciativas de apoio aos sistemas especializados de produção em relação à adaptação climática ao nível das operações agrícolas carecem de ser implementadas urgentemente. Através desta pesquisa aprofundada descrevemos algumas sugestões que podem ser incorporadas por decisores políticos, organizações governamentais e não-governamentais:

i. Desenvolvimento de projetos e planos de capacitação agrícola destinado aos agricultores, juventude rural e demais partes interessadas para aumentar o conhecimento sobre mudanças climáticas, tendo em vista a coprodução, compartilhamento de informações exitosas entre os pares e proposição de boas práticas para a gestão de emissões de GEE e adaptação climática.

ii. Criar programas e planos governamentais locais amparados pelo Ministério da Agricultura e outros departamentos equivalentes para a difusão e adoção de tecnologias inteligentes em termos climáticos, considerando as especificidades das atividades produtivas e a garantia da gestão de continuidade das atividades.

iii. Apoio financeiro para permitir que os agricultores e empresas do setor agrícola possam incorporar tecnologias para a mitigação e adaptação climática sustentáveis, fazendo a transição para sistemas orientados à resiliência.

iv. Fornecimento de informações e previsões climático-meteorológicas para aumentar a sensibilização dos produtores agrícolas em relação à ocorrência de eventos climáticos extremos.

v. Melhorar a interação entre governos locais, associações, empresas do setor agrícola e comunidades rurais, especialmente agricultores familiares, visando uma rede de comunicação forte para verificar a viabilidade das intervenções políticas planejadas e o preenchimento de outras lacunas do desenvolvimento local.

vi. Estimular organizações e associações locais de produtores agrícolas para permitir a identificação de riscos peculiares enfrentados nos sistemas de produção e a adaptação contextualizada, fortalecendo a escuta de grupos minoritários no alcance de benefícios integrados de adaptação e sustentabilidade.

vii. Introduzir incentivos para a diversificação produtiva, especialmente para grupos de agricultores que atuam em sistemas especializados, colaborando com o desenvolvimento local, mas também reduzindo possíveis perdas futuras através do planejamento e da preparação para potenciais riscos climáticos.

viii. Promover melhorias na infraestrutura, como estradas rurais, acesso ao crédito rural e seguro agrícola, de forma a estimular os sistemas que já adotaram adaptações climáticas bem-sucedidas a ampliarem seu campo de ação.

ix. Impulsionar ações de educação ambiental crítica para as mudanças climáticas em suas diferentes tipologias, no intuito de fomentar ações de intervenção em parceria com políticas públicas de adaptação climática, proteção e defesa civil ou equivalentes, com enfoque nas famílias agrícolas e empresas do ramo.

x. Incentivar a inovação tecnológica, pesquisa e disseminação do conhecimento desenvolvido pelas universidades e parcerias com o setor privado, para fomentar o desenvolvimento de soluções com enfoque nos contextos municipais para a adaptação climática e publicar os resultados tanto nos periódicos nacionais e internacionais, mas também, de forma simplificada, programas e projetos da extensão universitária para alcançar o maior número possível de interessados e fomentar as práticas nas comunidades locais.

REFERÊNCIAS GERAIS

FEMA. Federal Emergency Management Agency. **Disasters & Assistance:** declared disasters. 2023. Disponível em: https://www.fema.gov/locations/ohio. Acesso em: 01 nov. 2023.

Instituto das Águas do Paraná. **Sistema de informações hidrológicas.** 2022. Disponível em: http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/. Acesso em: 29 dez. 2022.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023:** Synthesis Report. Cambridge: Cambridge University Press, 2023.

MARTINS, R. D. A. Mudança ambiental e globalização: duplas exposições. **Ambiente & Sociedade**, v. 8, n. 1, p. 207–211, 2010.

NOAA. National Oceanic and Atmospheric Administration. **National Weather Service: SPC Severe Weather Events Archive**. 2023. Disponível em: https://www.spc.noaa.gov/exper/archive/events/ Acesso em: 05 nov. 2023.

ROBINSON, M. **Justiça climática:** Esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021.

Sandusky Register. **Rain ravages region.** 2023. Disponível em: https://sanduskyregister.com/news/476650/rain-ravages-region/ Acesso em: 11 nov. 2023.

SANTOS, C. V.; OLIVEIRA, A. F.; FERREIRA FILHO, B. S. Potential impacts of climate change on agriculture and the economy in different regions of Brazil. **Journal of Rural Economics and Sociology**, v. 60, n. 1, p. 1–24, 2022.

