

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CAMPUS CASCAVEL
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

IRRIGAÇÃO COMO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DO MUNICÍPIO
DE SALTO DO LONTRA – PR

DIANE APARECIDA OSTROSKI

CASCAVEL – PARANÁ
DEZEMBRO DE 2019
DIANE APARECIDA OSTROSKI

**IRRIGAÇÃO COMO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DO MUNICÍPIO
DE SALTO DO LONTRA – PR**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia Agrícola, área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Orientador: Profº Dr. Marcio Antonio Vilas Boas

Co-orientação: Profª Drª. Mariângela Alice Pieruccini

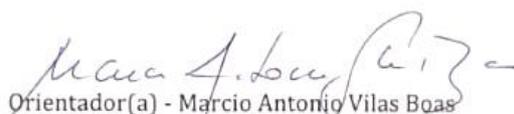
CASCAVEL – PARANÁ

DEZEMBRO DE 2019

DIANE APARECIDA OSTROSKI

Irrigação como fortalecimento da agricultura familiar do município de Salto do Lontra -
PR

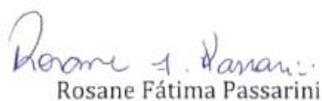
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola em
cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia
Agrícola, área de concentração Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, linha de
pesquisa Recursos Hídricos, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:


Orientador(a) - Marcio Antonio Vilas Boas

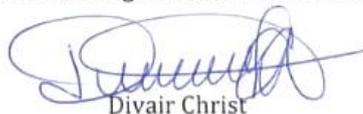
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Madalena Maria Schindwein

Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)


Rosane Fátima Passarini

Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)


Divair Christ

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)


Marcelo Bevilacqua Remor

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)

Cascavel, 06 de dezembro de 2019.

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste¹

Ostroski, Diane Aparecida

IRRIGAÇÃO COMO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DO MUNICÍPIO DE SALT ODO LONTRA - PR / Diane Aparecida Ostroski; orientador (a), Marcio Antonio Vilas Boas; coorientador (a), Mariângela Alice Pieruccini, 2019.

99 f.

Tese (doutorado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2019.

1. Agricultura familiar. 2. Irrigação. 3. Análise multivariada. 4. Variáveis socioeconômicas. I. Vilas Boas, Marcio Antonio. II. Pieruccini, Mariângela Alice. III. Título.

¹ Revisor de Português, inglês e normas: Ana Maria Vasconcelos. Data: 21 de janeiro de 2019.

BIOGRAFIA

Diane Aparecida Ostroski, nascida no dia 02 de outubro de 1976 na cidade de Planalto/ PR, filha de Nicolau e Iloir Ostroski. Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *Campus* de Toledo com ingresso no curso em 1995 e conclusão em 1999. A monografia é intitulada “Análise competitiva do sub-setor de fiação do estado do Paraná”, e recebeu o 5º lugar no X Prêmio Paraná de Economia, sob a orientação do professor Cárilton Vieira dos Santos.

Mestre em Teoria Econômica pela Universidade Estadual de Maringá em dezembro de 2003 e o título da dissertação é “Cluster agroindustrial: fortalecimento e competitividade para a cadeia suinícola do Município de Toledo”, sob a orientação do professor Dr. Natalino Henrique Medeiros.

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, sob orientação do professor Dr. Marcio Antonio Vilas Boas e co-orientação da professora Dr^a Mariangela Alice Pieruccini, *Campus* de Cascavel, na área de concentração em “Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental”.

Foi professora da Faculdade Sul Brasil – Fasul, de 2003 a 2007. Colaboradora da Unioeste *Campus* de Francisco Beltrão de 2004 a 2005 e em Toledo de 2008 a 2009. Professora concursada da Universidade Federal do Paraná – *Campus* de Palotina no ano de 2010, e foi transferida para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR *Campus* de Toledo no ano de 2013 onde atua até o presente momento.

DEDICATÓRIA

A Deus,
Pai de infinito amor. Meu alicerce. Meu TUDO.

Aos meus pais,
Nicolau Ostroski e Iloir Lourdes Ostroski
pelo exemplo de vida, amor e doação, por estarem sempre ao meu lado fortalecendo minha
alma e, por acreditarem em mim quando eu mesma não acreditava.

À tia Leonir (in memorian):
um anjo de Luz. Pelo cuidado, carinho e apoio.

Aos amores de minha vida:
meus filhos, Netto e Nicolas, pelo incentivo com um sorriso, um abraço e uma simples frase:
“mamãe eu te amo muito”.
Ao meu esposo Paulo, pela paciência, amor e carinho. Por compreender a ausência nesses
últimos quatro anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Pai misericordioso, que me ensinou a Confiar em Seus preceitos e não nos meus.

Ao meu orientador, Marcio Antonio Vilas Boas, pessoa de um coração enorme, com quem aprendi além das teorias. Ser humano provido de muita sabedoria, capaz de transformar a vida de quem o cerca. Sou grata pelos quatro anos de orientação e pela oportunidade de ingressar nos estudos desenvolvidos em Salto do Lontra.

Minha co-orientadora, Mariângela Pierucinni: uma pessoa generosa, humana, acolhedora, capaz de fazer transpor as resistências de minhas ideologias enraizadas.

À Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste - pela oportunidade de cursar o Doutorado em Engenharia Agrícola e a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI que proporcionaram inúmeros conhecimentos para minha formação.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR Campus Toledo, por permitir a liberação das minhas funções como professora e poder me dedicar exclusivamente aos estudos.

Aos meus pais. Minha querida mãe Iloir, grande incentivadora e dedicada avó. Meu pai Nicolau, homem de alegria contagiante, sereno e sempre otimista.

Aos meus filhos, Netto e Nicolas, pelo carinho, abraços apertados, sorrisos despojados e muito amor.

Ao meu esposo, Paulo, pelo carinho, força, solicitude, companheirismo e amor.

Às minhas irmãs, Lara e Indianara, pelo apoio, pela ajuda profissional e valiosa amizade.

Aos amigos, pelo incentivo, força e palavras confortantes nos momentos em que achava que não iria conseguir.

À minha amiga Ana Claudia, um anjo que Deus colocou em meu caminho. Pela generosidade e disposição em sempre ajudar.

Aos representantes das organizações de Salto do Lontra, em especial, aos técnicos extensionistas da EMATER: Matheus Ribeiro, Gilmar Dário e Marcelo Vicensi, pelos esclarecimentos e fornecimento dos endereços e nomes dos agricultores familiares irrigantes.

Aos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra que me receberam com muita paciência e respeito.

Aos meus primos, Jocimar e Vandecler Lovatto, por me auxiliarem a desbravar o interior de Salto do Lontra.

Aos membros da banca, pelas valiosas sugestões.

Aos colegas do PGEAGRI, pela amizade e companheirismo

IRRIGAÇÃO COMO FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR DO MUNICÍPIO DE SALTO DO LONTRA/PR

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo contribuir para o entendimento da irrigação como ferramenta relevante para o desenvolvimento rural dos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra, sudoeste paranaense, dando ênfase às questões organizacionais, institucionais, sociais e econômicas impulsionadas por esta tecnologia. Em uma primeira análise, buscou-se identificar a participação dos ambientes institucional e organizacional do município na disseminação e fortalecimento da irrigação. Para tanto, realizaram-se entrevistas com representantes de organizações representativas dessa categoria produtiva bem como com representante do poder público local. Para complementar a investigação, foram aplicados questionários para 35 agricultores familiares irrigantes com perguntas qualitativas e quantitativas. As entrevistas foram trabalhadas de forma discursiva, explanando as ações e dificuldades dos ambientes organizacional e institucional em prol da agricultura familiar irrigante. Os dados do questionário foram trabalhados parcialmente nesta primeira etapa do estudo com a utilização da estatística descritiva dos dados apresentados. Os resultados demonstraram que as políticas públicas, impulsionadas pelas instituições, corroboram para a permanência desse agente econômico e social no campo. Porém, as organizações representativas trabalham de forma individualizada, sem sincronismo quanto às necessidades da categoria. Em caminho oposto às demais organizações estudadas estão as universidades, que se mostraram fortes disseminadoras da tecnologia de irrigação localmente. No segundo momento, a análise identificou o melhor método estatístico que apresentasse um padrão de similaridade entre as variáveis socioeconômicas elencadas, visando explicar o impacto da irrigação na agricultura familiar do município. Utilizou-se a análise multivariada, pelo método de análise de componentes principais e análise de agrupamentos. A ACP promoveu a redução de 23 para oito componentes. A CP1 foi a única que selecionou a maioria das variáveis relevantes, portanto, dificultou o restante da análise. Ao identificar as componentes principais dos casos estudados, a técnica da ACP não se mostrou eficaz, por apresentar perda de informações relevantes ao estudo. Quanto à técnica de Análise de Agrupamento, esta apresentou resultados satisfatórios, ao agrupar as variáveis em quatro grupos com similaridades elevadas entre si. Ao agrupar os casos, foram obtidos três grupos que definiram o perfil do agricultor que irriga em Salto do Lontra. Foram obtidos três perfis: tecnificados, razoavelmente tecnificados e pouco tecnificados. Os tecnificados detêm maior percentual de área irrigada, maior grau de escolaridade, idade entre 45 e 53 anos, maiores investimentos em tecnologia, bem como o aumento na qualidade de vida e satisfação com a utilização da irrigação.

Palavras-chave: Agricultura familiar, irrigação, variáveis sócio-econômicas, análise multivariada.

IRRIGATION AS STRENGTHENING SMALLHOLDER IN SALTO DO LONTRA/PR

ABSTRACT

This trial aimed at contributing to understand irrigation as a relevant tool for the rural development of irrigating familiar famers in Salto do Lontra, southwestern Paraná, and emphasize organizational, institutional, social and economic issues driven by this technology. The first analysis identified the participation of institutional and organizational environments of the municipality in dissemination and strengthening of irrigation. Thus, interviews were carried out with representative people of organizations of this productive category, as well as with some representatives of the local public authorities. So, some quizzes were applied to 35 irrigating small farmers to fulfill this research, with qualitative and quantitative questions. The interviews were made discursively, explaining the actions and difficulties of the organizational and institutional environments which are pro-irrigating family farming. The questionnaire data were partially worked in this first stage of the study using the descriptive statistics of the presented data. The results showed that public policies, driven by the institutions, have corroborated the permanence of this economic and social agent in the farm. However, the representative organizations work individually, without synchronization regarding the category needs. On the other hand, there can be seen the universities that are contrary to the other studied organizations, which seemed to be solid disseminators of irrigation technology locally. Secondly, the analysis identified the best statistical method that could present a similarity pattern among the listed socioeconomic variables, aiming to explain the irrigation impact on familiar farm agriculture of this municipality. Multivariate analysis was used by the main component analysis and cluster analysis method. PCA reduced the number from 23 to 8 components, while CP1 was the only one that selected most of the relevant variables, making the other part of the analysis difficult. When the principal components of the studied cases were identified, the PCA technique was not effective because some relevant information was lost to the study. The Cluster Analysis technique showed satisfactory results, when grouping the variables into four groups with high similarities among themselves. By grouping the cases, three groups were obtained that defined the irrigating farmers' profile in Salto do Lontra. Three profiles were obtained: technified, reasonably technified and poorly technified. The technified ones have the highest percentage of irrigated area, higher education level, age from 45 to 53 years old, higher investments in technology, as well as increased life quality and satisfaction with irrigation application.

Keywords: familiar farming, irrigation, socioeconomic variables, multivariate analysis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
1.1	JUSTIFICATIVA	02
2	OBJETIVOS	03
2.1	OBJETIVO GERAL	03
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	03
2.3	ESTRUTURAÇÃO DA TESE	03
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	04
3.1	A NOVA ECONOMIA INSTITUCIONAL (NEI) COMO SUPORTE PARA A COMPETITIVIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR	04
3.1.1	Aplicações da nova economia institucional no agronegócio	05
3.2	EVOLUÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR: CONCEITOS E ATUALIDADES	06
3.3	APROPRIAÇÃO DA TECNOLOGIA DE IRRIGAÇÃO COMO FERRAMENTA COMPETITIVA PARA A AGRICULTURA FAMILIAR	09
3.3.1	Tipologia dos métodos de irrigação	12
3.3.2	Irrigação num contexto de agricultura familiar: panorama nacional	13
3.3.3	Uso da tecnologia de irrigação no estado do Paraná	15
3.4	ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	17
3.4.1	Percepção da Análise de Componentes Principais (ACP).....	17
3.4.2	Obtenção das componentes principais	21
3.4.3	Análise de Agrupamento	22
3.4.4	Métodos Hierárquicos	22
3.4.5	Métodos Não Hierárquicos	25
3.4.6	Utilização da técnica de ACP e Agrupamentos em um contexto de irrigação na agricultura familiar	26
3.4.7	Estudos de irrigação em um contexto de Salto do Lontra	28
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

4	ARTIGO 1 - PERSPECTIVAS DA ECONOMIA INSTITUCIONAL NO DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR IRRIGANTE DE SALTO DO LONTRA – PR	36
4.1	INTRODUÇÃO	36
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.2.1	Descrição da área de estudo	38
4.2.2	Coleta dos dados	40
4.2.3	Medidas estatísticas	40
4.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4.3.1	A percepção do ambiente institucional pelos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra	41
4.3.2	A agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra sob a ótica do ambiente organizacional	46
4.4	CONCLUSÕES	55
4.6	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	55
5	ARTIGO II - COMPARATIVO DE MÉTODOS DE ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADOS À VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR IRRIGADA DE SALTO DO LONTRA – PR	59
5.1	INTRODUÇÃO	59
5.2	Tipologias da agricultura familiar e o contexto da irrigação	59
5.3	Análise estatística multivariada	62
5.4	Percepção da Análise de Componentes Principais (ACP)	63
5.5	Análise de Agrupamento	63
5.6	MATERIAL E MÉTODOS	65
5.6.1	Área de estudo	65
5.6.2	Análise estatística dos dados	66
5.7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
5.7.1	Análise de Componentes Principais	74
5.7.2	Análise de agrupamentos para a irrigação familiar de Salto do Lontra	78

5.8 CONCLUSÃO	82
5.6 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	82
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
7 ANEXO 1	89
8 ANEXO 2	94
9 ANEXO 3	96

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 ESTRUTURA COMPETITIVA DO AGRONEGÓCIO	05
FIGURA 2 EXEMPLO DE DENDOGRAMA	23

ARTIGO I

FIGURA 1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SALTO DO LONTRA – PR. DATUM WGS-84, COORDENADAS UTM, ZONA 22S.....	39
FIGURA 2 PARTICIPAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES FINANCEIRAS NA DEMANDA DE CRÉDITO PELOS AGRICULTORES FAMILIARES ENTREVISTADOS	42
FIGURA 3 PORCENTAGEM DA RENDA DA PROPRIEDADE DOS AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES DE SALTO DO LONTRA/PR DESTINADA AO PAGAMENTO DE FINANCIAMENTOS.....	43
FIGURA 4 RENDA DAS PROPRIEDADES COM IRRIGAÇÃO EM SALTO DO LONTRA/PR.....	44
FIGURA 5 PARTICIPAÇÃO DOS AGRICULTORES FAMILIARES ENTREVISTADOS DE SALTO DO LONTRA SOBRE AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS ATRELADAS À IRRIGAÇÃO	45
FIGURA 6 DIA DE CAMPO PROMOVIDO PELA EMATER SOBRE IRRIGAÇÃO EM SALTO DO LONTRA EM MAIO DE 2019.....	47
FIGURA 7 NÍVEL EDUCACIONAL DOS AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES DE SALTO DO LONTRA/PR ENTREVISTADOS	48
FIGURA 8 FAIXA ETÁREA DOS AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES ENTREVISTADOS DE SALTO DO LONTRA/PR.....	50
FIGURA 9 NÚMERO DE PESSOAS QUE RESIDEM E TRABALHAM NA PROPRIEDADE	50
FIGURA 10 TOTAL DE ÁREA IRRIGADA PARA O GRUPO DE AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES QUE POSSUI DE 10 A MENOS DE 50 HECTARES	53

FIGURA 11 TOTAL DE ÁREA IRRIGADA PARA O GRUPO DE FAMÍLIAS DE AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES QUE POSSUI DE 5 A MENOS DE 10 HECTARES	54
--	----

ARTIGO II

FIGURA 1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SALTO DO LONTRA – PR. DATUM WGS-84	65
---	----

FIGURA 2 LOCALIZAÇÃO DOS ESTABELECIMENTOS DE AGRICULTURA FAMILIAR DE SALTO DO LONTRA/PR VISITADOS. DATUM WGS-84, COORDENADAS EPSG: 4326	66
---	----

FIGURA 3 NÍVEL EDUCACIONAL DOS AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES DE SALTO DO LONTRA.....	69
---	----

FIGURA 4 NÚMERO DE PESSOAS QUE RESIDEM E TRABALHAM NA PROPRIEDADE	70
---	----

FIGURA 5 PERCENTUAL DE AUMENTO DE ÁREA IRRIGADA PELOS AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES DE SALTO DO LONTRA NOS ÚLTIMOS 10 ANOS	71
---	----

FIGURA 6 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DAS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS ELENCADAS	78
---	----

FIGURA 7 CORTE DO DENDOGRAMA COM AFORMAÇÃO DE 4 AGRUPAMENTOS	78
---	----

FIGURA 8. DENDOGRAMA DOS CASOS DE AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES ENTREVISTADOS DE SALTO DO LONTRA	80
---	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 NÚMERO E ÁREA DOS ESTABELECIMENTOS AGROPECUÁRIOS DO PARANÁ COM USO DE IRRIGAÇÃO	16
--	----

ARTIGO II

TABELA 1 PANORAMA DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL, REGIÃO SUL E ESTADO DO PARANÁ, SEGUNDO OS ÚLTIMOS CENSOS AGROPECUÁRIOS	62
TABELA 2 VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS ELENCADAS NA PESQUISA.....	67
TABELA 3 ESTATÍSTICA DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS QUANTITATIVAS DA AGRICULTURA FAMILIAR IRRIGANTE DE SALTO DO LONTRA	68
TABELA 4 COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DE PEARSON ENTRE AS VARIÁVEIS (V) ANALISADAS	73
TABELA 5 VARIÂNCIA DAS COMPONENTES PRINCIPAIS E SUA PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL SOBRE A VARIÂNCIA TOTAL DOS DADOS DAS VARIÁVEIS OBSERVADAS NO GRUPO DE AGRICULTORES FAMILIARES IRRIGANTES	75
TABELA 6 MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS VARIÁVEIS E OS ESCORES DAS COMPONENTES PRINCIPAIS SELECIONADAS	76

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Análise de Agrupamentos
ACP	Análise de Componentes Principais
AHP	Análise Hierárquica de Processamento
ANA	Agência Nacional de Águas
BB	Banco do Brasil
CRESOL	Cooperativas de Crédito Rural com Interação Solidária
CONTAG	Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of de United Nations</i>
FETRAF	Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar
IBGE	Instituto Brasileiro de geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin
NEI	Nova Economia Institucional
PIB	Produto Interno Bruto
PIA	Programa de Inseminação Artificial
PIN	Programa de Irrigação Noturna
PNAE	Programa Nacional de Apoio à Alimentação Escolar
PRONAF	Programa Nacional de Agricultura Familiar
RUIO	Requerimento de Uso Independente de Outorga de Água
SENAR	Serviço Nacional de Aprendizagem rural
SICREDI	Sistema de Crédito Cooperativo
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
VBP	Valor Bruto da produção

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar constitui-se como um dos pilares da segurança alimentar e nutricional da população brasileira. Além disso, impulsiona economias locais a partir da geração de emprego e renda. Segundo o Censo Agropecuário de 2017, 3.897.408 estabelecimentos rurais são de caráter familiar, 77% dos estabelecimentos brasileiros. Atualmente, a agricultura familiar brasileira é a 8ª produtora de alimentos do mundo com um faturamento anual de U\$ 55,2 bilhões (MDA, 2019).