SISSA. Sistema de Informácion sobre Sequías para el Sur de Sudamérica. **Estado actual de la sequía.** 2024. Disponível em: https://sissa.crc-sas.org/monitoreo/estado-actual-de-la-sequia/. Acesso em: 02 jan. 2024.

USDA. United States Department of Agriculture. **Extrem Weather**. 2024. Disponível em: https://www.climatehubs.usda.gov/content/extreme-weather. Acesso em: 07 jan. 2024.

APÊNDICE A - Roteiro de entrevista semiestruturada aplicado aos sericicultores

1. Localização da propriedade:

( ) Erval Bonito	( ) Alto Cascudo	( ) Vila União	( ) Alto Pinhalito
( ) Alto Piquiri	( ) Canhadão	( ) Colônia Sto. Antônio	( ) Barreiro
( ) Ervalzinho	( ) Rio das Antas	( ) Barra do Rio Erval	( ) Serraria Tonet
( ) Pinhalzinho	( ) Pinhalito	( ) Jaboticabal	

2. Sexo do entrevistado:

( ) Masculino	( ) Feminino

3. Faixa etária do pesquisado:

( ) 18 a 29 anos	( ) 40 a 49 anos	( ) 60 a 69 anos
( ) 30 a 39 anos	( ) 50 a 59 anos	( ) acima de 70 anos

4. Faixa etária da família:

Classificação	Nº de pessoas	Classificação	Nº de pessoas
Crianças (menos de 15 anos)	( )	Adultos (30 a 59 anos)	( )
Jovem (15 e 29 anos)	( )	Idosos (60 anos ou mais)	( )

5. Grau de instrução dos residentes na propriedade:
(R – Responsável, C – Cônjuge, F – Filho(a), N – Nora, G – Genro, A – Avós)

Nº	Instrução	Parentesco
( )	Não alfabetizado	( )
( )	Idade não escolar	( )
( )	Ensino fundamental I (primário: 1º a 5º ano) completo	( )
( )	Ensino fundamental I (primário: 1º a 5º ano) cursando (criança)	( )
( )	Ensino fundamental I (primário: 1º a 5º ano) incompleto	( )
( )	Ensino fundamental II (Ginásio: 6º a 9º ano) completo	( )
( )	Ensino fundamental II (Ginásio: 6º a 9º ano) cursando (adolescente)	( )
( )	Ensino fundamental II (Ginásio: 6º a 9º ano) incompleto	( )
( )	Ensino médio – completo	( )
( )	Ensino médio – cursando	( )
( )	Ensino médio – incompleto	( )
( )	Ensino superior – completo	( )
( )	Ensino superior – cursando	( )
( )	Ensino superior – incompleto	( )
( )	Outro:	( )

6. Tamanho total da área em hectares:

( ) até 5 há	( ) 11 a 20 há	( ) 31 a 40 há	( ) 51 a 60 há	( ) 71 a 80 há
( ) 6 a 10 há	( ) 21 a 30 há	( ) 41 a 50 há	( ) 61 a 70 há	

7. Como você compreende sua atividade agrícola?

( ) Agronegócio	( ) Agricultura familiar	( ) não sei definir

8. Como você denomina sua forma de produção:

( ) Convencional	( ) Em transição	( ) Orgânica

9. O que significa para você a condição de agricultor(a) familiar?

10. Em relação a área, ela é:

( ) Própria	( ) Arrendada. Quanto em hectares:

11. Têm acesso ao crédito rural?

( ) Ocasionalmente	( ) Não tenho acesso, mas já busquei recursos	( ) Frequentemente
( ) Sim, mas não utilizo	( ) Não tenho acesso, nunca precisei	( ) Não sei dizer

12. Atualmente faz parte de alguma associação e/ou cooperativa?

( ) não	( ) sim. Qual:

13. Área destinada para as atividades de sericicultura:

( ) -5%	( ) 6 a 10%	( ) 11 a 25%	( ) 26 a 35%	( ) 36 a 50%	( ) +50%

14. Há quanto tempo vive no município de Diamante do Sul?

( ) menos de 1 ano	( ) de 5 a 10 anos	( ) de 16 a 20 anos
( ) de 1 a 4 anos	( ) de 11 a 15 anos	( ) mais de 20 anos. Anos:

15. Há quanto tempo trabalha no estabelecimento atual?

( ) menos de 1 ano	( ) de 5 a 10 anos	( ) de 16 a 20 anos
( ) de 1 a 4 anos	( ) de 11 a 15 anos	( ) mais de 20 anos. Anos:

16. Tempo de experiência com a atividade de sericicultura:

( ) menos de 1 ano	( ) de 11 a 15 anos
( ) de 1 a 4 anos	( ) de 16 a 20 anos
( ) de 5 a 10 anos	( ) mais de 20 anos. Anos:

17. Quantas pessoas trabalham na atividade de sericicultura?

Nº de pessoas	Sexo
( )	( ) Masculino
( )	( ) Feminino

18. Sobre a mão de obra, quantas pessoas são da família e quantas contratadas?

Nº de pessoas	Tipo de mão de obra
( )	Familiar
( )	Contratada

19. Produção agrícola e pecuária para o autoconsumo familiar:

( ) Galináceos	( ) Bovinos	( ) Batatas	( ) Feijão
( ) Peixes	( ) Hortaliças	( ) Fruticultura	( ) Mandioca
( ) Suínos	( ) Milho	( ) Cana-de-açúcar	Outro. Qual:

20. Produção agropecuária para comercialização além da sericicultura:

( ) Milho	( ) Hortaliças	( ) Produção de leite	( ) Trigo
( ) Feijão	( ) Fruticultura	( ) Piscicultura	( ) Cana-de-açúcar
( ) Soja	( ) Suinocultura	( ) Aviário	( ) Meliponicultura
( ) Outro. Qual:			

21. Canais de comercialização de sua produção:

( ) Cooperativa	( ) Estabelecimentos locais	( ) Domiciliar (porta a porta)
( ) PAA/PNAE	( ) Feiras	( ) Outro. Qual:

22. Existem nascentes na propriedade?

( ) não	( ) sim. São protegidas ou estão degradadas? Relato:

23. Em sua propriedade existem rios ou córregos?

( ) não	( ) sim. Em qual situação está a mata ciliar: ( ) baixa degradação ( ) média degradação ( ) alta degradação (desmatada)

24. Recebe assistência técnica?

( ) não	( ) sim. De quem: ( ) Bratac ( ) Prefeitura ( ) Emater ( ) Outro. Qual:

25. Você tem algum tipo de registro de informações agrícolas e de manejo?

( ) Não	( ) Sim. Qual?

26. A água utilizada nas atividades domésticas é proveniente:

( ) Rede geral ( ) Poço ou nascente ( ) Outro. Qual:	( ) Água da chuva armazenada ( ) Rio, açude ou lago

27. A água utilizada nas atividades agrícolas é proveniente:

( ) Rede geral ( ) Poço ou nascente ( ) Outro. Qual:	( ) Água da chuva armazenada ( ) Rio, açude ou lago

28. Como você avalia a qualidade da água para consumo humano? Faz algum tratamento?

( ) Ótima	( ) Boa	( ) Regular	( ) Ruim	( ) Péssima

29. Sobre a disponibilidade de água para as atividades agrícolas:

( ) Nunca falta	( ) Faltas ocasionais	( ) Falta é suprida com outra fonte da propriedade
( ) Sempre falta	( ) Falta durante secas prolongadas	( ) Falta é suprida com outra fonte de propriedades vizinhas

30. O que lhe motivou a trabalhar com a sericicultura?

31. Poderia me contar sobre as dificuldades e vantagens na sericicultura?

32. A atividade da sericicultura representa quanto de sua renda?

( ) 100 a 70%	( ) 69 a 50%	( ) 49 a 25%	( ) 24 a 1%

33. Além da sericicultura a família possui outra fonte de renda não-agrícola?

( ) Não	( ) Sim. Qual? (diarista, aposentadoria etc.)