Esse cenário otimista ocorre pela integração dessa categoria produtiva ao capital, que alia sua sobrevivência à capacidade de aumentar sua participação em um mercado cada vez mais competitivo. A transformação dessa realidade é amparada pela competência destes agricultores familiares e da apropriação de novas tecnologias.

Dentre os recursos tecnológicos disponíveis, a técnica de irrigação pode contribuir de forma relevante para o melhor desempenho da agricultura familiar. Essa tecnologia vem sendo disseminada como alternativa em regiões com escassez hídrica ou com intempéries climáticas visando contribuir para a redução da pobreza no campo, por meio da geração de emprego *in loco* e aumento da renda familiar.

O Paraná é um dos estados que se destaca no crescimento de área irrigada nessa última década, com 47% de expansão, e aumento de 32% no número de estabelecimentos com irrigação, sendo a maioria da agricultura familiar. Porém, as áreas irrigadas ainda são inferiores às grandes extensões rurais (IBGE, 2017). Dentre as regiões que possuem maior número de irrigantes estão as Mesorregiões Metropolitana de Curitiba, Norte Central e Centro Oriental. Contudo, outras regiões começam a explorar a tecnologia de irrigação, como é o caso da região Sudoeste do estado, principalmente, por ser a região mais representativa em termos de estabelecimentos de agricultura familiar.

Estudos e discussões acerca da irrigação na agricultura familiar da região Sudoeste do estado passaram a ter maior relevância a partir do momento em que a Universidade Estadual do Oeste do Paraná acampa projeto em parceria com a Empresa Técnica de Extensão Rural – EMATER do município de Salto do Lontra em 2008. Por intermédio de um projeto maior sob o título: Controle da qualidade da irrigação em unidades rurais de base familiar, visando à conservação de recursos hídricos no município de Salto do Lontra. Foram selecionadas, com base na aptidão para a prática da irrigação, propriedades de agricultura familiar, e distribuídos kits de irrigação por gotejamento. O acompanhamento desse grupo de produtores buscou quantificar diversas variáveis, como: a uniformidade do sistema de irrigação, a carga hidráulica na aplicação de água e fertilizante, a evapotranspiração, a qualidade da água usada para irrigar, o uso e a ocupação do solo.

O estudo dessas variáveis resultou em diversos trabalhos científicos. Em Wrublack (2016), a ênfase ocorreu na “Aplicação Conjunta de Técnicas de Sensoriamento Remoto Orbital e Sistemas de Informações”. Silva (2015) identificou a “Estimativa da

evapotranspiração real por meio de imagens do satélite Landsat 8”. O estudo de Reisdorper (2013) analisou a “Utilização da AHP e controle estatístico do processo na avaliação de módulos de irrigação por gotejamento”. O trabalho de Klein (2013) mostrou o “Controle estatístico de qualidade de irrigação por gotejamento na cultura da uva”. E Tessaro (2012) estudou o “Efeito da carga hidráulica na uniformidade da irrigação e fertirrigação em sistemas de gotejamento” enquanto Wrublack (2012) identificou a “Caracterização do uso e ocupação do solo e qualidade da água com a utilização das técnicas de geoprocessamento”.

Vindo de encontro aos estudos realizados pela Unioeste, este trabalho se propõe a dar continuidade ao tema “agricultura familiar e irrigação”, porém, sob a ótica social-econômica. Uma abordagem importante cujas finalidades são obter e analisar os resultados conquistados na localidade, com ênfase nos aspectos do desenvolvimento rural que a tecnologia proporcionou aos agricultores irrigantes de Salto do Lontra.

Nesse contexto, este estudo envolverá uma amostra de 35 agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra visando responder a alguns questionamentos:

- a) Quais as ações que impulsionam a irrigação em Salto do Lontra? Como o produtor familiar se apropria dessa tecnologia? Quais são as respostas socioeconômicas da agricultura familiar a partir da adoção dos sistemas de irrigação?

1.1 JUSTIFICATIVA

O fortalecimento da agricultura familiar é uma questão nacional, que envolve a sociedade em suas diferentes esferas. As ponderações anteriores justificam a compreensão e contextualização da agricultura familiar e a adoção de sistemas de irrigação como alternativa para estimular e encorajar a competitividade nessa categoria produtiva.

Observando-se os dados apresentados pelos últimos Censos Agropecuários, é perceptível a ascensão da agricultura irrigada. Porém, é de suma importância a identificação das características dos produtores irrigantes de forma mais concisa, com o intuito de desenvolver políticas de estímulo e fomento que sejam condizentes com a realidade do local. Fazer política descentralizada, para cada grupo de produtores rurais, pode ser uma alternativa na ascensão da irrigação no Brasil onde a capacidade de investimento do produtor, o ambiente organizacional e institucional que os envolvem sejam considerados como elos de passagem e fortalecimento da tecnologia de irrigação.

Outro fator que justifica esta tese está na abordagem socioeconômica desse grupo de produtores e localidade, que é inédita. A técnica utilizada para explorar os dados socioeconômicos constitui um diferencial, pois engloba a análise multivariada em uma perspectiva diferenciada visando identificar variáveis que possuem influência direta na perpetuação da tecnologia localmente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo principal da tese foi analisar, por investigação institucional, social e econômica, a importância da irrigação para o fortalecimento da agricultura familiar irrigante do município de Salto do Lontra.

2.2 Objetivos específicos

Identificar e analisar as ações implementadas pelos ambientes organizacional e institucional em benefício da agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra;

Caracterizar o perfil socioeconômico dos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra com o propósito de avaliar o impacto da tecnologia de irrigação no processo de desenvolvimento dessas propriedades.

2.3 Estruturação da Tese

A tese é composta por dois artigos, além de uma contextualização teórica acerca do tema abordado. Embora com objetivos e metodologias distintas, os artigos tratam da mesma temática, todavia, foram construídos para que possam ser lidos de forma independente.

Dessa forma, o primeiro artigo tem por objetivo identificar e analisar as ações implementadas pelas instituições e organizações representativas de apoio ao agricultor familiar irrigante de Salto do Lontra. Para isso, utilizam-se entrevistas com representantes das organizações e poder público local. Também, empregam-se dados dos questionários aplicados a trinta e cinco agricultores familiares irrigantes do município, que são tabulados e passam por estatística descritiva. Com esse conhecimento, é possível pormenorizar as necessidades e potencialidades desta categoria produtiva em consonância com as regras estabelecidas pelo mercado.

O segundo artigo se propõe a identificar o melhor método estatístico (Análise de Componentes Principais e Análise de Agrupamentos) para explicar a relação entre as variáveis socioeconômicas elencadas nos questionários e o impacto da irrigação na agricultura familiar de Salto do Lontra. Posteriormente, pode-se traçar o perfil desse agricultor irrigante. Assim, parte-se do mesmo conjunto de variáveis de análise, mas com objetivos distintos. Essa abordagem pode mostrar importantes aspectos que não são detectados facilmente pelo pesquisador apenas com a abordagem visual dos dados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 A nova economia institucional (NEI) como suporte para a competitividade da agricultura familiar

A Nova Economia Institucional tem como premissa o estudo das organizações econômicas e sua relação com as instituições formais e informais, que contribuem na redução das incertezas geradas no mercado. Barra e Ladeira (2016) enfatizam que a NEI considera como ambiente institucional formal aquele que rege as transações a partir de regras, leis, normas e políticas formalizadas por agentes públicos. As instituições informais são construídas pelos indivíduos inseridos em uma sociedade, considerando aspectos históricos, culturais, costumes e valores. O ambiente organizacional é composto por organizações inseridas num contexto micro, que dão suporte ao setor analisado, tais como universidades, associações, sindicatos e demais entidades de apoio.

O arcabouço teórico dessa teoria analisa as estruturas de poder e o papel do Estado no processo de formação e fortalecimento de diferentes mercados, reconhecendo a não linearidade dos relacionamentos entre as instituições, organizações e indivíduos. Os propósitos dessa relação podem se alterar através do transcurso do tempo, pelo pertencimento a sociedades distintas bem como por mudanças no próprio espaço onde indivíduos e organizações encontram-se inseridos sob a égide de normas institucionais (CHANG, 2010).

Dessa forma, os estudos calcados na Nova Economia Institucional podem contribuir para o enfrentamento de problemas que permeiam as diferentes atividades econômicas. Essas dificuldades são representadas pelo aumento de custo, baixa qualificação profissional, aumento da carga tributária e redução de crédito e podem interferir diretamente na baixa produtividade e rendimento inferior da atividade desenvolvida. Portanto, a descoberta e solidez das sinergias entre os agentes sociais e econômicos de um setor podem minimizar esses efeitos nocivos à atividade.

Por essa abordagem teórica, os ambientes institucional e organizacional são notadamente importantes no processo de desenvolvimento, na medida em que organizações e instituições fortes e consolidadas auxiliem na promoção de um ambiente favorável às transações. Esse cenário se concretiza com a redução das incertezas impostas pelos diferentes agentes de um mercado, bem como, com a diminuição da falta de informação presente nas negociações intrínsecas aos setores econômicos. Com esse conhecimento, pode-se expressar a possibilidade de analisar as modificações dos ambientes a partir de objetivos, planos e ações dos indivíduos, para enaltecer a real necessidade de cada grupo em consonância com as regras estabelecidas pelo mercado (MARQUES NETO; ROCHA, 2016).

Mènard (2018) enfatiza que as organizações e instituições definem a dinâmica dos setores econômicos. Tais setores englobam desde as cadeias produtivas industriais e agroindustriais, os *agriclusters* até a agricultura. As sinergias entre os agentes, a coesão entre as atividades desenvolvidas *in loco*, as estratégias competitivas e as inter-relações entre os ambientes organizacional e institucional podem operacionalizar a construção de um novo rural que emerge diversificado e interconectado.

3.1.1 Aplicações da nova economia institucional no agronegócio

A partir da década de 1970, a Revolução Verde proporcionou mudanças significativas na economia brasileira, em especial no setor agrícola. O meio rural passa a ser visto como um setor consumidor de tecnologia e gerador de divisas monetárias. As inter-relações estabelecidas entre o setor agrícola e os demais setores da economia fundamentaram seu crescimento, levando ao apogeu do conglomerado denominado agronegócio².

A representatividade do setor agropecuário está envolta pela consolidação e atuação dos agentes que compõem o ambiente institucional, organizacional e sua interligação na formação de cadeias produtivas³. A Figura 1 expressa as distintas esferas de poder inerentes ao processo de produção, distribuição e comercialização dos produtos agroindustriais.



Figura 1: Estrutura competitiva do agronegócio
Fonte: Barra; Ladeira (2016).

A atuação desses diferentes agentes pode alterar sobremaneira a trajetória de participação e eficiência das distintas cadeias produtivas nacionais (BELIK et al, 2007). Isso implica afirmar que em função de haver ambientes fortalecidos com organizações e

² Agronegócio é a soma das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, das operações de produção nas unidades agrícolas, do armazenamento, processamento e comercialização dos produtos agrícolas e itens produzidos a partir deles. E envolve desde a pesquisa científica até a comercialização de alimentos, fibras e energia (ABAG, 2018).

³ Cadeia produtiva é um conjunto de etapas consecutivas pelas quais os diversos insumos passam e vão sendo transformados e transferidos. Esta definição abrange o percurso de um produto final (PROCHNIK; HAGUENAUER, 2002).

instituições dispostas a alavancar o setor que representam, emergem produtores qualificados e especializados.

Nas análises que envolvem o agronegócio, a NEI considera as características próprias deste setor, como a sazonalidade dos produtos ofertados, o período de maturação dos investimentos — podem ocorrer em períodos prolongados que prejudicam a receita dos agentes da cadeia analisada —, os fatores biológicos e a perecibilidade dos produtos. Estas características também contribuem para diferenciar o setor dos demais e levantar sobre ele uma gama de estudos (CAVALCANTE, 2014).

Por fugir do caráter estático do processo de produção, a Nova Economia Institucional tem sido uma ferramenta muito utilizada em estudos que englobam cadeias produtivas agroindustriais. Destaca-se então um propósito de sustentabilidade da agropecuária, fortalecido no novo paradigma de gestão da propriedade/firma priorizando a interligação das instituições com suas regras pré-estabelecidas e as organizações representativas dos agentes socioeconômicos (MÉNARD, 2018). Aqui, as ferramentas organizacionais e institucionais devem apresentar estratégias de complementaridade e confluência com os desígnios da cadeia produtiva analisada visando ao seu fortalecimento.

No entanto, não se pode utilizar o ferramental da NEI nem deixar de lado os conflitos intrínsecos ao setor, especialmente o poder de barganha que um produtor maior tem quando comparado a um produtor menor, conceituado pela Nova Economia Institucional como sendo oportunismo. Também, deve-se considerar o risco que uma atividade pode representar para determinada estrutura produtiva, ocasionada pela falta de informação, que se constitui na racionalidade limitada do agente. Ambos os conceitos de oportunismo e racionalidade limitada dos agentes vão resultar em custos de transação, que orientam o processo de tomada de decisão dos agentes do agronegócio (DENTZ; RAMBO, 2015).

Esses postulados teóricos, contidos nas ideias da Nova Teoria Institucionalista, revelam que ambientes institucionais e organizacionais consolidados, preocupados com as mudanças e necessidades do mercado, podem ser incorporados tanto à agricultura comercial como à agricultura familiar. Assim, os agentes podem ser estimulados a reduzir os custos de transação e criar uma estrutura de governança capaz de acessar novos nichos de consumo. A maior inserção do agricultor familiar nas transações de mercado induz a um processo de transformação social e econômica e estimula novas estratégias para garantir a perpetuação desse grupo no processo de desenvolvimento econômico.

3.2 Evolução da agricultura familiar: conceitos e atualidades

A constituição teórica do conceito de agricultura familiar abrange diversas interpretações e apresenta célere difusão entre cientistas e o meio político. Seu embasamento está calcado principalmente em duas vertentes históricas internacionais. A primeira delas é norte-americana e se concentrou em explicar o apogeu da agricultura

familiar pela colonização de determinadas regiões dos Estados Unidos. Os colonos desbravadores foram transformados no decorrer dos anos, em produtores rurais e, gradualmente, convertidos em *farmers* e inseridos em um contexto de mercado em que a articulação com o meio econômico e social era fundamental. Tal processo designa na contemporaneidade a moderna agricultura, competitiva e tecnificada (FAUTH, 2008).

Outra vertente conceitual vem da Europa, onde parte da população era campesina. As habilidades, formas de interação social entre os colonos e a sinergia na troca do conhecimento adquirido, eram utilizadas como estratégias para beneficiar o local, que se fortalecia especializado. Com a criação da União Europeia em 1992, houve um olhar mais acentuado para este produtor rural familiar, que era incentivado e subsidiado para competir em um mercado internacional e não apenas regional (SCHNEIDER, 2003).

Uma das principais diferenças para caracterizar a agricultura familiar nos Estados Unidos e na União Europeia em relação à estrutura brasileira é que essas regiões consideram a atividade proveniente da agricultura familiar como atividade econômica, seguindo a concepção da economia capitalista. Basta que a gestão da propriedade e a mão de obra utilizada sejam predominantemente familiares para assim serem consideradas (NAVARRO; PEDROSO, 2014).

Ao analisar o surgimento do conceito e problematização da agricultura familiar em nível de Brasil, percebe-se que ambos estão diretamente ligados à construção dos diferentes períodos de crescimento econômico interno e do aporte político que buscou inserção do agricultor familiar nas políticas públicas nacionais. O crescimento da agricultura brasileira coincidiu com a interferência e a consolidação do capital, que adentrou no campo e modificou as relações de trabalho e os meios de produção ali existentes para criar um quadro com diferentes estruturas rurais produtivas (VIEIRA FILHO et al., 2017). Assim ocorre a conformação de uma agricultura capitalista no Brasil, focada no processo de modernização do meio rural, impulsionado pela ascensão de uma indústria que percebe o ápice da retomada de seu crescimento no campo.

Com o período de redemocratização brasileira em 1985, ascendem os aspectos político-sociais que buscaram a legitimidade e a representação desse segmento com seu fortalecimento e maior atuação da Federação dos Trabalhadores na Agricultura Familiar (FETRAF) bem como uma participação mais ativa da Confederação Nacional dos Trabalhadores na Agricultura (CONTAG) que, a partir de meados dos anos 1990, passou a fazer uso do termo agricultor familiar (ALVES; ROCHA, 2010). Esse cenário instituiu sérias e decisivas pressões políticas em defesa dessa agricultura que deveria ter participação estatal em seus mais diversos subgrupos com o propósito de fomentar sua competitividade e inserção mercadológica.

Em 1994, a agricultura familiar recebe atenção especial após um estudo elaborado pela *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) em parceria com o

Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em que são expostas as características e condições do agricultor familiar brasileiro. As perspectivas de fortalecer a agricultura familiar avançam em importância com a criação do Programa Nacional de Agricultura Familiar (PRONAF) em 1995. Nesse período, o conceito de agricultura familiar começa a se concretizar em um contexto em que o proprietário da terra e a mão de obra que nela trabalha emergem como um único sujeito: o próprio produtor rural. De acordo com o PRONAF houve uma delimitação de grupos de produtores sujeitos à inserção na agricultura familiar, obedecendo a três modalidades, conforme segue:

I - agricultura familiar consolidada (com área de terra média de 50 alqueires): constituída por estabelecimentos familiares trabalhando em padrões empresariais, com acesso à tecnologia, qualificação e inseridos num contexto de mercado. Também, com acesso às políticas públicas de juros subsidiados bem como à redução de impostos para aquisição de máquinas e equipamentos. Muitos desses agricultores familiares estavam integrados a uma empresa agroindustrial fazendo parte do agribusiness;

II - agricultura familiar de transição (com área de terra média de oito alqueires): constituída por estabelecimentos familiares com pouco acesso às tecnologias de inovação e sem acesso à maioria das políticas e programas governamentais. Não oferecem características consolidadas de empresa, apesar de apresentarem grande potencial de viabilidade econômica e;

III - agricultura familiar periférica (com área média de terra de dois alqueires): é constituída por estabelecimentos rurais geralmente com baixa infraestrutura, um produtor com baixa ou nenhuma qualificação, que apresenta grande dependência de programas de reforma agrária, de créditos, de pesquisa, de assistência técnica e extensão rural, de agroindustrialização e comercialização, entre outros (BRASIL, 1996).

Vale destacar que a ideia motriz que sustentou a criação do PRONAF em âmbito governamental foi o reconhecimento da capacidade da agricultura familiar em absorver mão-de-obra. Nesse contexto, tem-se determinada crença, por parte do poder público à época, de que estes agricultores poderiam constituir-se em empreendedores rurais, portanto, o programa tem o propósito de viabilizar a infraestrutura, qualificar o produtor e sua família e contribuir para que esses grupos possam se sustentar visando à inserção daqueles no mercado de produtos e insumos (SERAFIM, 2015).

Em 2006, houve maior rigor quanto à delimitação e ao reconhecimento referentes ao conceito de agricultor familiar com a criação da lei da agricultura familiar (Lei n. 11.326 de 2006). Lei esta solidificada em função da crescente ascensão política de representação social destes grupos fortemente presentes na agricultura brasileira moderna, a fim de torná-la definidora de direitos e políticas públicas diversas. Considera-se produtor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural e atende, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- i) não ser detentor de qualquer título nem de área maior do que quatro módulos fiscais⁴;
- ii) utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- iii) ter renda familiar originada sobretudo de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e
- iv) dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Porém, a caracterização de agricultor familiar imposta por esta lei nem sempre é a mais adequada e satisfatória, pois as restrições dessa definição limitam características e variáveis internas e externas de diferentes regiões, perfis de produtores, racionalidade e cultura. Mas é de suma importância frisar que essa categoria de agricultores que permanecem na atividade em meio aos riscos, rentabilidade instável e dificuldades na obtenção de financiamento pode ser considerada “guerreira” em meio a uma atividade cuja estrutura de mercado encontra-se próxima à concorrência perfeita, e seus produtos são homogêneos. Há também um grande número de produtores e os preços são cotados no mercado e obedecem à lei da oferta e demanda (GUANZIROLI; DI SABBATO, 2015).

Ações que estimulem a busca por conhecimento dentro das propriedades rurais familiares são necessárias para que contribuam para uma mudança significativa desse quadro e valorizem o trabalho e o conhecimento dos próprios agricultores familiares. Assim, a aquisição e a apropriação de novas tecnologias podem ser estratégias de fortalecimento capazes de impulsionar a pluriatividade desenvolvida pelos agricultores familiares. Os objetivos são a redução dos custos de produção e a contribuição para um aumento de renda e sustentabilidade das propriedades.

3.3 Apropriação da tecnologia de irrigação como ferramenta competitiva para a agricultura familiar

O conceito de tecnologia tenta se adaptar à rapidez imposta pela sociedade contemporânea. Para Mendes e Melo (2017), tecnologia é uma ferramenta composta por um conjunto integrado de conhecimento. Seu alicerce está na possibilidade de alterar-se diante de uma nova demanda, portanto, seu conhecimento é prático, flexível e aplica-se aos

⁴ O módulo fiscal é uma unidade relativa de área, expressa em hectares, fixada para cada município, instituída pela Lei n. 6.746, de 10 de dezembro de 1979, que leva em conta:

- Tipo de exploração predominante no município;
- A renda obtida com a exploração predominante;
- Outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada;
- Conceito de propriedade familiar.

diferentes setores econômicos. No entanto, a aptidão tecnológica vai além do capital, pois está na capacidade de absorver os avanços e na perpetuação de sua gestão.

Quanto à agricultura familiar, a tecnologia é tida como uma das principais ferramentas contribuintes do processo competitivo. Porém, a adoção de novas técnicas de produção, armazenamento e comercialização esbarra na falta de conhecimento por parte do produtor e nas deficitárias estruturas organizacionais e institucionais comprometidas com a sua implantação (VIEIRA FILHO, 2014).

Esse cenário verifica-se em nível mundial, pois existem aproximadamente 570 milhões de estabelecimentos vinculados à agricultura familiar. Essas propriedades utilizam menos de dois hectares de terra para produzir e respondem por cerca de 12% das terras agrícolas do Planeta. Porém, muitos agricultores familiares esbarram na falta de capitalização de suas propriedades, que os impossibilita de alcançarem a transformação rural, seja da base tecnológica, capital humano, aspectos sociais e também, financeiros (FRANZO, et al. 2012).

No entanto, a percepção de que a tecnologia pode e deve ser um instrumento endógeno de eficiência para a agricultura familiar está atrelada à sua utilização. Esta deve estar de acordo com a realidade de cada propriedade e deve ter como essência um caráter inclusivo, capaz de impulsionar o crescimento dos agricultores familiares em suas diferentes esferas produtivas. Assim, há a relevância da conformação dos ambientes institucional e organizacional em consonância com a realidade local.

A inserção cada vez maior de inovações tecnológicas pode auferir à propriedade um caráter autônomo, onde as estratégias são discutidas internamente e contribuem para que a agricultura familiar permaneça diversificada e heterogênea. Esse processo condiz com as exigências do mercado consumidor e a proposta de agricultura familiar, que é a geração de emprego para os membros da família e a provisão de renda por atividades desenvolvidas na propriedade (NIEDERLI, et al. 2015). Intensifica-se, portanto, a necessidade de se ampliar o caráter profissional dos membros da família com o propósito de prover as atividades da agricultura familiar de forma sustentada para enfatizar a qualificação e o aperfeiçoamento dos familiares.

Nesse sentido, a tecnologia a ser utilizada na agricultura familiar deve ser selecionada, incorporada e precisa ser incessantemente adaptada para responder aos anseios das atividades desenvolvidas *in loco*. Assim, o conhecimento por completo do potencial tecnológico e a inclusão da tecnologia nas rotinas diárias da propriedade auxiliam na aquisição dos benefícios oferecidos por sua utilização. Em seu favor, o agricultor familiar pode utilizar o *knowhow* inerente ao contexto familiar, com o propósito de aumentar a produtividade a partir de novas tecnologias, pois ele possui o domínio de “como fazer”. Assim, a adoção do fator tecnologia atrelada à capacitação pode contribuir para um

aumento da renda com menor risco, maior dinâmica na produção, preservação do meio ambiente e bem estar social (ANDRIOLI, 2009).

Outro fator importante, ao relacionar a transferência de novas tecnologias do mercado para o agricultor familiar, está na sua capacidade empresarial e na gestão da sua propriedade. O agricultor familiar, por vezes, pode estar inserido em uma região favorável para seu crescimento e desenvolvimento, com facilidade de acesso ao mercado e ao crédito. Contudo, as dificuldades para gerenciar sua produção e propriedade levam ao insucesso de projetos mal concebidos e desenvolvidos (NAGRAH *et al* 2016).

Por serem os próprios gestores de seu negócio, qualquer inserção tecnológica deve ser muito bem analisada e aceita por todos os membros da família. São eles que trabalharão com ela e, por conseguinte, o seu trabalho será parte do pagamento da mesma, reduzindo assim os riscos de incorporação e de funcionamento. Em função de seu espaço de terra muitas vezes não proporcionar produção em escala, novas tecnologias podem ser a solução para aumentar a produtividade sem ampliação de espaço. Com isso, é possível melhorar o preço de seus produtos para se diferenciar no mercado.

Dessa forma, a apropriação de uma inovação tecnológica pelo agricultor familiar pode contribuir significativamente para o fortalecimento das atividades desenvolvidas internamente de maneira coerente com seu padrão de produção e capacidade de financiamento. Isso possibilita que o agricultor familiar ofereça um produto com maior qualidade, com custos menores e grande probabilidade de diversificar suas atividades, fazendo com que seu ganho ocorra durante todos os meses do ano (GRAZIANO DA SILVA, 2015).

É necessário que o agricultor familiar conheça suas dificuldades, mas acima de tudo seja capaz de perceber suas potencialidades. As tecnologias devem ser ferramentas que agreguem valor à sua propriedade em conformidade com a capacidade de produção. Portanto, o conhecimento e a utilização de métodos mais eficientes de produção podem ser alternativas para promover um modelo de agricultura familiar mais justa e equitativa.

Nessa direção, encontra-se a tecnologia de irrigação, vista como opção para resistir aos efeitos das mudanças climáticas bem como tornar as atividades da agricultura familiar rentáveis em todos os períodos do ano. Segundo a FAO (2014), cerca de 20% da terra cultivável do mundo é irrigada e a mesma fornece cerca de 40% de todo o alimento mundial, com concentração, principalmente, na agricultura familiar.

O sucesso da tecnologia de irrigação está no método utilizado, que corrobora para maior produção e produtividade em espaços menores. E a partir da sua utilização, é possível viabilizar atividades inseridas em um contexto ecologicamente correto, em que é possível remover o excesso de salinidade dos solos e melhorar as propriedades físicas da terra com a fertirrigação. Assim, pequenas áreas de terra irrigadas podem ser grandes

fornecedoras de alimentos, que contribuem para a estabilidade macroeconômica, segurança alimentar e geração de emprego no campo e na cidade.

3.3.1 Tipologia dos métodos de irrigação

Diversos são os conceitos de irrigação difundidos no meio acadêmico. Para Testezlaf (2017, p.10), a irrigação é definida como “técnicas, formas ou meios utilizados para aplicar água artificialmente às plantas, procurando satisfazer suas necessidades e visando à produção ideal para seu usuário”. Esta tecnologia torna-se imprescindível em regiões com escassez hídrica e intempéries climáticas nos períodos em que a planta necessita de água, como também, em locais em que o reuso da água é relevante.

Vários são os métodos e sistemas de irrigação existentes. Alguns mais sofisticados, com incorporação de alta tecnologia e necessidade de mão de obra qualificada para operar. Outros funcionam com baixa tecnologia, necessitam de pouca mão de obra e têm baixos custos operacionais. A implantação de determinado método de irrigação dependerá do tamanho da propriedade, das culturas desenvolvidas, capacidade de investimento e da existência ou não de mão de obra qualificada localmente.

Podem-se descrever quatro métodos de irrigação mais utilizados: superfície, aspersão, localizada e subsuperfície ou subterrânea. Cada método inclui sistemas de irrigação específicos, como vistos a seguir.

a) Método de irrigação por superfície: considera-se o método mais antigo de irrigação. Aqui, o agricultor deixa a água escoar sobre o solo, de forma que o cubra total ou parcialmente. Assim, a água se movimenta por gravidade durante o período desejado. Os sistemas desse método são os sulcos e a inundação e suas principais vantagens centram-se na simplicidade operacional e na adaptabilidade às diversas culturas. As desvantagens ficam sob a responsabilidade dos custos com nivelamento do terreno, erosão e necessidade de grandes volumes de água (OLIVEIRA, 2014).

b) Método de irrigação por aspersão: método que simula a chuva, onde a água é aspergida sobre a planta e solo na forma de gotas. Apresenta como sistemas o convencional e mecanizado (pivô central e carretel). As principais vantagens centram-se na aplicabilidade para a maioria das culturas e no baixo risco de erosão. Consideram-se como desvantagens o vento, as perdas de água por evaporação e o elevado custo de implantação (TESTEZLAF, 2017).

c) Método de irrigação localizada: tem como objetivo aplicar a água diretamente na raiz da planta, o que contribui para a redução do consumo de água e maior eficiência na irrigação. Os sistemas desse método são compostos pelo gotejamento e microaspersão. As principais vantagens são a diminuição das perdas com evaporação, maior produtividade e adaptabilidade a diferentes solos e à topografia. Quanto às desvantagens, podem-se citar a maior facilidade de entupimento dos emissores, o acúmulo de sais na superfície do solo e a

necessidade de mão de obra especializada para a manutenção do sistema (STONE; SILVA; MOREIRA, 2017).

d) Método de irrigação por subsuperfície ou subterrânea: caracteriza-se pela aplicação de água diretamente ou abaixo do sistema radicular da planta, sem que ocorra o molhamento da superfície. Têm-se como sistemas o gotejamento subterrâneo, a elevação do lençol freático e as mesas de subirrigação. As principais vantagens desse método são a proteção das tubulações à deterioração do sol e a redução das perdas de água. Quanto às desvantagens estão o alto custo inicial e a dificuldade da visualização do sistema (MANTOVANI et al., 2009).

Cada método de irrigação tem uma finalidade específica de aplicação, que poderá influenciar sobremaneira na produtividade da cultura. Porém, não são apenas as condições favoráveis de implantação presentes na propriedade que devem ser consideradas, mas os desafios de mantê-lo funcionando com máxima eficiência. Isso denota a maior participação das instituições e organizações em prol de provimento da assistência necessária ao desenvolvimento da irrigação na agricultura familiar. A conformação de uma estrutura consolidada pode contribuir para o avanço da irrigação e, por conseguinte, para o fortalecimento da agricultura familiar.

3.3.2 Irrigação em um contexto de agricultura familiar: panorama nacional

A irrigação constitui-se na atividade humana que demanda maior volume de água bem como responde por 80% do consumo em nível mundial e supera os 60% no Brasil (ANA, 2016). Com base nos dados do Censo agropecuário, o Brasil apresentou um crescimento na área irrigada na ordem de 1,3 milhão de hectares entre 1995/96 e 2006, um acréscimo de 42% passando de 3,1 para 4,4 milhões de hectares irrigados. Ao serem considerados os dados do Censo de 2017, o número é ainda mais expressivo se comparado com o Censo de 2006. A área irrigada avançou para 6,9 milhões de hectares, ou seja, houve um aumento de 57%. No entanto, mesmo com esse aumento, o Brasil responde por aproximadamente 1% da área irrigada em nível mundial, o que indica que esse número pode ser expandido em função da área e da disponibilidade dos recursos hídricos (BORGUETTI et al., 2017).

O Sudeste destaca-se com 35,6% em relação às regiões com maior área irrigada, o Sul do Brasil com 27,5% e o Nordeste com 22,1%. No que concerne ao sistema de maior utilização nas áreas irrigadas, pode-se ressaltar que 21% são por superfície (inundação). Registrou-se que 21% das áreas são irrigadas por superfície (inundação), cujo sistema é considerado como de maior utilização; seguido do sistema de irrigação com pivô central com 20,7% das áreas irrigadas, enquanto o sistema de irrigação por aspersão convencional registrou um índice de 15,89% de áreas irrigadas, seguido da irrigação localizada por gotejamento com 15,04%. É importante destacar que a utilização de tecnologias de irrigação

com sistemas pressurizados⁵ alcança cerca de 70% do total e proporciona maior eficiência quanto ao uso da água e menor impacto ao solo (IBGE, 2017).

Esse cenário otimista, que o Censo Agropecuário de 2017 apresenta, contribui para que se pense a irrigação como alternativa tecnológica passível de contribuição na redução da pobreza rural e possa alavancar a produtividade das atividades agrícolas e pecuárias. Assim, é possível gerar incremento de renda, acesso ao consumo de produtos industrializados e proporcionar à região maior circulação de bens e serviços. Assim, torna-se crucial analisar-se a relevância da irrigação como alternativa tecnológica para a agricultura familiar, sendo esta a grande fornecedora de alimentos globalmente (FAO, 2019).