34. Como você descreveria a permanência dos filhos na propriedade rural?

35. Como os jovens participam nas atividades agrícolas?

( ) Ativamente	( ) Mediamente	( ) Passivamente

36. Nível mensal de renda líquida da família? (Considerar todos os membros que moram com você):

( ) Até 1 salário mínimo (até 1.212,00)
( ) De 1 a 3 salários mínimos (de 1.212,01 a 3.636,00)
( ) De 3 a 6 salários mínimos (de 3.636,01 a 7.272,00)
( ) De 6 a 9 salários mínimos (de 7.272,01 a 10.908,00)
( ) De 9 a 12 salários mínimos (de 10.908,01 a 14.544,00)
( ) Acima de 12 salários mínimos (mais de 14.544,01)

37. Você já ouviu falar em crise hídrica ou seca no município?

( ) sim	( ) não

38. Se sim, onde obteve as informações?

( ) Televisão e/ou rádio ( ) assistência técnica rural da empresa integrada	( ) Pela internet ( ) Outros. Qual:

39. Em sua opinião, qual a origem da crise hídrica?

40. Como você tem percebido a seca e os impactos em suas atividades produtivas?

41. Poderia falar sobre as perdas na renda agrícola por causa da seca?

42. A seca (2020-2021) gerou grandes perdas no sistema de produção agrícola?

( ) sim. Explique	( ) não

43. Em relação ao futuro dos eventos de seca na região, você acredita que eles impactarão seu sistema de produção com mais intensidade?

( ) sim. Explique	( ) não

44. Poderia falar sobre o uso da água nas atividades de sericicultura e em outras atividades agrícolas?

45. Em condições de seca você adotou alguma dessas ações?

( ) Plantio ou replantio de espécies mais resistentes ( ) Irrigação ( ) Outras ações. Explique	( ) Mudança na lavagem das instalações, materiais e equipamentos ( ) Pulverização de água no barracão de bicho-da-seda para controle de umidade

46. Você participou de curso, treinamento ou capacitação sobre mudanças climáticas ou seca?

( ) sim	( ) não

47. Quais os impactos que sua família experimentou com maior frequência devido à seca? (assinale 1 para frequentemente, 2 ocasionalmente e 3 para raramente)

( ) Falta de água/racionamento para consumo humano
( ) Perdas na atividade de sericicultura
( ) Escassez de alimentos: legumes, verduras, frutas etc.
( ) Outros aspectos. Quais:

48. A seca tem aumentado a ocorrência de doenças, pragas e/ou plantas daninhas?

49. Atribua uma classificação para as mudanças percebidas nos últimos anos (2020-2021). (assinale 1 para aumentou, 2 para diminuiu e 3 sem alterações)

( ) Chuvas	( ) Seca	( ) Temperaturas

50. Você já recebeu alguma orientação sobre os cuidados necessários com os recursos hídricos?

( ) não	( ) Sim. Quais? De quem?

51. Com quem você troca informações ou conhecimentos agrícolas em períodos como a seca?

52. De que forma você acredita que a administração municipal adota alguma atitude para diminuir os problemas da população rural em períodos de seca?

53. Você conhece alguma entidade/instituição que tem feito algum trabalho no município para enfrentar essa problemática?

( ) sim. Qual?	( ) não

54. Você adotou alguma dessas práticas na propriedade para contornar a seca?

( ) cisterna de consumo ( ) reservatório de múltiplo uso ( ) outras. Quais? Explique.	( ) recuperação de áreas degradadas ( ) mini cisterna	( ) reuso da água ( ) outra forma de coleta de água

55. Alguém da família precisou migrar (temporária ou permanentemente) do meio rural ou procurar outras formas de obtenção de renda no período de seca?

( ) sim. Explique.	( ) não

56. Explique quais os tipos de medidas ou modificações agrícolas (exemplo: mudança na data de plantio) tem adotado diante da seca (2020-2021)?

57. Como você acha que o acesso ao crédito rural pode influenciar nas medidas de adaptação?

58. Quais os principais desafios em relação à falta de água em sua comunidade?

59. Você lembra de algum outro evento extremo (granizo, enchente, seca etc.) que causou impactos em sua propriedade ou comunidade? E o ano de ocorrência?

60. Há alguma questão sobre o tema que você considera importante e que não foi perguntado?

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista semiestruturada aplicado à esfera pública

Informações gerais da instituição pesquisada
Órgão/setor de atuação:
Formação:
Cargo:
Tempo de atuação:

1. O que você entende por mudanças climáticas?

2. De que forma você tem percebido os impactos das mudanças climáticas (granizo, secas, inundações) à agricultura familiar no município?

3. De que modo a mudança climática é um problema a ser enfrentado no município?

4. Em sua opinião, quais entidades exercem papel na formulação de políticas sobre o uso da água e estratégias a serem empregadas na gestão deste recurso?

3. Os períodos prologados de seca têm sido considerados um tema prioritário no contexto das mudanças climáticas ou ainda é percebido como um evento novo? Por quê?