Neste ínterim, é importante destacar a necessidade de organização, difusão de informação, promoção da modernização da infraestrutura das propriedades rurais familiares bem como a capacitação do agricultor familiar no que tange à irrigação. Existem vários métodos de irrigação, porém, poucos estão acessíveis aos agricultores familiares, em função de seu preço, da mão de obra necessária para seu funcionamento e do próprio acesso à água nas propriedades rurais. Outros empecilhos são o desconhecimento sobre os benefícios da irrigação por parte dos agricultores familiares, a falta de treinamento e a assistência técnica após sua implantação (MASHNIK, et al. 2017). Isso caracteriza a falta de entrosamento entre os ambientes organizacional e institucional de suporte à agricultura familiar que percebam como a tecnologia de irrigação é necessária.

Essa análise vai de encontro a outro dado relevante apresentado pelo último Censo Agropecuário que demonstra o percentual de área irrigada no Brasil, em que 29,5% estão nas mãos da agricultura familiar, 10% estão sob orientação de projetos públicos e direcionados aos agricultores familiares, em especial àqueles do nordeste brasileiro e 60,5% nas mãos de agricultores de médio a grande porte (IBGE, 2017). Portanto, vale esclarecer e orientar o agricultor familiar quanto ao acesso e às potencialidades das tecnologias de irrigação que sejam condizentes com sua capacidade de espaço, de recursos hídricos. Logo, a situação financeira torna-se de suma importância para que a aquisição da tecnologia de irrigação obtenha resultados socioeconômicos satisfatórios (CUNHA et al., 2013).

Outro aspecto relevante a ser considerado é a capacidade de investimento nessa tecnologia. O Censo agropecuário de 2017 apresenta que 40,8% dos financiamentos efetuados para aquisição da tecnologia de irrigação foram realizados por agricultores familiares da região Sul do Brasil, que possuem 19,5% da área total da agricultura familiar brasileira e participam com 38,7% do Valor bruto da produção (VBP), o maior valor dentre as regiões. No oposto, tem-se a região Nordeste que possui 50,1% dos estabelecimentos

⁵ São todos os sistemas de irrigação que conduzem e distribuem a água de irrigação através de tubulações sob pressão, ou seja, com pressões internas superiores à atmosfera (MANTOVANI, 2009).

familiares e 26% do financiamento total, participando com 24,6% do VBP. Essas diferenças ocorrem em parte pela burocratização atrelada aos financiamentos e desconhecidas por milhares de produtores, por questões estruturais (tamanho da propriedade) e técnicas (inserção e perpetuação de novas tecnologias).

No entanto, existem estudos que apresentam diversos tipos de sistemas de irrigação de baixo custo⁶ destinados ao agricultor familiar com dificuldades de financiar. Porém, se houver acesso subsidiado a tecnologias mais avançadas, que minimizem custos e maximizem os resultados, o agricultor familiar pode responder positivamente aos estímulos e estar apto ao financiamento. Por isso, a parceria do setor público com o setor privado, que culmina na conformação dos ambientes institucional e organizacional, auxilia de forma significativa na implantação e operação de projetos de agricultura irrigada, além de resultar na mudança da base técnica de produção da agricultura familiar. Assim, é possível gerar otimismo e maior confiabilidade entre os agentes econômicos, algo difícil de ocorrer nos últimos anos em função de mudanças abruptas nas políticas de estímulo à irrigação, que geram desconfiança (CUNHA et al., 2013).

Portanto, a transferência da tecnologia de irrigação ao agricultor familiar deve ocorrer sem ignorar sua fragilidade enquanto promotor de uma agricultura sólida, produtiva e competitiva. É necessário criar condições para que as vulnerabilidades inerentes ao setor sejam reduzidas de forma a assegurar o incremento da irrigação. Para tanto, serão necessárias iniciativas para disseminar e fortalecer sua implantação, gerar incentivos econômicos e o desenvolvimento de tecnologias de irrigação apropriadas ao formato da agricultura familiar das distintas regiões.

3.3.3 Uso da tecnologia de irrigação no estado do Paraná

O estado do Paraná é o 2º maior produtor de grãos do Brasil e responde por aproximadamente 22% da produção nacional (SEAB, 2018). Essa representatividade está atrelada ao uso de tecnologias de ponta em todo processo produtivo, visando à redução de riscos e ao aumento das receitas. De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, 84% das propriedades rurais paranaenses pertencem à agricultura familiar e, em muitas cadeias produtivas, ela se destaca por apresentar mais de 50% da produção total do estado.

Mesmo sendo um estado dotado de expressivas precipitações pluviométricas anuais, que variam de 1.100 a 1.920 mm por ano (APARECIDO, et al. 2016), a presença de veranicos nos momentos cruciais para o desenvolvimento da planta vem estimulando o uso dos sistemas de irrigação. Em setembro deste ano, o governo do Paraná lançou o

⁶ Alguns sistemas de baixo custo são: sistema "bubbler", microaspersão artesanal, xique-xique, xique-xique modificado, gotejamento com uso de emissores artesanais ou comerciais de baixo custo, bacias abastecidas por canais elevados revestidos, irrigação por mangueira perfurada, e sistemas de irrigação localizada "garrafas PET" (EMBRAPA, 2012).

Programa Estadual de Irrigação, o Irriga Paraná, que tem por objetivo reduzir custos para a compra de sistemas de irrigação, com isenção de impostos e redução dos juros para financiamento. O uso da tecnologia é incentivado também pelo Programa de Irrigação Noturna (PIN) do governo do estado, implantado em 2004. Esse programa estimula a irrigação das 22h às 6h, sendo o custo da energia elétrica subsidiada, com valores 60% menores para o produtor. Esse programa teve e ainda tem grande adesão, principalmente nas propriedades de agricultura familiar (IBGE, 2017). A dependência das múltiplas atividades desenvolvidas pela agricultura familiar requer maior atenção no que concerne às precipitações pluviométricas, e impulsiona o uso da irrigação.

Ao analisar os dados apresentados nos Censos Agropecuários de 95/96 e 2006 é possível perceber que o Paraná teve um decréscimo de 6,81% no número de estabelecimentos com irrigação, mas um aumento da área irrigada em 124%. De 2006 para 2017, houve um aumento de 32% no número de estabelecimentos com uso da tecnologia e 47% de aumento na área irrigada (Tabela 1).

Tabela 1 Número e áreas dos estabelecimentos agropecuários do Paraná com uso de irrigação

	Censos		
	1995/96	2006	2017
Estabelecimentos	13.518	12.656	16.659
Área (ha)	46.890	105.455	155.782

Fonte: IBGE – Censos Agropecuários de 1995/96, 2006 e 2017.

Os dados fortalecem a ideia de que a tecnologia de irrigação torna-se um importante mecanismo que auxilia a produção no Paraná. Porém, a agricultura familiar apropria-se desta tecnologia como uma alternativa a mais para o aumento de renda. Daí o crescimento da área irrigada no estado, que representa quase 3,82% do total em nível de Brasil (IBGE, 2017).

Outra questão relevante apontada pelo último Censo Agropecuário centra-se no tamanho das propriedades que irrigam, em que 92% não ultrapassam os 100 hectares, caracterizando, portanto, a agricultura familiar como presente no estado do Paraná. Essas propriedades respondem por 78% dos estabelecimentos que detêm irrigação, porém, correspondem a 25% da área total irrigada (IBGE, 2017). Aos grandes empreendimentos rurais é conferida a maior participação e prevalece a alta tecnologia dos sistemas de irrigação empregados na agricultura comercial.

As atividades que se destacam com o uso da irrigação no Paraná obedecem aos critérios referentes ao tamanho da propriedade. Segundo os dados do IBGE (2017), na

agricultura familiar, prevalecem a horticultura, floricultura e fruticultura com destaque para as Mesorregiões Metropolitana de Curitiba e Norte Central, em que é utilizado o método de irrigação por aspersão (s/pivô central). As culturas de cana de açúcar, cereais e soja prevalecem nas grandes áreas, e os maiores produtores são do Norte Central e do Norte Pioneiro com destaque para o método por aspersão. O café irrigado também merece destaque, cultivado na Mesorregião Noroeste, com prevalência para o método de irrigação por superfície. As pastagens têm grande relevância nas Mesorregiões Norte Central e Centro Oriental e, mais recentemente na Mesorregião Sudoeste do Paraná, sendo o método por aspersão o mais utilizado. O cultivo de arroz também tem evidência na Mesorregião Noroeste Paranaense com a utilização do método por inundação.

Esta tese se confirma com o propósito de identificar a relevância da irrigação em termos sociais e econômicos para os agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra e sua configuração quanto à estrutura dos ambientes organizacional e institucional. Para tanto, o uso de métodos estatísticos perfaz uma necessidade. Essas técnicas contribuem para verificar a consistência dos dados visando detectar relacionamentos sistemáticos entre as variáveis e possibilitar a formação de novos subconjuntos de dados com maior facilidade de interpretação.

3.4 Estatística multivariada

A análise multivariada é uma técnica estatística que consiste em um conjunto de métodos aplicados em situações em que diferentes variáveis são medidas concomitantemente em cada elemento amostral (MINGOTI, 2005). Os métodos da estatística multivariada facilitam a interpretação de grandes conjuntos de dados, evidenciam as ligações, semelhanças e diferenças existentes entre as variáveis selecionadas, ao perderem o mínimo de informação (BARROSO; ARTES, 2003).

As técnicas multivariadas podem ser classificadas de duas formas: as que permitem identificar a independência entre as variáveis que caracterizam cada elemento e envolvem a análise simultânea de todas as variáveis do conjunto, tais como a análise fatorial, análise de agrupamento, análise canônica, análise de ordenamento multidimensional e análise de componentes principais; e as que permitem identificar a dependência entre as variáveis do modelo, tais como análise de regressão multivariada, análise de contingência múltipla, análise discriminante e análise de variância multivariada (HAIR JUNIOR et al., 2006).

3.4.1 Percepção da Análise de Componentes Principais (ACP)

A infinidade de dados obtidos e armazenados nas mais diferentes áreas expressa a gama de informações que há, dificultando o conhecimento. O obstáculo na interpretação, na

descoberta do que seja essencial, nas inter-relações entre estes dados, faz com que a análise seja complexa.

Recorre-se a uma das técnicas mais utilizadas da estatística, a análise multivariada, com o intuito de auxiliar no tratamento dos conjuntos de variáveis encontradas. Essa análise permite entender como cada variável explica a ocorrência de determinado fenômeno e contribui para identificar padrões e estrutura entre os dados encontrados (CORRAR et al., 2014). Assim, essa técnica possibilita ampliar as possibilidades de compreensão de determinados grupos, indivíduos e até mesmo certos fenômenos, além de admitir a correlação entre as variáveis.

Dentre as técnicas de análise multivariada, pode-se citar a análise de componentes principais (PCA), tida como uma das mais antigas na abordagem estatística. Foi introduzida por Person (1901) e desenvolvida posteriormente por Hotelling (1933) com a proposta de reduzir a dimensão de um conjunto de variáveis originais em um novo conjunto de variáveis não-correlacionadas entre si, medindo diferentes dimensões dos dados (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2015). O conjunto de variáveis analisado irá gerar uma variável denominada de componente principal.

Essa componente auxilia a compreender e identificar as correlações entre as inúmeras variáveis do conjunto de dados analisados. Assim, a técnica permite eliminar sobreposições para identificar os componentes mais relevantes do banco de dados original obtendo tendências e padrões das variáveis analisadas (SUBASI; GURSOY, 2010).

É possível transformar os dados originais Com a técnica de PCA a partir de suas variâncias. A variável independente com maior variação será colocada como primeiro componente; a segunda variável com maior variação como segunda componente e assim, sucessivamente (JOLLIFE, 2005; KUCHLA, 2015). Cada componente principal tem a maior variância possível, desde que não seja correlacionado com os componentes anteriores. Assim, cria-se um novo conjunto de variáveis não correlacionadas e com uma ordem decrescente de importância (CORRAR et al., 2014).

Supondo um conjunto de dados originais de m variáveis $(x_1, x_2, x_3, x_4, \dots, x_m)$ correlacionadas, para facilitar a interpretação desse banco de dados utiliza-se a técnica de PCA para sumariá-los. Assim, ao obter-se a dimensionalidade dos dados, chega-se a um conjunto de combinações lineares das m variáveis, que irão formar outro conjunto de variáveis $(z_1, z_2, z_3, z_4, \dots, z_m)$ com novos valores para as variáveis medidas, as quais não apresentarão correlação entre si. Serão comparadas pela maior variância (JOHNSON E WICHERN, 2007).

Segundo Johnson e Wichern (2007), é possível mostrar os dados originalmente distribuídos em tabelas, representadas por uma matriz linear de n linhas por m colunas, calculada pela equação 1:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & x_{n3} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

A matriz acima apresenta cada elemento x_{ij} , que é um número conhecido extraído do banco de dados, e representará a observação i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) em termos da variável j ($j = 1, 2, 3, \dots, m$). Após sua apresentação numérica, pode-se apresentar a matriz de forma gráfica e identificar os pontos de maior variância. Os pontos com maior variância estarão proximamente localizados, indicando indivíduos ou grupos com semelhanças entre si. O contrário também é estabelecido, em que indivíduos ou grupos mais distantes apresentam diferenças entre si (KERNKAMP et al., 2016).

No entanto, é de suma importância observar se a matriz de dados pode ser submetida ao processo de análise de componentes principais (MANSANO; PARRÉ; PEREIRA, 2017), que busca identificar, entre as inúmeras variáveis do conjunto de dados original, aquelas que possuem maior relação entre si. Para identificar o número ideal de componentes a serem utilizadas, pode-se utilizar o teste de avaliação de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

O teste de KMO, também conhecido como índice de adequação da amostra, considera que qualquer componente principal cuja variância explicada seja menor que 1 (autovalores < 1) deve ser automaticamente excluído, pois contém menos informação que as variáveis originais (PESTANA; GAGEIRO, 2014).

Assim, as variáveis selecionadas pela PCA, obtidas no conjunto de dados original, irão fornecer as direções de máxima variabilidade e proporcionar uma análise mais simples e eficiente da covariância dos dados. Porém, é relevante frisar que a eficácia da interpretação das componentes principais está diretamente atrelada ao conhecimento que o pesquisador detém sobre sua amostra, podendo perceber *outliers* e informações errôneas.

3.4.2 Obtenção das componentes principais

O primeiro passo para a obtenção das componentes principais centra-se na padronização dos dados originais. Para isso, podem-se utilizar a média aritmética e o desvio padrão das variáveis. A média pode ser calculada como apresentada na equação 2:

$$mX = \frac{\sum xi}{n} \quad (2)$$

em que:

- mX é a média da variável considerada;
- xi é o valor de cada observação da variável considerada e
- n é o número total de observações.

Para o cálculo do desvio padrão, utiliza-se a raiz quadrada de sua variância, a qual é expressa pela soma dos quadrados dos desvios dividida pelo número de observações. Assim, calcula-se o desvio padrão a partir da equação 3:

$$S_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - mX)^2}{n}} \quad (3)$$

em que:

S_x = desvio padrão da variável considerada;

mX = média aritmética da variável considerada;

x_i = valor de cada observação da variável considerada e

n = número total de observações.

Assim, a equação 4 é utilizada para a padronização de cada variável.

$$Z = \frac{x - mX}{S_x} \quad (4)$$

sendo:

Z = valor da variável padronizada;

x = valor da variável a ser padronizada;

S_x = desvio padrão da variável considerada e

mX = média aritmética da variável considerada.

Após os dados serem padronizados, segue-se ao segundo passo para a análise de componentes principais, que é calcular a matriz de correlação, de acordo com a equação 5:

$$R = \frac{Z^T \cdot Z}{n} \quad (5)$$

em que:

R = matriz de correlação;

Z^T = matriz transposta de Z ;

Z = matriz padronizada e

n = número de observações.

Para o terceiro passo da análise de componentes principais, calculam-se os autovalores e os respectivos autovetores da matriz de correlação, com auxílio da matriz identidade I , expressa na equação 6:

$$|R - \lambda I| = 0 \quad (6)$$

Existem exatamente m autovalores positivos: $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_m \geq 0$, os quais equivalem às variâncias das componentes principais. A soma dos autovalores fornece a variância total que corresponde ao número de variáveis consideradas. O primeiro autovalor

corresponde à maior variabilidade máxima; o segundo autovalor à segunda maior variabilidade e assim sucessivamente (MARTINS, 2003).

Para o quarto passo, calculam-se os autovetores pela equação 7:

$$R_u = \lambda_u \quad (7)$$

A solução da equação acima apresenta os m autovetores $U_i = (j = 1, 2, \dots, m)$ não normalizados.

No quinto passo, tem-se a normalização dos autovetores pela equação 8:

$$V_j = \frac{1}{\sqrt{u_j^t u_j}} u_j \quad (8)$$

Os autovetores normalizados podem ser escritos como uma matriz $U_{m \times m}$ de covariância.

Uma vez calculados os autovalores e os autovetores, podem ser calculadas as componentes principais. Uma componente principal consiste na combinação linear apresentada pela equação 9:

$$y = a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + \dots + a_n x_n \quad (9)$$

em que:

- $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ são os coeficientes e
- $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ são as variáveis

A primeira componente principal y_1 deve atender às seguintes condições:

- Os $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ são tais que $a = 1$ ou $a_1^2, a_2^2, a_3^2, \dots, a_n^2 = 1$
- A variância de y_1 é máxima.

Após o cálculo da primeira componente principal seguindo as regras acima citadas, impõem-se as mesmas condições para o cálculo da segunda componente e acrescenta-se mais uma exigência, a de que ela deve ser ortogonal à primeira, e assim sucessivamente para todas as componentes principais $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ que forem inseridas no processo (ALENCAR, 2005).

O software SPSS será usado para a análise dos dados matriciais, em que executa-se a PCA e encontra-se a matriz de correlação e identificam-se os relacionamentos mais fortes entre todos os pares de variáveis. Em seguida, encontra-se a matriz de autovalores. Em posse da matriz de autovalores e das variâncias, chega-se ao número de variáveis que explicarão a variação dos dados originais, ou seja, as componentes principais.

3.4.3 Análise de Agrupamento

A Análise de Agrupamento ou Análise de Cluster é um método que tem por objetivo agrupar variáveis ou indivíduos em grupos homogêneos entre si e heterogêneos entre os demais por apresentarem características similares de acordo com algum critério de classificação (HARDDE; SIMAR, 2003). Assim, a análise baseia-se no cálculo de distância, que atua como índice de similaridade ou dissimilaridade entre as variáveis ou objetos a serem analisados com base em características distintas.

A medida de similaridade mostra que quanto maior o valor da distância observada, mais semelhantes serão os indivíduos ou objetos e para a dissimilaridade quanto maior o valor, mais distintos esses serão (FREITAS; POERSCHKE, 2008).

Para Cruz e Carneiro (2006), dentre as medidas de dissimilaridade mais utilizadas na literatura estão a distância Euclidiana e a distância de Mahalonobis, porém, a distância Euclidiana é a mais difundida para a Análise de Agrupamentos, por isso, será utilizada neste estudo. A distância Euclidiana é representada pela equação 10:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (y_{ik} - y_{jk})^2} \quad (10)$$

em que:

d_{ij} = é a distância do elemento i ao j , com $i, j = 1, 2, \dots, n$

y_{ik} e y_{jk} são os valores observados da variável $k, k = 1, 2, \dots, n$, para os indivíduos i e j .

Forma-se uma matriz de distâncias entre as variáveis $D_{(n \times n)}$ com base nas distâncias observadas. Como correspondem a uma medida de dissimilaridade, quanto menores os valores destas distâncias, mais semelhantes serão as variáveis que estão sendo comparadas (MINGOTI, 2005). Porém, para utilizar a distância Euclidiana, é necessária a padronização das variáveis antes de efetuar seu cálculo, pois geralmente são somadas grandezas não comparáveis como centímetros, quilos, anos e valores monetários.

A distância Euclidiana será utilizada para a análise dos dados deste trabalho científico como medida de similaridade.

No âmbito desse contexto, é importante identificar o método mais adequado para a análise dos dados. Pfeiffer (1980) estabelece dois grupos de métodos para a combinação dos agrupamentos, classificados, frequentemente, em hierárquicos (aglomerativos e divisivos) e não hierárquicos.

3.4.4 Métodos Hierárquicos

O método hierárquico é muito utilizado em análises exploratórias dos dados para identificar possíveis agrupamentos e o valor provável do número de grupos, sendo constituído sobre níveis distintos de distância. Este método constitui duas técnicas: as

aglomerativas e as divisivas. As técnicas aglomerativas partem do princípio de que cada elemento é um grupo isolado. Em cada passo do algoritmo, os elementos vão sendo agrupados até formarem um único grupo. Na técnica divisiva, todos os elementos pertencem inicialmente a um único grupo que vai sendo dividido, até que cada elemento forme um grupo individualmente (JOHNSON; WICHERN, 2007).

A formação dos grupos no método hierárquico pode ser representada por um diagrama bi-dimensional, chamado de dendograma ou árvore de decisão. A Figura 2 apresenta um exemplo de dendograma, em que cada ramo representa uma variável, enquanto a raiz representa o agrupamento de todas as variáveis elencadas no estudo.

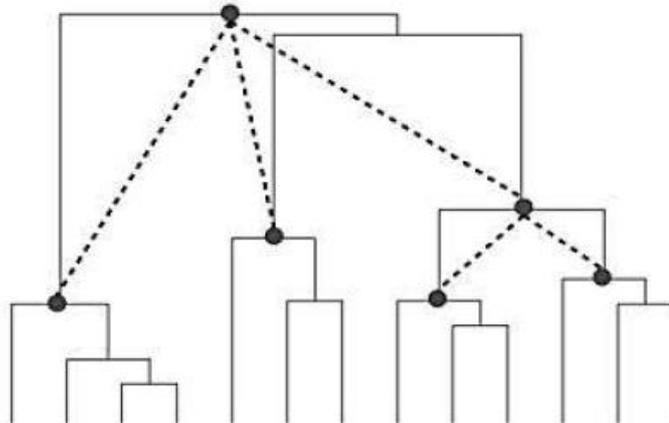


Figura 2 Exemplo de dendograma

Fonte: Prado, 2015.

Os métodos mais utilizados, segundo a literatura, são os hierárquicos aglomerativos que usam cinco algoritmos aglomerativos: Ligação simples (*Single Linkage* ou vizinho mais próximo); Ligação completa (*Complete Linkage* ou Vizinho mais distante); Ligação Média (UPGMA); Método do Centroide (UPGMC); Ligação Mediana (WPGMC) e Critério de Ward.

A técnica de Ligação Simples é baseada na distância mínima entre os grupos formados, em que os elementos são reunidos de acordo com a sua proximidade, como apresentado na equação 11,

$$d_{(UV)W} = \min(d_{UV}, d_{VW}) \quad (11)$$

em que: $d_{(UV)W}$ é a distância entre o grupo UV e a observação W ; e $\min = (d_{UV}, d_{VW})$ é a menor distância entre os grupos de observação UV e VW .

Inicialmente, juntam-se dois grupos que apresentam menor distância ou similaridade entre si (A e B). Após a formação deste grupo (AB), calcula-se a distância entre o primeiro grupo (AB) em relação a um terceiro grupo (C). Repetem-se os passos e observa-se a

identidade dos grupos formados. Após a construção da matriz de distâncias ou similaridade, é possível dispor os resultados na forma de dendograma, para facilitar a interpretação.

Na Ligação completa ou vizinho mais distante, a similaridade entre dois grupos é definida pelos elementos com maior distância entre si, dada pela equação 12:

$$d_{(UV)W} = \max(d_{UV}, d_{VW}) \quad (12)$$

sendo: $d_{(UV)W}$ a distância entre o grupo UV e a observação W ; e $\max(d_{UV}, d_{VW})$ é a máxima distância entre os grupos de observação UV e VW .

Após a identificação das distâncias, é possível construir a matriz de distâncias e os grupos vão se formando. Assim, os elementos de cada grupo são mais parecidos entre si do que com os elementos dos outros grupos.

Como vantagem, essa técnica apresenta bons resultados para distâncias Euclidianas quanto para outras distâncias. Porém, como desvantagem, busca formar grupos compactos com elementos muito semelhantes entre si.

A técnica de Ligação Média, também conhecida como UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method using the Average approach*), utiliza a média aritmética das distâncias entre todos os pares, para evitar caracterizar a dissimilaridade por valores extremos de máximo e mínimo (CRUZ; OCHI, 2011). O cálculo das distâncias é dado pela equação 13:

$$d_{(UV)W} = \frac{(N_u \cdot d_{UW} + N_v \cdot d_{VW})}{N_u + N_v} \quad (13)$$

em que N_u e N_v são os números de elementos no grupo U e V , respectivamente; sendo d_{UW} e d_{VW} são as distâncias entre os elementos UW e VW , respectivamente.

Essa técnica consegue formar grupos mais homogêneos do que os formados pela Ligação Simples, porém, menos homogêneos que os formados por Ligação Completa (FREITAS; POERSCHKE, 2008).

Com relação à técnica do Centróide, a distância entre dois grupos é calculada pela distância dos seus centroides, ou seja, calcula-se a distância entre dois grupos como a diferença entre as médias para todas as variáveis. Considerando dois agrupamentos d_1 e d_2 e seus respectivos vetores de média amostral X_1 e X_2 , a distância entre d_1 e d_2 é definida pela equação 14:

$$d(C_1, C_2) = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2)'(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \quad (14)$$

A equação 14 representa a distância Euclidiana ao quadrado entre os vetores de média amostral \bar{X}_1 e \bar{X}_2 (MINGOTI, 2013). A cada agrupamento de novo indivíduo, deve-se

calcular o novo centroide, que exige um tempo computacional maior que os demais métodos pois, a cada momento, os dados originais devem ser resgatados.

A técnica de Ligação Mediana é muito semelhante à técnica de Centroide, pois a distância entre dois grupos é a distância mediana entre uma variável presente em um agrupamento com outra variável presente em outro agrupamento. O novo centroide C será definido como sendo a mediana dos centroides dos grupos aglutinados, como apresentado na equação 15:

$$\bar{X} = \frac{(\bar{X}_A - \bar{X}_B)}{2} \quad (15)$$

A técnica dispensa a necessidade de recorrer aos dados originais, pois utiliza a matriz de distâncias.

O Critério de Ward forma grupos muito homogêneos internamente e é bastante utilizado com estudos que trabalham variáveis quantitativas (MINGOTI, 2005). Nesta técnica, inicialmente, cada elemento é considerado como um único grupo e, em cada passo, a distância entre dois agrupamentos é calculada pela soma dos desvios ao quadrado dentro de cada agrupamento. A distância entre os grupos é definida na equação 16:

$$d(C_1, C_2) = \left[\frac{n_i m_i}{n_i + n_j} \right] (\bar{X}_i - \bar{X}_j)' (\bar{X}_i - \bar{X}_j) \quad (16)$$

Em que C_1 e C_2 são os grupos, X_i e X_j são os centroides de cada grupo (MINGOTI, 2013).

Nesse contexto, para a realização do presente estudo, será utilizada a técnica de Ligação completa ou Vizinho mais distante, que possibilitará agrupar os elementos semelhantes entre si em grupos internamente homogêneos e externamente heterogêneos.

3.4.5 Métodos Não Hierárquicos

No método não hierárquico⁷ ou por particionamento, o número de grupos é pré-definido pelo pesquisador, considerando sua experiência e conhecimento sobre os dados coletados. Escolhe-se um grupo inicial com seus respectivos elementos. Em seguida, alteram-se os membros do grupo até encontrar o melhor resultado (BUSSAB et al., 1990). É um método rápido quando comparado ao método hierárquico.

Em geral, a técnica mais utilizada é das K-means (K-médias) e a técnica K-medoid (K-medoides). Para o uso do algoritmo K-means, é necessário, primeiramente, fazer a

⁷ Esse método não será esmiuçado por não ser utilizado na análise deste estudo científico.

partição arbitrária dos elementos em K grupos iniciais. Após esta etapa, faz-se a realocação de cada elemento no grupo cuja média está mais próxima. Para tanto, a medida mais usada é a distância Euclidiana. Depois, a segunda etapa é repetida até que todos os elementos tenham sido associados ao grupo ao qual faz parte.

A técnica com o algoritmo *K-medoid* utiliza o valor médio dos elementos como um ponto de referência e é o elemento que possui a localização mais centralizada do grupo analisado. A intenção é encontrar um elemento que seja representante (medoide) de cada grupo. Os elementos que ficarem remanescentes serão agrupados com o medoide ao qual sejam mais similares. Isso resulta na qualidade dos elementos alocados em cada grupo.

3.4.6 Utilização da técnica de ACP e Agrupamentos em um contexto de irrigação na agricultura familiar

A análise de componentes principais e a análise de agrupamentos, dois dos métodos da estatística multivariada, foram utilizadas por diversos trabalhos englobando a tecnologia de irrigação na agricultura familiar (MUEMA *et al.*, 2018; FANG *et al.*, 2017; IRERI, 2017; CATTERGEE *et al.*, 2015; REGALADO, 2014; NÓBREGA, 2014; PERES JR. *et al.*, 2012; SRAIRI *et al.*, 2008). As temáticas abordam a análise de gestão das propriedades, aspectos socioeconômicos e o uso eficiente da água na irrigação. A seguir, serão apresentados alguns desses trabalhos com ênfase no método estatístico da análise multivariada para sua concepção.

Muema *et al.* (2018) enfatizam o uso do *Benkmarking* como ferramenta para o uso eficiente da água e a alta produtividade em quatro projetos públicos de irrigação no Quênia. Para o tratamento dos dados, foi utilizada a análise de componentes principais visando classificar e quantificar o desempenho das localidades com presença de irrigação subsidiada pelo governo. Conclui-se que apenas uma localidade, a de Bunyala, possui alto desempenho, quando comparada às localidades de Ahero e West Kano com desempenho médio. Para que ambas alcancem patamares superiores de desempenho, são necessárias medidas de gestão, organização e operação direcionada da irrigação desenvolvida localmente.

Na análise de Fang *et al.* (2017), a abordagem consiste em avaliar os fatores que impulsionam o uso eficiente da água para a irrigação na China, considerando aspectos geográficos. Para a pesquisa, foram utilizados índices que envolveram desde aspectos climáticos, como econômicos, tecnológicos e de gerenciamento. Utiliza a análise de componentes principais para identificar os principais fatores que afetam a mudança na eficiência do uso da água para irrigação. Após esta etapa, emprega-se a análise de agrupamento para explorar diferenças regionais entre os fatores determinantes da mudança na eficiência do uso da água para irrigação. Os resultados mostraram que os determinantes

para a eficiência do uso da água para irrigar centram-se nos fatores de desenvolvimento econômico agrícola, tecnologia de irrigação para economia de água e dissipação.

Ileri (2017) discute o uso eficiente da água na região Sul de Mbeere, Quênia, a partir da gestão participativa com agricultores familiares, instituições e organizações. Buscou-se no estudo características socioeconômicas atreladas aos agricultores selecionados para investigar a real intenção deste grupo em pagar pelo uso da água. Utilizou-se a análise de componentes principais para identificar o perfil das instituições e organizações atreladas ao processo de irrigação nessa região. Os resultados apresentaram bom entrosamento das instituições e organizações para manter de forma harmônica a igualdade na distribuição da água para irrigar, na resolução de conflitos e na aplicação de regras. Porém, elas eram deficientes no repasse da informação, no acesso ao crédito, no monitoramento dos sistemas e na flexibilidade de regras para irrigar. O estudo concluiu que as instituições e organizações são essenciais para informar e direcionar o agricultor familiar no uso eficiente da água bem como impor regras de cobrança em caso de uso desenfreado do fator de produção.

Catterjee et al. (2015) utilizam a Nova Economia Institucional (NEI) atrelada à ACP e aos agrupamentos para caracterizar sistemas agrícolas da Índia, usando fatores econômicos e não econômicos para sua identificação. Os resultados sugeriram a formação de quatro tipos de fazendas, apresentando características distintas entre si. Ao abordar a variável tecnologia nas propriedades, percebeu-se a necessidade de ocorrer planejamento agrícola diferenciado e intervenção de programas de extensão para dar suporte e fortalecer o uso de tecnologias no meio rural. Para os autores, não basta apenas transferir tecnologia ao meio rural, mas há a necessidade de acompanhar e auxiliar os agricultores na interiorização dessa ferramenta de produção.

Outro estudo que aborda a metodologia de estatística multivariada é encontrado em Regalado (2014), que buscou características similares entre agricultores familiares de Rondônia, quanto ao uso de tecnologias na atividade leiteira. Para tanto, o autor utilizou o método de análise de componentes principais e agrupamentos. Concluiu que os agricultores familiares que possuíam maior escolaridade apresentavam maiores níveis tecnológicos. Esses agricultores se agruparam naturalmente e destacaram-se dos demais. Reforça a questão tecnológica como ferramenta de competitividade para os agricultores que possuem menor extensão de terra e mão de obra para o trabalho.

Nóbrega et al. (2014) identificaram o perfil gerencial da agricultura familiar. Os autores utilizaram a análise de componentes principais e análise de agrupamentos como métodos para a pesquisa e concluíram que os agricultores familiares que se dedicavam às atividades de planejamento, produção e gestão financeira das atividades desenvolvidas na propriedade tendiam a realizar também outras atividades gerenciais, seja em associações, sindicatos e cooperativas. A pesquisa também enfatiza a relevância da educação para o

grupo em análise e aqueles com maior grau educacional conseguiram gerenciar melhor suas propriedades.

Peres Junior et al. (2013) identificaram padrões similares entre agricultores familiares de Minas Gerais traçando seu perfil socioeconômico, que resultou na tipificação dos grupos analisados, como também, conseguiram identificar a participação desses grupos no processo de desenvolvimento econômico e social do estado. Para tanto, foram utilizadas as análises tanto fatorial como de agrupamentos. Como resultado, percebeu-se a grande variação em termos de renda e condição de vida dos agricultores familiares deste estado, que impactaram em diferentes realidades, que devem ser consideradas no âmbito das políticas públicas.

No estudo de Srairi et al. (2008), foram utilizados a análise de componentes principais e os agrupamentos para identificar e caracterizar sistemas agrícolas na agricultura irrigada. Compararam-se práticas de produção leiteira em duas fazendas no estado de Bengala Ocidental no Marrocos. Identificou-se que a produção de leite requer mais que intensificar a produção de forragens por irrigação, quer melhorar as práticas de manejo do rebanho, pois a maioria das variáveis estudadas foi agrupada em grupos que identificaram como sendo esta a falha principal da cadeia produtiva. Assim, é possível aumentar a lucratividade do produtor.

Relevante também é destacar os trabalhos desenvolvidos na área de estudo dessa tese: o município de Salto do Lontra. Assim, o conhecimento e a divulgação são importantes para que se perceba a importância de projetos instalados em espaços exaustivamente explorados cientificamente, com benefícios revertidos para a população e o meio científico.

3.4.7 Estudos de irrigação em um contexto de Salto do Lontra

O presente estudo foi desenvolvido no município de Salto do Lontra, Sudoeste paranaense. Isso se deve aos trabalhos de extensão desenvolvidos pelo Laboratório de Irrigação e Fertirrigação do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná e Laboratório de Georreferenciamento. A partir de então, percebe-se que há a possibilidade e a necessidade de se partilhar informação e conhecimento sobre a tecnologia relativa à irrigação para um grupo de agricultores familiares afastados dos centros universitários.