4. Quais ações e estratégias foram adotadas pelo poder público para auxiliar no enfrentamento de eventos climáticos extremos?

5. Durante sua trajetória profissional no município quais foram as ações de destaque por parte do poder público para a agricultura familiar?

6. Que tipos de projetos ou programas existem no município para incentivo à agricultura familiar?

7. Quanto à seca (2020-2021) vivenciada no estado do Paraná quais são, na sua visão, os fatores que contribuíram para a sua ocorrência?

8. Com base em sua opinião e experiência, quais as principais estratégias para um enfrentamento bem-sucedido de quadros de seca?

9. Na sua opinião que tipos de ações do poder público poderiam apoiar os agricultores frente a eventos climáticos extremos? Elas já foram implementadas? Se não, por quê?

10. Nos últimos três anos algum tipo de curso, treinamento ou consultoria foi oferecida aos agricultores no intuito de melhorar a gestão da água ou informar sobre as secas e outros eventos climáticos correlatos?

11. Em relação à busca de soluções para os períodos de seca o que poderia ter sido feito e não foi? Quem é o responsável pela busca de estratégias?

12. Você poderia comentar sobre os principais problemas que a agricultura no município enfrenta no contexto dos eventos climáticos extremos?

13. Você acredita que a capacidade técnica ofertada aos agricultores do município são suficientes? Explique.

14. Atribua uma classificação para as mudanças percebidas nos últimos anos (2020-2021). (assinale 1 para aumentou, 2 para diminuiu e 3 sem alterações)

( ) Chuvas	( ) Seca	( ) Temperaturas

15. Atribua uma classificação para os subsídios que o governo municipal tem oferecido em épocas de seca:

	Nunca	Raramente	As vezes	Frequentemente	Sempre
Alertas de seca, estiagem ou escassez de água					
Disponibilização de água por caminhão-pipa					
Construção de cisternas					
Perfuração de poços artesianos					
Campanhas educativas de combate ao desperdício e uso racional de água					
Outra:					

16. Atribua uma classificação sobre as ações compreendidas como prioridade em políticas públicas no município:

	Sem importância	Pouco importante	Razoávelmente importante	Importante	Muito
Ações e campanhas de Educação Ambiental					
Incentivo ao plantio de árvores ou plantas nativas					
Preservação de mata ciliar					
Preservação de mananciais e recursos hídricos					
Fontes renováveis de energia					
Outro:					

17. Fale um pouco sobre sua opinião em relação ao compromisso para prevenção ou mitigação de problemas associados aos eventos extremos climáticos (granizo, secas e outros), considerando a responsabilidade do governo federal, estadual, municipal, universidades, setor privado, comunidades ou pessoal:

18. Considerando o contexto recente da seca no meio rural, quais serão as estratégias e ações futuras para esse público-alvo?

19. Há algum tipo de plano de ação de prevenção ou resposta à seca voltado aos agricultores em relação às mudanças climáticas? Se sim, fale mais dele.

20. Há alguma questão sobre o tema que você considera importante e que não foi perguntado?

APÊNDICE C - Roteiro de questionário aplicado aos profissionais da horticultura

01. Your age / su edad:

( ) 18 to 29 years old / 18 a 29 años	( ) 40 to 49 years old / 40 a 49 años	( ) 60 to 69 years old / 60 a 69 años
( ) 30 to 39 years old / 30 a 39 años	( ) 50 to 59 years old / 50 a 59 años	( ) more than 70 years old / más de 70 años

02. Biological sex / sexo biológico:

( ) Male / Masculino	( ) Female / Femenino

03. Education level / Nivel de Educación:

( )	Elementary school / Escuela primaria
( )	Middle school / Escuela intermedia
( )	High school graduate / Escuela secundaria
( )	College / Colegio universitario
( )	Associate's degree / Grado asociado
( )	Bachelor's degree / Licenciatura
( )	Advanced degree / Grado avanzado
( )	Other:

04. If you went to college, please describe your interest área (e.g horticulture, agronomy) / Si fuiste a la universidad, describe tu área de interés (por ejemplo, horticultura, agronomía):

05. What is your role in plant production (e.g. supervisor, lead producer, assistant or other) / ¿Cuál es su función en la producción de la planta (por ejemplo, supervisor, productor principal, asistente u otro)?

06. How many years have you been working with plant production? / ¿Cuántos años lleva trabajando con la producción vegetal?