Desse projeto, resultaram diversos estudos científicos, sendo quatro dissertações, duas teses e um livro (WRUBLACK, 2016; SILVA, 2015; REISDORPER, 2013; KLEIN, 2013; TESSARO, 2012; WRUBLACK, 2012). O projeto engloba diversos assuntos no tocante à irrigação em um contexto de agricultura familiar.

No estudo de Wrublack (2016), a ênfase ocorreu na aplicação conjunta de técnicas de sensoriamento remoto orbital e sistemas de informações geográficas na gestão dos recursos hídricos na microbacia do rio Lontra. Desse estudo, resultou também a elaboração

de um livro, intitulado SIG como ferramental para gestão dos recursos hídricos: estudo de caso da microbacia do Rio Lontra.

Silva (2015) buscou identificar a evapotranspiração real diária (E_{Tr}) a partir de imagens do satélite Landsat 8 e dados de uma estação meteorológica, aplicando-se o algoritmo *Surface Energy Balance Algorithm for land — SEBAL* — na área rural de Salto do Lontra. Os resultados mostraram que o algoritmo utilizado estimou os componentes do balanço de energia, com valores superiores aos encontrados em outros estudos. Quanto à E_{Tr}, houve concordância entre os resultados dos modelos utilizados, validando o algoritmo utilizado.

No estudo de Reisdorper (2013), a uniformidade da irrigação é o ponto principal. O autor identifica e analisa a uniformidade de irrigação em 23 módulos de irrigação com agricultura familiar no município de Salto do Lontra. Para a análise dos dados, o autor aplicou o coeficiente de uniformidade juntamente com o método de Análise Hierárquica de Processamento (AHP) de apoio à decisão. Concluiu que os coeficientes de uniformidade se mostraram estáveis no período avaliado e apresentaram controle de qualidade aceitável. O projeto foi classificado como “excelente” pelo método para os períodos analisados.

Klein (2013) apresenta em seu estudo uma análise da distribuição da água e fertilizante em um sistema de irrigação por gotejamento com o auxílio de métodos estatísticos. A pesquisa foi desenvolvida em uma propriedade de agricultura familiar integrante do projeto acima citado. Foram utilizadas quatro pressões com três concentrações de solução. Foram utilizadas duas metodologias, com 16 e 32 pontos. Como resultados, a pesquisa identificou que as vazões foram excelentes para ambas as metodologias utilizadas. Ao utilizarem-se os limites de controle estatístico, nenhum dos experimentos obteve capacidade de processo aceitável para uso. Os processos de irrigação e fertirrigação que obtiveram resultados relevantes foram com as pressões de entrada de 150 e 200 KPa.

Tessaro (2012) enfatizou o efeito da carga hidráulica na uniformidade de aplicação de água e fertilizante utilizando tubo gotejador. Para tanto, o autor utilizou o modelo de irrigação por gotejamento para a agricultura familiar, submetendo-o a pressões diferenciadas, com delineamento inteiramente casualizado, visando à coleta das vazões. O controle estatístico foi utilizado para avaliar a qualidade do conjunto. Com relação aos resultados do experimento, os coeficientes de cada tratamento se mostraram excelentes. Os gráficos de controle de Shewhart demonstraram efeito significativo para os fatores analisados. Por fim, o sistema apresentou uniformidades excelentes.

Para Wrublack (2012), Salto do Lontra contribuiu para que a autora identificasse a caracterização de uso e ocupação do solo e da qualidade da água com utilização das técnicas de geoprocessamento. Para identificar a qualidade da água, foram analisados parâmetros físicos, químicos e biológicos em dois períodos distintos de precipitação anual.

Os dados coletados a campo, por meio de técnicas de georreferenciamento, auxiliaram na identificação da qualidade da água e do uso do solo. Na etapa seguinte, os dados foram submetidos à análise da estatística multivariada. Como resultado, o trabalho identificou que a qualidade da água utilizada para irrigar mostrou-se abaixo do ideal.

Sendo assim, os trabalhos realizados no município de Salto do Lontra propiciaram aos agricultores familiares irrigantes maior conhecimento quanto à aplicação da tecnologia de irrigação, o impacto da qualidade da água utilizada para irrigar, o ganho obtido pelo agricultor ao utilizar de forma correta os equipamentos disponíveis bem como quanto aos benefícios e às dificuldades inerentes à tecnologia de irrigação.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAG – **Associação Brasileira do Agronegócio**. Disponível em: www.abag.org.br. Acessado em: fevereiro de 2018.

ALENCAR, B. J. **Análise multivariada de dados no tratamento da informação espacial: um aplicativo em componentes principais**. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica - PUC, 2005.

ALVES, E., ROCHA, D. P. Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J. G. VIEIRA FILHO, E.R.; NAVARRO, Z. (Orgs.) **Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas**. Brasília, Ipea, 2010.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Disponível em: www.ana.gov.br, acesso em maio de 2016.

ANDRIOLI, A. I. **Tecnologia e Agricultura familiar: uma relação de educação**. (Org.), ed. Unijuí, 2009.

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J. A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Revista Ciência e Agrotecnologia** (on line), **2016**, v. 40, n. 4. ISSN 1413. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542016000400405.

BARRA, G. M. J.; LADEIRA, M. B. Teorias institucionais aplicadas aos estudos de sistemas agroindustriais no contexto do agronegócio café: uma análise conceitual. **Revista de Gestão (on line)**, 2016. p. 159-171. Ed. Elsevier Ltda. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rege.2015.12.005>

BARROSO, L.P.; ARTES, R. **Análise multivariada**. Lavras: UFLA, 2003. 151p.

BELIK, W. et al. **Dimensões do agronegócio brasileiro: política, instituições e perspectivas**. Brasília: MDA, 2007. Disponível em: www.mda.gov.br.

BORGUETTI, J.R.; WASHINGTON, L. C. S.; NOCKO H. R.; LOYOLA, L. N.; CHIANCA, G. K. **Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil: Identificação de Áreas Prioritárias**. FAO/ONU, Brasília, 2017.

BRASIL. Lei n. 11346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional — SISAN, com vistas a assegurar o direito humano à alimentação

adequada e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, D F, 16 set. 2006.

BRASIL. Lei n. 1946 de 28 de junho de 1996. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e de outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, D F, 01 julho de 1996.

BUSSAB, W.O.; MIAZAKI, E.S.; ANDRADE, D.F. de **Introdução à análise de agrupamentos**. IME-USP, 1990.

CAVALCANTE, C.M. A economia institucional e as três dimensões das instituições. **Revista de Economia Contemporânea** (on line). 2014, 18(3): p. 373-392. ISSN 1415-9848. <http://dx.doi.org/10.1590/141598481833>.

CHANG, H.J. Institutions and economic development: theory, policy and history. **Journal of Institutional Economics** (on line). 2011, v.7, n.4, pg. 473–498. <https://doi.org/10.1017/S1744137410000378>.

CHATTERJEE, S. Methodology of identification and characterization of farming systems in irrigated agriculture: case study in west Bengal state of India. **Journal Agriculture Science Technology**, 2015. v. 17. <https://pdfs.semanticscholar.org/f3fb/c043aca1efbfb9ea6ab90c0a8a3960f8faa.pdf>

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS, J.M. **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo, 2014.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. V.2, Viçosa: UFV, 2006.

CRUZ, M.D.; OCHI, L.S. Um algoritmo evolutivo com memória adaptativa para o problema de clusterização automática. **Learning and Nonlinear Models**, 2011, v.8, n.4, p.227-239.

CUNHA, A da.; COELHO, A.B.; FÉRES, J.R.; BRAGA, M.J.; SOUZA, C. de. Irrigação como estratégia de adaptação de pequenos agricultores às mudanças climáticas: aspectos econômicos. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (on line), 2013, v.51 n.2, Brasília. ISSN 0130-2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000200009>.

DENTZ, E. von; RAMBO, A. G. Circuitos curtos e novos usos do território: considerações sobre o PNAE e as feiras livres. **Revista Unochapecó** (on line), 2019, v.28, n.46. ISSN 21750157. <http://dx.doi.org/10.22295/grifos.v28i46>

COELHO, E.F.; SILVA, T.S.M. da.; SILVA, A.J.P. da.; PARIZOTTO, I.; CONCEIÇÃO, B.S.; SANTOS, D.B. dos, **Sistemas de irrigação de baixo custo para agricultura familiar de assentamentos ribeirinhos do semiárido**. Embrapa, 2012. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/67236/1/Sistemas-de-irrigacao-de-baixo-custo-para...0001.pdf>.

FANG, S.; JIA R.; TU W.; SUN, Z. Assessing factors driving the change of irrigation water-use efficiency in China based on geographical features. **Magazine Water – MDPI**, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w9100759>

FAO (2014). **The state of food and agriculture 2014: Innovation in family farming**. Disponível em: www.fao.org.

FAO (2019). **The state of food and agriculture**. www.fao.org.

FAO/INCRA. **Diretrizes de política agrária e desenvolvimento sustentável. Brasília, 1994** (Versão resumida do Relatório Final do Projeto UTF/BRA/036).

FAUTH, E. M. **Agricultura Familiar: evolução favorável em anos recentes.** http://cdn.fee.tche.br/indicadores/35_04/6-parte.pdf. 2008.

FANZO, J.; COGILL, B.; MATTEI, F. Metrics of sustainable diets and food systems. Rome, **Bioversity International**, 2012.
www.bioversityinternational.org/e-library/publications/detail/metrics-of-sustainable-diets-and-food-systems/.

FREITAS, C.A.; POERSCHKE, R.P. Um retrato da modernização agropecuária nos coredes agrícolas do Rio Grande do Sul : uma aplicação da análise multivariada. **Revista de Economia e Sociologia Rural – SOBER (on line)**, 2008.
<http://doi10.22004/ag.econ.106122>.

GRAZIANO DA SILVA, J. **The Family Farming Revolution.** In opinion article by FAO-Director General José Graziano da Silva. 2015. Retrieved from FAO <http://www.fao.org/about/who-we-are/director-gen/faodg-opinionarticles/detail/en/c/212364/>.

GUANZIROLI, C.E.; DI SABBATO, A. Existe na agricultura brasileira um setor que corresponde ao “*family farming*” americano? **RESR**, Piracicaba – SP, v.52. p.5085-5104, 2015.

HARDDE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis.** 2003.

HAIR, JR. J.F. **Análise multivariada de dados.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 593p.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V.L.M.; OLIVEIRA JUNIOR, G.J. de Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **Engineering and Science.** <http://doi:10.18607/ES20165053>. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, Censo Agropecuário 1995/1996.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas. Acesso em julho de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas. Acesso em julho de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas. Acesso em outubro de 2019.

IRERI, D. W. **Determination of willingness to pay for irrigation water institutions among smallholder farming households in Mbeere South, Kenya.** Dissertação (Mestrado), Egerton University, 2017.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis.** Prentice Hall, New Jersey, 2007.

JOLLIFE, I. **Principal Component Analysis.** Berlin: John Wiley & Sons, Ltd, 2005.

KERNKAMP, C. L.; COSTA, C. K. F.; MASSUDA, E. M.; SILVA, E. S.; YAMAGUCHI, M. U.; BERNUCI, M. P. Perfil de morbidade e gastos hospitalares com idosos no Paraná, Brasil, entre 2008 e 2012. **Cad. Saúde Pública**, vol.32, n.7, Rio de Janeiro, 2016.

KLEIN, M.R. **Controle estatístico de qualidade de irrigação e fertirrigação por gotejamento na cultura da uva**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2013.

KUCHLA, M.; ARAÚJO, M. D. M.; SOARES, A. F.; QUINÁIA, S. P.; FELSNER, M. L. Classificação de Méis Silvestres de Diferentes Mesorregiões do Estado do Paraná, Brasil, pela Análise de Componentes Principais. **Revista Virtual de Química**. v. 7, n. 6, 2015.

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário.

<http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-%C3%A9-8%C2%AA-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>.

MANSANO, F.H.; PARRÉ, J.L.; FARID, PEREIRA, M.F. Análise fatorial para a classificação das incubadoras de empresas de base tecnológica do Paraná. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. v.11, n2, p. 133-151. 2017.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: Princípios e Métodos**, Ed. FGV, 2009.

MARQUES NETO, A.B.F.; ROCHA, L.B.A. O *approach* da complexidade ao direito e economia: uma necessária interação. Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável (on line), 2016, v.2, n.2, p. 147 – 163. ISSN: 2526-0057

MARTINS G. A. **Estatística Geral e Aplicada**. 2ª edição, Editora Atlas, São Paulo, 2003.

MASHNIK, D.; JACOBUS, H.; BARGHOOTH, A.; WANG, E.J.; BLANCHARD, J.; SHELBY, R. Increasing productivity through irrigation: Problems and solutions implemented in Africa and Asia Sustainable Energy Technologies and Assessments. **Sustainable Energy Technologies and Assessments** (on line), 2017. ISSN: 2213-1388. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seta.2017.02.005>

MENDES, M. L. S.; MELO, A. D. R. Avaliação Tecnológica: Uma Proposta Metodológica **Revista de Administração Contemporânea**, 2017. Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, pp. 569-584. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-7849rac2017170047>.

MÈNARD, C. Research frontiers of new institutional economics.. **Revista de Administração da USP**, 2018, v.53, n.1. ISSN 2531-0488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rauspm.2017.12-002>

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Livro, Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MINGOTI, S. A. **Análise de Dados Através de Métodos de Estatística Multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2013.

MUEMA, M. *et al.* Application of benchmarking and principal component analysis in measuring performance of public irrigation schemes in Kenya faith. **Journal Agriculture – MDPI**, 2018. <http://doi:10.3390/agriculture8100162> www.mdpi.com/journal/agriculture

NAGRAH, A.; CHAUDHRY, A.M.;GIORDANO, M. Collective Action in Decentralized Irrigation Systems: Evidence from Pakistan. **World Development**, 2016, v.84, p.282-298, <http://doi:10.1016/j.worlddev.2016.02.003>

NAVARRO, Z.; PEDROSO, M.T.M. A agricultura familiar no Brasil: da promessa inicial aos impasses do presente. **Revista de Economia**. NE, Fortaleza, v.45. p.6-17, 201.

NIERDELI, P.A.; FIALHO, M.A.V.; CONTERATO, M.A. A pesquisa sobre agricultura familiar no Brasil – aprendizagens, esquecimentos e novidades. **Revista de Economia e Sociologia Rural** (on line), 2015, v.52. ISSN 01806-9479

NOBREGA, M. J. L.; Costa CC ; BARBOSA, J. W. S. ; REIS, C. Q. ; SILVA, M. P. N. S. E. . Perfil socioeconômico e ações dos agricultores familiares da Comunidade Rural de Flores em Pombal, PB. **Revista GVAA. Informativo Técnico do Semiárido**, v. 8, p. 44-56, 2014.

OLIVEIRA, T. C. **Método de irrigação por superfície** 2014. <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAhY8AL/irrigacao-por-superficie>.

PESTANA, M.H.; GAGEIRO, J.N. **Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do spss. 8ª ed. 2014.**

PFEIFFER, D. Disparidades de desenvolvimento no Brasil – um exemplo da análise de cluster. **Revista Brasileira de Estatística**. 1980, Rio de Janeiro, v.41, pg. 559-576.

PERES JR., M.R.; PEREIRA,V.G.; DE LIMA SIQUEIRA, P.H.; ANTONIALLI, L.M. Caracterização e agrupamento de municípios de minas gerais em relação à agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional** (on line), 2013, v.9 n.3, pp. 75-99. ISSN 1809-239X

PRADO, B.Q. de M. **Análise de agrupamentos das taxas de incidência de dengue nos estados brasileiros**. Monografia. Curso de Estatística. Universidade Federal de Uberlândia. 2015.

PROCHNIK, V.; HAGUENAUER, L. Cadeias produtivas e oportunidades de investimento no nordeste brasileiro. **Revista Análise Econômica** (on line), 2002, nº 38. ISSN 0102-9924.

REGALADO, T.A.P. **Abordagem multivariada sobre o uso de tecnologia nas propriedades rurais do município de Pimenta Bueno-RO**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em produção Animal. Universidade Camilo Castelo Branco. 2014.

SCHNEIDER, S. Teoria social, agricultura familiar e pluriatividade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**. V. 18, nº 51, 2003.

SEAB – Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: www.agricultura.pr.gov.br.

SERAFIM, M.P. **Agricultura Familiar no Brasil: Um panorama das políticas e instituições**. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2015. v. 1. 200p.

SILVA, B.B. da. **Estimativa de evapotranspiração real por meio de imagens do Satélite Landsat 8**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2015.

SRAIRI, M.T.; KIADE, N.; LIOUBI, R.;MESSAD, S.;FAYE, B. A comparison of dairy cattle systems in an irrigated perimeter and in a suburban region: Case study from Morocco. **Tropical Animal Health and Production** (on line), 2009, vol.41, n.5. p. 835-843. <http://doi.10.1007/s11250-008-9259-6>

STONE, L.F.; SILVA, P. M.; MOREIRA, J. A. A.. **Métodos de Irrigação**. 2017. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000foh49q3602wyiv8065610d5y5f5im.htm> Acesso em 13 de abril de 2018.

SUBASI, A.; GURSOY, M. I. EEG signal classification using PCA, ICA, LDA and support vector machines. **Expert Systems with Applications** (on line), 2010, v.37, n.12, p.8659-8666. [http:// doi:10.1016/j.eswa.2010.06.065](http://doi:10.1016/j.eswa.2010.06.065)

REINDORFER, M. **Utilização da AHP e controle estatístico do processo de módulos de irrigação por gotejamento**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Tese (Doutorado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2013.

TABACHNICK, B. G., & FIDELL, L. S. **Using Multivariate Statistics**. 5ª ed. New York: Allyn and Bacon, 2007.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, 2017.

TESSARO, E. **Efeito da carga hidráulica na uniformidade da irrigação e fertirrigação em sistemas de gotejamento**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2012.

VIERA FILHO, J.E.R.; FISHLOW, A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. IPEA, 2017.

VIEIRA FILHO, J. E. R. Transformação histórica e padrões tecnológicos da agricultura brasileira. In: BUAINAIN, A. M., *et al.* **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. Parte 3, cap. 2, p. 395-421.

WRUBLACK, S.C. **Aplicação conjunta de técnicas de sensoriamento remoto orbital e sistemas de informações geográficas na gestão de recursos hídricos**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Doutorado (Tese). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2016.

WRUBLACK, S.C. **Caracterização do uso e ocupação do solo e qualidade da água com utilização das técnicas de geoprocessamento**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2012.

4 ARTIGO 1 – PERSPECTIVAS DA ECONOMIA INSTITUCIONAL NO DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR IRRIGANTE DE SALTO DO LONTRA – PR⁸

RESUMO: A tecnologia de irrigação voltada à agricultura familiar constitui-se como importante instrumento para o aumento da produtividade e renda. Contudo, para que a incorporação desta tecnologia em pequenas propriedades alcance êxito, há a necessidade de interlocução entre as diferentes esferas de coordenação desses agentes econômicos. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a participação dos ambientes institucional e organizacional do município de Salto do Lontra, situado na região Sudoeste do Paraná, na disseminação e fortalecimento da irrigação. Esta região possui a maior concentração de agricultores familiares do estado, por isso, é relevante. Uma análise detalhada do ambiente organizacional foi feita, com entrevistas aos representantes das organizações inseridas no processo de gestão desse setor. Com o propósito de identificar a eficiência das organizações e a acessibilidade das políticas públicas de crédito, que compõem o ambiente institucional, foram aplicados questionários a 35 agricultores familiares irrigantes, considerando costumes, valores e aptidões locais. Os resultados demonstraram que a política de crédito auferida pelo poder público corrobora para a permanência desse agente econômico e social no campo. Porém, as organizações trabalham de forma individualizada, sem sincronismo quanto às necessidades da categoria. Destaque para as universidades, que se mostraram fortes disseminadoras da tecnologia de irrigação localmente.

Palavras-chave: Ambiente organizacional, ambiente institucional, crédito agrícola, extensão universitária.

⁸ Artigo publicado: Ostroski, D.; Vilas Boas, M.A.; Pierucinni, M.; Silva, A. C. G.; Remor, A. Irrigation as Strengthening of Smallholder in the Municipality of Salto do Lontra. Journal Agricultural Science, vol.11, nº 14. August, 2019.

PERSPECTIVES OF THE INSTITUTIONAL ECONOMY IN THE DEVELOPMENT OF IRRIGANT FAMILY AGRICULTURE IN SALTO DO LONTRA - PR⁹

Abstract

The irrigation technology for familiar farmers' agriculture is an important tool to increase both productivity and income. However, there is some need of dialogue among the different spheres of these economic agents' coordination to set up this technology into small properties so that they can succeed. Thus, the main goal of this study was to analyze the participation of the institutional and organizational environments of Salto do Lontra district, in the southwestern region of Parana state, in order to both disseminate and improve irrigation application. This region has the highest concentration of familiar famers in the state, hence its relevance. A detailed analysis of the organizational environment was made, in which interviews were obtained with the representatives of the organizations during the management process of this sector. And, In order to identify the organizations efficiency and public credit policies accessibility, which take part of the institutional, environment questionnaires were applied to 35 irrigating familiar farmers, considering local customs, values and skills. The results have shown that the credit policy obtained by the public authority has corroborated for the permanence of this economic and social agent in the farms. However, those organizations work individually, without synchronizing the needs of such category. On the other hand, there is a highlight to the universities, which proved to be strong disseminators of irrigation technology locally.

Keywords: Organizational environment, institutional environment, agricultural credit, university extension.

4.1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha papel de grande relevância para a segurança alimentar em nível mundial e auxilia na manutenção de milhões de empregos diretos (FAO, 2014). No Brasil, 3.897.408 estabelecimentos rurais são de caráter familiar, detendo 20% das terras com aproximadamente 40% da produção nacional e a geração de 10 milhões de empregos diretos, fato que enaltece sua importância (IBGE, 2017). Dentre os estados com expressiva representatividade da agricultura familiar está o Paraná, situado na região Sul do país. O estado é o 2º maior produtor de grãos do Brasil e responde por aproximadamente 22% da produção nacional (SEAB, 2018). A economia do Paraná é forte na cadeia produtiva do leite e representa 11,34% da produção total, sendo a região Sudoeste do estado a maior produtora com 1.114 bilhão de litros/ano (IBGE, 2017).

No Paraná, dos 371.051 estabelecimentos agropecuários, 84% são representados pela agricultura familiar. A categoria ocupa uma área total de 27,8% com participação no Valor Bruto da Produção (VBP) na ordem de 43%, além de ocupar 70% da mão de obra. A região Sudoeste do estado está na primeira colocação com 88,9% de suas propriedades formadas pela agricultura familiar (IBGE, 2017). A agricultura familiar alia sua sobrevivência à capacidade de aumentar sua participação em um mercado cada vez mais competitivo. A

⁹ Para a elaboração do artigo 1 seguiu-se as normas da revista Journal Agricultural Science (Anexo2).

transformação dessa realidade é amparada pela competência dos agricultores familiares e da apropriação de novas tecnologias, como a utilização de sistemas de irrigação.

A irrigação torna-se relevante para a agricultura familiar brasileira por interferir de forma direta na produtividade dos alimentos e aumentar em até 3,5 vezes a produção em áreas de sequeiro ou com intempéries climáticas. O retorno financeiro pode chegar a ser sete vezes maior (MDA, 2015). Uma tecnologia que pode auxiliar na melhoria da qualidade de vida deste grupo de trabalhadores rurais.

A relação entre a agricultura familiar e a tecnologia de irrigação vem sendo estudada mundialmente. A ênfase dos estudos centra-se no uso eficiente da água pela irrigação (KOOIJ, S. *et al.* 2017; CUNHA, K. C. & ROCHA, R. V. da, 2015) e a melhoria da qualidade de vida do agricultor familiar quando existe a incorporação da irrigação (MWANGI & CREWETTB, 2018; KHOR & FEIKE, 2017; TIJANI *et al.*, 2015; BEEKMAN *et al.*, 2014; HAGOS & MAMOB, 2014; GIORDANO & FRAITURE, 2014). No entanto, poucos artigos abordam a importância dos ambientes institucional e organizacional como ferramenta para o fortalecimento da irrigação na agricultura familiar (NCUBE, 2017; MUCHARA *et al.*, 2016; CASTRO *et al.*, 2013, CAMPELO, 2013).

As organizações podem ser disseminadoras da tecnologia de irrigação entre os agricultores familiares. Com esforço conjunto, são capazes de informar, capacitar e direcionar o produtor quanto ao uso desta tecnologia de forma eficiente e lucrativa.

A confiança e representatividade das organizações junto ao agricultor familiar corroboram para a percepção dos problemas intrínsecos a cada propriedade e contribuem para a redução de incertezas e dificuldades detectadas na implantação e gestão da irrigação localmente. As organizações são consideradas o elo entre o agricultor familiar e o ambiente institucional, regidos por leis e pelas políticas públicas voltadas para o setor, especialmente as que dizem respeito ao crédito rural e ambiental.

Assim, o objetivo deste artigo consiste em identificar e analisar a participação dos ambientes organizacional e institucional no processo de disseminação e fortalecimento da irrigação na agricultura familiar de Salto do Lontra. Tal abordagem empírica pode contribuir para verificar a importância desses ambientes no propósito de estimular a agricultura familiar irrigante em diferentes regiões do país, visando melhorar a qualidade de vida dos agricultores e a sustentabilidade das pequenas propriedades rurais.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Descrição da área de estudo

Este estudo centrou-se no município de Salto do Lontra, localizado na região Sudoeste do estado do Paraná (Figura 1). Apresenta uma população de 14.713 habitantes e área total de aproximadamente 313 Km² (IBGE, 2017). A cidade é banhada pelos rios

Lontra, Jaracatiá, Mombuco e Cotejipe. O clima da região é caracterizado como Subtropical Úmido (Cfa), com precipitação média de 1.900 mm, Evapotranspiração de 1.000 mm e temperatura média de 18,5 C (CAVIGLIONI, *et al.* 2000).

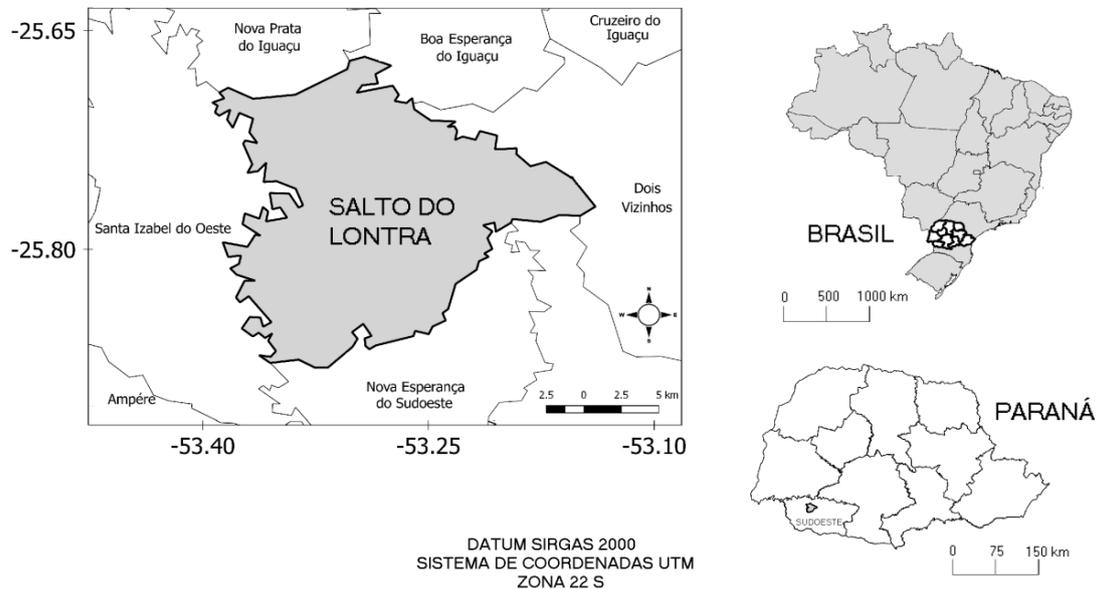


Figura 1 Mapa de localização do Município de Salto do Lontra/PR.

Datum WGS-84, coordenadas UTM, zona 22S.

A economia baseia-se no agronegócio familiar com 1.410 propriedades rurais, sendo 927 estabelecimentos da agricultura familiar bem como dezenas de agroindústrias familiares e industriais (IBGE, 2017). Possui um PIB per capita de R\$ 19.690,00 e um valor bruto de produção de 350 milhões (IPARDES, 2017).

Diversos estudos foram realizados no município de Salto do Lontra. Isso se deve aos trabalhos de extensão desenvolvidos por professores e alunos vinculados ao Laboratório de Irrigação e Fertirrigação do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná. A partir dos quais percebe-se que há a possibilidade e a necessidade de se partilhar informação e conhecimento sobre a tecnologia de irrigação a um grupo de agricultores familiares afastados dos centros universitários.

Por intermédio de um projeto maior sob o título: Controle da qualidade da irrigação em unidades rurais de base familiar, que visa à conservação de recursos hídricos no município de Salto do Lontra, foram distribuídos kits de irrigação por gotejamento. Isso serviu para estimular os agricultores familiares locais na utilização da tecnologia.

O projeto foi iniciado no ano de 2008, quando o município apresentava 67 agricultores familiares irrigantes, chegando a alcançar 103 agricultores em 2012. Atualmente, existem 63 agricultores familiares que irrigam no município (IBGE, 2017), grande parte continuadora do projeto iniciado pela universidade em 2008.

O acompanhamento desse grupo de produtores buscou quantificar diversas variáveis, tais como: a uniformidade do sistema de irrigação, a carga hidráulica na aplicação de água e fertilizante, a evapotranspiração, a qualidade da água usada para irrigar e, com esse estudo, a análise socioeconômica do projeto acima citado.

4.2.2 Coleta dos dados

A população de agricultores familiares irrigantes no município de Salto do Lontra é de 63 com área até 100 hectares (IBGE, 2017). A amostra utilizada nessa pesquisa foi de 35 agricultores familiares irrigantes¹⁰, sendo não probabilística. Os critérios para a seleção da amostra foram: acessibilidade, tempo e recursos disponíveis.

A obtenção dos dados foi obtida a partir de questionários (Anexo 1) com perguntas semiestruturadas divididas em qualitativas e quantitativas para o grupo de 35 agricultores familiares irrigantes no período de 20 de março a 01 de maio de 2019. O questionário possui registro no Comitê de Ética - Plataforma Brasil sob o número 138.10618.8.0000.0107. Também, foram feitas entrevistas com presidentes das organizações representativas dos agricultores familiares de Salto do Lontra e representante do poder público no ano de 2019, com o propósito de identificar as principais ações desenvolvidas em prol dessa categoria frente à irrigação. As perguntas contemplaram aspectos sociais, econômicos e políticos que envolvem a irrigação. O acesso às propriedades foi feito com veículo próprio. Os endereços foram fornecidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER)/Salto do Lontra.

As variáveis elencadas para viabilizar a análise da participação dos ambientes organizacional e institucional no fortalecimento da irrigação na agricultura familiar de Salto do Lontra foram: escolaridade dos agricultores familiares, idade, número de pessoas na propriedade, renda da propriedade, percentual da renda destinada para pagamento de financiamento, sistema de irrigação utilizado, assistência técnica, controle da qualidade da água utilizada na irrigação antes e após implantação do sistema, controle da qualidade do solo antes e após implantação do sistema, dificuldades para irrigar, benefícios da irrigação, participação em associações, participação em cooperativas e se o respondente ocupa ou ocupou cargos na cooperativa.

4.2.3 Medidas estatísticas

Os dados foram tabulados e passaram por estatística descritiva, com a utilização do software Excel para gerar o banco de dados, e a partir desse, estimaram-se as principais variáveis elencadas nos questionários.

¹⁰ PLATAFORMA BRASIL: PARECER N° 3.393.711

A fim de identificar a análise da escolaridade, idade, número de pessoas na propriedade, renda da propriedade e percentual de renda destinada a financiamentos utilizou-se a média aritmética, denotada pela Equação 1:

$$mX = \frac{\sum xi}{n} \quad (1)$$

Visando quantificar os dados qualitativos como: sistema de irrigação utilizado, assistência técnica, controle da qualidade da água utilizada na irrigação antes e após implantação do sistema, controle da qualidade do solo antes, dificuldades para irrigar e benefícios da irrigação, foram utilizadas análises de frequência relativa, representando seus valores percentualmente, denotados pela Equação 2:

$$f_i = \frac{n_i}{\sum n_i} = \frac{n_i}{n} \quad (2)$$

Tanto as médias como as frequências foram representadas graficamente no decorrer do estudo.

Entrevistas foram feitas com presidentes das organizações representativas dos agricultores familiares irrigantes com a finalidade de complementar as análises desse município visando identificar as ações efetuadas e a participação do agricultor familiar irrigante local. A análise destas entrevistas é demonstrada descritivamente.

4.3. Resultados e Discussão

4.3.1 A percepção do ambiente institucional pelos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra

As regras impostas pelo ambiente institucional podem ser observadas no conjunto de leis, costumes e tradições que interferem de forma direta no ambiente competitivo dos setores econômicos. É o lado normativo da economia e tais regras são comuns a todos os agentes, pois tanto delimitam como expandem ações individuais e coletivas. As organizações inseridas no processo econômico são os agentes responsáveis em amenizar os impactos negativos atrelados às regras formais e informais, denotando-se o ambiente organizacional que influencia de forma decisiva na coordenação de um setor.

Dentre os programas de acesso ao crédito, o mais utilizado pelos agricultores familiares é o Programa Nacional de fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF). Este programa apresenta diversos desdobramentos, tais como o Pronaf Custeio e o Mais Alimentos. O Pronaf Custeio foi criado para financiar a produção com valor de empréstimo em até R\$ 250.000 por mutuário ou ano agrícola, com juros que variam de 2,5% a 5,5% ao

ano, conforme a atividade. O prazo para o pagamento vai de 1 a 3 anos, dependendo da atividade desenvolvida (BCB, 2019).

No que tange ao Pronaf Mais Alimentos, este destina-se à ampliação, reforma, compra de máquinas e equipamentos, inclusive de irrigação. O montante de empréstimo pode totalizar R\$ 330.000,00 para cada agricultor familiar em um ano agrícola. Os juros desse subgrupo do Pronaf variam de 2,5% até 5,5%, conforme o destino do financiamento. Para a implantação de sistemas de irrigação os juros atingem 2,5% ao ano para pagamento em até 10 anos, sendo os três primeiros anos de carência (BCB, 2019). É válido salientar que para que se tenha acesso ao Pronaf, o agricultor familiar deve observar as exigências estabelecidas pelo governo federal¹¹.