07. What is Climate Change in your opinion? / ¿Qué es el Cambio Climático en tu opinión?

08. In your professional routine what are the most common problems for the growth and production of plants? / ¿En tu rutina profesional cuáles son los problemas más comunes para el crecimiento y producción de las plantas?

09. Explain whether or not you believe that climate change is the source of the cause of problems in agriculture / Explique si cree o no que el cambio climático es la fuente de la causa de los problemas en la agricultura:

10. In your opinion, explain how does Climate Change affect or cause difficulties to produce plants? (e.g. increase in diseases and pests, droughts, floods) / En su opinión, explique ¿cómo afecta o dificulta la producción de plantas el Cambio Climático? (por ejemplo, aumento de enfermedades y plagas, sequías, inundaciones):

11. What actions can be used to address the existing problems in plant production? / ¿Qué acciones se pueden utilizar para abordar los problemas existentes en la producción vegetal?

12. Could you please describe the sustainability actions you have taken in the plant production process? / ¿Podría describir las acciones de sostenibilidad que ha tomado en el proceso de producción de la planta?

13. What do you think should be done to reduce the effect of climate change? / ¿Qué crees que se debería hacer para reducir el efecto del cambio climático?

14. If you would like to add something that was not asked and that you think is relevant to the research, please feel free to do so here / Si desea agregar algo que no se preguntó y que cree que es relevante para la investigación, no dude en hacerlo aquí.

ANEXO A - Comprovante de publicação do primeiro artigo científico

Ambio 2023, 52:1233–1247
https://doi.org/10.1007/s13280-023-01848-x

KUNGL. VETENSKAPS-AKADEMIEN
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

REVIEW

Correlations between climate resilience in family farming and sustainable rural development

Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno, Irene Carniatto

Received: 27 June 2022 / Revised: 9 November 2022 / Accepted: 20 February 2023 / Published online: 13 March 2023

Abstract Given the recognition that climate change predominantly affects the most vulnerable groups, there has been a growing interest in reorientations that can influence family farming's resilience. However, there is still a lack of research relating this subject to sustainable rural development perspectives. We reviewed 23 studies published between 2000 and 2021. These studies were systematically selected according to the pre-established criteria. Even though there is evidence that using adaptation strategies can effectively strengthen climate resilience in rural communities, many limiting factors remain. The convergences for sustainable rural development may include actions with a long-term horizon. These actions include an improvement package for territorial configurations within a local, inclusive, equitable, and participatory perspective. Furthermore, we discuss possible arguments for the results and future directions to explore opportunities in family farming.

Keywords Adaptation strategies · Climate emergency · Rural family system · Sustainability · Territorial development

INTRODUCTION

Studies regarding climate change's influence on agriculture are steadily becoming more robust. Besides representing more than 80% of rural areas, small farms worldwide are characterized by household subsistence, food supply, and local trading activities (Ploeg 2014; UNESCO 2019).

In this context, family farming can neither escape its economic, social, and environmental context, nor reduce its role in local development, including income generation, healthy food supply, or water, soil, and biodiversity preservation, for example (Schneider 2016; Thies et al. 2022). The diverse configurations, not only as a way of life but especially for their agricultural diversification, history, and traditions, are assumed here as polysemic and supporting elements of sustainability (Carniatto 2007). In recent years, these characteristics received focus due to the impacts and conditions faced in light of climate change as more recurrent obstacles.

It is worth noting that despite technological advances, agriculture is highly dependent on natural environmental conditions, including climate (Dhanya et al. 2022; Santos et al. 2022). However, few efforts have explored the negative effects of climatic impacts on rural communities, which makes in-depth knowledge in this area limited (Schneider 2016; Ginbo et al. 2021).

In family farming, climate change is specially more salient in developing countries. However, the influence of climate change has social, economic, technological, and other implications limiting the development opportunities, which causes unprecedented and incalculable damage to agricultural production, increased poverty, territorial conflicts, and hunger in many regions (FAO 2017; Shimada 2022). Given the natural resource degradation and the need to find efficient, sustainable alternatives to adapt to climate change in rural areas, this study focuses on climate resilience and its conjuncture in family farming areas.

In general, climate change constitutes a global conceptual problem and practical complexity. It involves many challenging conditions felt by several ecosystems and human communities, requiring constant reflections regarding the most vulnerable groups (Lampis et al. 2020).

Supplementary Information The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1007/s13280-023-01848-x.

© The Author(s) under exclusive licence to Royal Swedish Academy of Sciences 2023