Esse programa de crédito é oferecido por diversas instituições financeiras em nível local, mas as que se destacam em Salto do Lontra são as cooperativas de crédito, conforme Figura 2. Dos 35 agricultores familiares entrevistados, 65,71% possuem financiamento de seus sistemas de irrigação e de suas atividades produtivas no Sistema das Cooperativas de Crédito Rural com Interação Solidária (CRESOL) e no Sistema de Crédito Cooperativo (SICREDI). Somados à participação daqueles que possuem financiamentos nas cooperativas e bancos públicos conjuntamente, o número é ainda maior. Outros 17,14% ficam a cargo dos agricultores familiares que tiveram subsídio de kits de irrigação a partir de projetos de extensão. O mais impressionante é a dependência dos agricultores familiares com os financiamentos, pois apenas 5,71% dos agricultores não possuem nenhum tipo de financiamento (Figura 2).

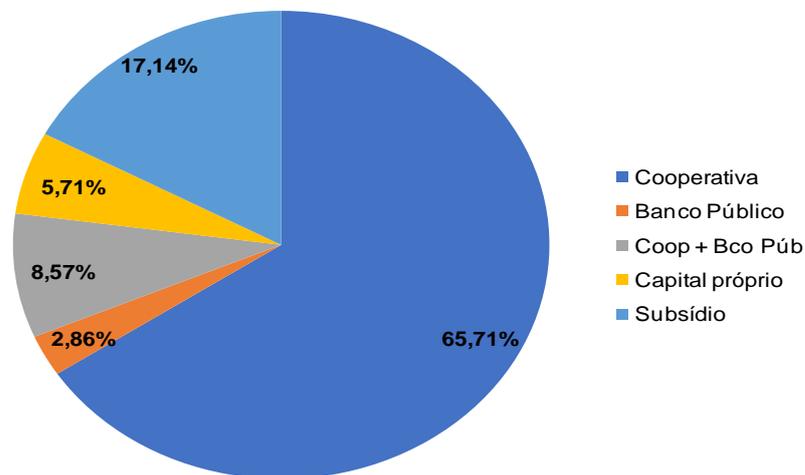


Figura 2 Participação das instituições financeiras na demanda de crédito pelos agricultores familiares entrevistados.

¹¹i) possuir a Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP);

ii) não ser detentor, a qualquer título, de área maior do que quatro módulos fiscais;

ii) utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;

iv) ter renda familiar originada, sobretudo de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento; e dirigir seu estabelecimento ou empreendimento com sua família (BRASIL, 2006).

Isso demonstra uma grande participação das regras informais na decisão desses agricultores, pois muitos contribuíram para a fundação das cooperativas citadas e 11% ocuparam cargos de chefia nessas instituições. Fato este que corrobora para maior aceitação e confiabilidade por parte do produtor local, assim, ressalta-se a confiança em empresas que valorizam o agente econômico, inserindo-o no processo de gestão.

Buscar crédito em empresas cerealistas, fornecedoras de insumos, agiotas ou parentes, não é hábito dos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra. Os entrevistados asseguram, mesmo que os juros praticados pelos programas federais sejam inadequados para o perfil de propriedade que possuem, ainda são menores quando considerado o crédito de terceiros.

No entanto, um fato que contribui para o aumento das dificuldades para esses agricultores familiares irrigantes centra-se na proporção de renda comprometida com as instituições financeiras, conforme apresentado na Figura 3. Dos entrevistados, 28% possuem até 30% de sua renda comprometida com os financiamentos em um tempo estimado para pagamento de oito anos. Cerca de 40% possuem até 20% de sua renda comprometida com financiamentos com prazo de seis anos para pagamento.

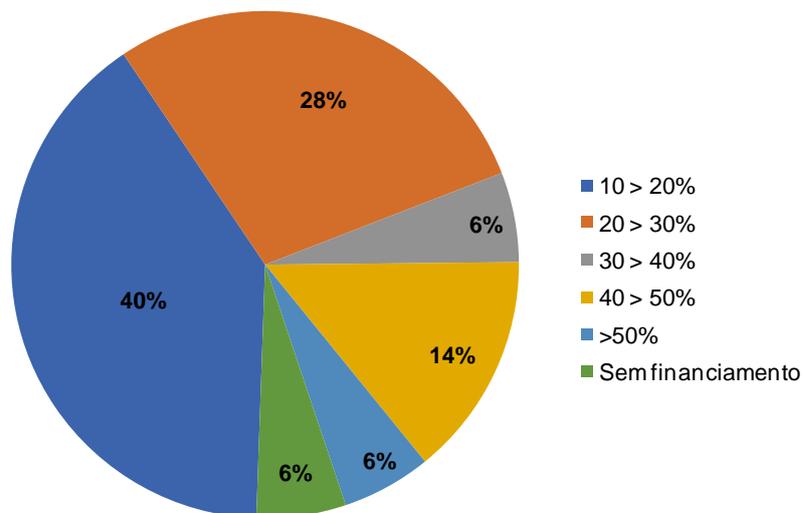


Figura 3 Porcentagem da renda da propriedade dos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra/PR destinada ao pagamento de financiamentos.

Os agricultores familiares que possuem acima de 40% de sua renda comprometida com financiamentos (Figura 3); e representam os produtores tecnificados, que investem em tecnologias modernas para aumentar a produtividade das atividades desenvolvidas, além dos novos sistemas de irrigação. No período destinado ao pagamento dos financiamentos, a implantação de diferentes tecnologias pode ser necessária. Isso acarreta novos empréstimos e compromete cada vez mais a renda do agricultor familiar irrigante com o setor financeiro.

Porém, é importante destacar que a realidade do agricultor familiar de Salto do Lontra melhorou muito com a irrigação, mesmo com parte de sua renda comprometida com o sistema financeiro. O agricultor familiar busca a tecnificação para conquistar novos nichos de mercado e alcançar o aumento de renda em suas atividades. De acordo com a Figura 4, é possível observar que 46,15% dos agricultores entrevistados possuem renda entre 10 e 20.000 reais, ou seja, houve um aumento de renda em 30% após o uso da irrigação.

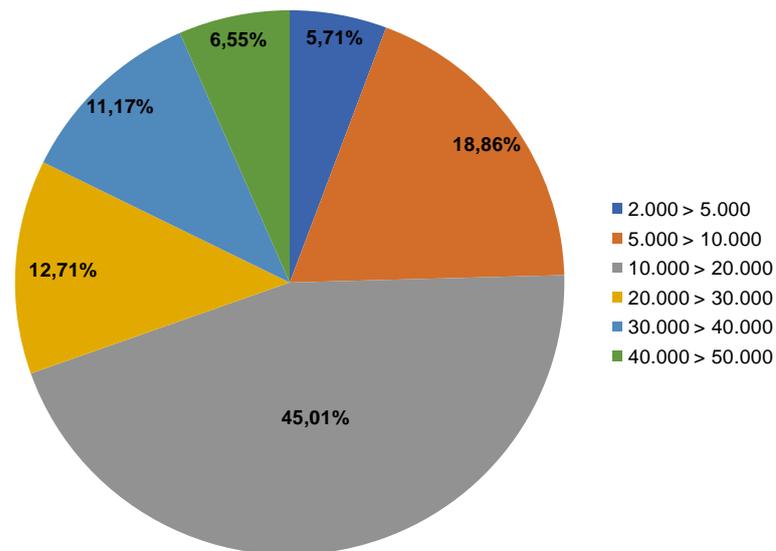


Figura 4 Renda das propriedades de agricultura familiar com irrigação em Salto do Lontra/PR.

Ainda pela ótica institucional, outra política pública utilizada pelos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra centra-se no Programa Nacional de Apoio à Alimentação Escolar (PNAE). É um programa gerenciado pelo Fundo Nacional de Educação que disponibiliza recursos financeiros para estados e municípios com o propósito de compra da merenda escolar dos agricultores familiares locais (FNDE, 2019). Esse programa contribui para que a renda desses agricultores familiares irrigantes estimule, localmente, outros setores da economia do município. Também, auxilia na perpetuação das atividades desenvolvidas pelo agricultor familiar bem como contribui para a garantia de venda daquilo que o mesmo produzir.

Em Salto do Lontra, apenas dois agricultores familiares irrigantes participam desse programa, os quais fornecem frutas, verduras e legumes para escolas locais. Outros três produtores de hortifrúti-cultivo preferem atender a supermercados do município e de cidades vizinhas. Para eles, a renda é maior do que aquela vinda do PNAE e, mesmo assim, a compra de seus produtos é garantida. Esse cenário é positivo ao agricultor familiar irrigante

que produz hortifrúti por apresentar poucos produtores nessas atividades. Assim, uma demanda alta com baixa oferta acarreta em preços satisfatórios para quem vende.

Outro aspecto de suma importância para a agricultura familiar está atrelado às leis ambientais. Por ser um grupo social que produz cerca de 70% dos alimentos consumidos internamente (IBGE, 2019), é também, um grande agente modificador do ambiente onde suas atividades se desenvolvem. Quanto às leis ambientais voltadas ao agricultor familiar irrigante, as diretrizes que norteiam a implantação de sistemas de irrigação baseiam-se na Política Nacional de Irrigação. O foco está no manejo adequado do solo e dos recursos hídricos, que integra as atividades irrigadas com o meio ambiente que as cercam (BRASIL, 2019).

Segundo o grupo de agricultores familiares entrevistados de Salto do Lontra, algumas questões relacionadas à tecnologia de irrigação são consideradas irrelevantes. A Figura 5 representa as respostas dos entrevistados, porém, 97,14% dos agricultores familiares afirmaram não fazer a análise da qualidade da água utilizada para irrigar. Essa atitude pode influenciar no desempenho do sistema e na qualidade do produto final.

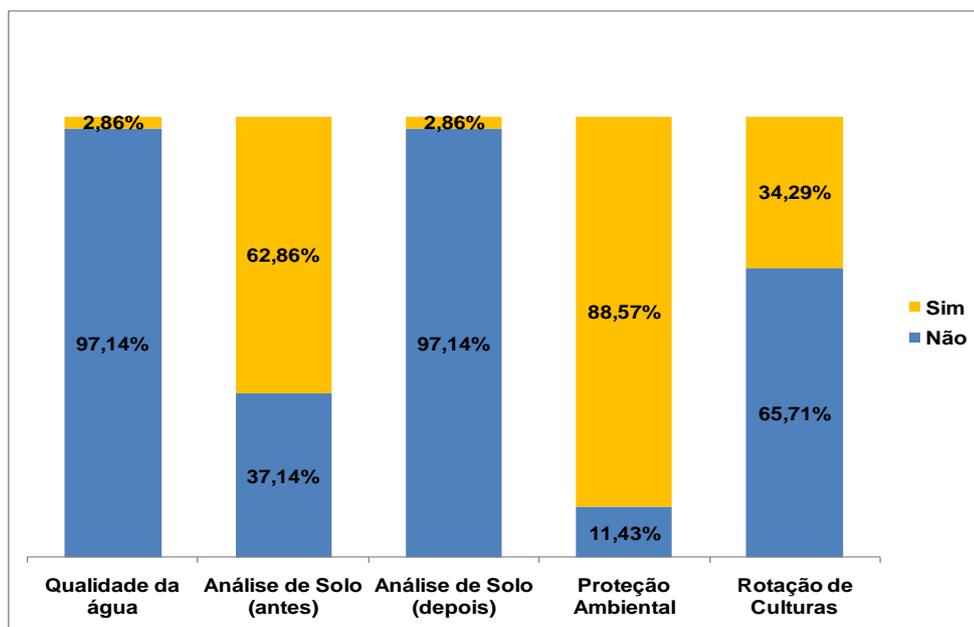


Figura 5 Participação dos agricultores familiares entrevistados de Salto do Lontra sobre as condições ambientais atreladas à irrigação.

Outro aspecto importante apresentado na Figura 5 está no solo irrigado, destacando-se que 62,86% fizeram análise do solo antes de implantar o sistema de irrigação. Isso se deve ao fato dessa variável ser exigência para que o agricultor familiar tenha acesso ao crédito para custeio. Porém, 97,14% não fizeram a análise do solo após a implantação do sistema de irrigação, o que é de suma importância para propiciar umidade e densidade correta do solo, além de influenciar na produtividade.

Quanto à preocupação com as questões ambientais, esta é considerada de suma importância por 88,57% dos entrevistados. Porém, as ações em prol do meio ambiente ainda deixam a desejar. Existe controle da distribuição de frascos de agrotóxicos, mata ciliar e cuidado com as nascentes.

Também, pode-se observar na Figura 5 que 65,71% fazem o rodízio de culturas por acreditarem que este processo auxilia na conservação do solo, pois a cada nova cultura, as necessidades de adubação são diferentes. Esta característica retrata que o agricultor familiar irrigante percebe a necessidade de aumentar a produtividade de sua propriedade via rodízio de culturas, mas é prejudicada por não fazer análise do solo antes e depois do plantio de culturas irrigadas. Esse cenário pode ser modificado com o auxílio de técnicos especializados, que ofereçam acompanhamento e informação sobre a importância da recuperação do solo visando ao melhor desempenho das atividades desenvolvidas, seja na área de pastagens como de hortaliças.

Outro fator relevante, ao considerar-se a irrigação na agricultura familiar sob a ótica institucional, é a outorga da água. Deve-se buscar a autorização do uso da água de nascentes, córregos, rios ou lagos frente à Agência Nacional de Águas (ANA) quando a quantidade utilizada ultrapasse 1,8 m³ de água/ano. Caso o volume não chegue a esse montante, o produtor simplesmente emite o Requerimento de Uso Independente de Outorga de Água (RUIO) e protocola no órgão regulador de seu estado, no caso do Paraná, o Instituto das Águas. Essa é a ação frequente entre os agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra, pois utilizam uma quantidade de água inferior ao previsto na lei. Para a emissão do RUIO, recorrem ao auxílio do Departamento de Agricultura do município e aos técnicos da EMATER.

Essa gama de ações auferidas pelos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra, dentro das perspectivas do ambiente institucional, mostra a realidade desse grupo frente às regras formais e informais. As dificuldades apresentadas por eles podem ser amenizadas se houver um ambiente organizacional proposto a oferecer serviços que reduzam os impactos sofridos pelas normas institucionais.

4.3.2 A agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra sob a ótica do ambiente organizacional

O ambiente organizacional compõe-se de diferentes grupos de indivíduos tanto públicos como privados, com objetivos em comum. Suas ações conjuntas geram sinergismos, dando suporte para a competitividade e consolidação de um setor. Para a agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra, esse ambiente torna-se essencial para a manutenção e o estímulo da irrigação local.

Os agentes financeiros constituem-se como elementos essenciais do ambiente organizacional para a agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra. Essas organizações fazem com que as normas e as políticas públicas de financiamento cheguem até o agricultor familiar com o propósito de inseri-lo no mercado de crédito. O município possui cinco agências financeiras, públicas, privadas e cooperativas. Todos os entrevistados utilizam-se dos serviços dessas agências, sem recorrer a agentes financeiros de municípios vizinhos. A discussão da percepção dos agricultores familiares frente às ações desenvolvidas por essas organizações financeiras foram detalhadas na análise do ambiente institucional para dar maior credibilidade e compreensão à política creditícia nacional.

Ressalta-se, também, a importância da EMATER¹², situada em Salto do Lontra desde o ano de 2004. Essa organização volta-se, essencialmente, à agricultura familiar no município, e desenvolve ações que contribuem para fortalecer as atividades do meio rural, tais como: orientações técnicas em bovinocultura de leite, grãos, olerícolas, fruticultura e agroindústria. Além disso, auxiliam na organização de documentação necessária para que o agricultor familiar acesse políticas públicas tais como: Pronaf, Trator Solidário, Programa de Irrigação Noturna (PIN), Requerimento para Uso Independente da Água, Habitação Rural, Família Paranaense, regularização fundiária, crédito fundiário e Programa de Manejo de Solos e Água em Microbacias. Cabe ressaltar que as ações quanto às orientações técnicas são contínuas e a execução de políticas públicas é esporádica, conforme a demanda dos agricultores familiares.

A procura pelos serviços oferecidos pela EMATER Salto do Lontra é alta. Porém, o número de funcionários é insuficiente, contando hoje com dois técnicos extensionistas para atender a 927 propriedades de agricultores familiares. Esse cenário reflete a insatisfação de 80% dos agricultores familiares irrigantes entrevistados quanto ao serviço prestado pelos técnicos da EMATER. Para esses agricultores, os técnicos estão presentes apenas no ato de convencê-los a implantar o método de irrigação. No período de funcionamento, não recebem auxílio para identificar se o sistema é adequado à atividade ou se o mesmo está respondendo de forma eficiente. Esse cenário observado localmente reflete uma continuidade em nível nacional, que denota a necessidade de maior força de trabalho voltado às demandas da agricultura familiar (SOUZA et al., 2018).

Segundo os técnicos da EMATER, as maiores dificuldades para manter ou incentivar o número de agricultores familiares irrigantes no município está na falta de conhecimento do produtor quanto ao tempo de uso de um sistema e seus benefícios bem como em relação à quantidade e qualidade de água para irrigar. Outro fator salientado é a falta de assistência técnica das empresas que fornecem os equipamentos de irrigação, as

¹² Entrevista concedida pelo Extensionista da EMATER Salto do Lontra, Matheus Ribeiro no dia 28 de junho de 2018.

quais se fazem presentes apenas na venda, mas pouco contribuem em um momento posterior.

Quanto às parcerias, a EMATER está constantemente integrada a eventos ou programas do departamento de agricultura (Figura 6), sindicatos, agentes financeiros, universidades da região, empresas privadas, IAPAR e EMBRAPA. A interação entre as organizações que dão suporte à agricultura familiar contribui para o desenvolvimento de projetos que possam atender às necessidades dos agricultores familiares de Salto do Lontra.



Figura 6 Dia de campo promovido pela EMATER sobre irrigação em Salto do Lontra/PR, maio de 2019.

Contudo, algumas observações são relevantes. A mão de obra restrita da EMATER reduz significativamente o alcance das ações propostas e, muitas vezes, não chega ao conhecimento desses agentes econômicos. Além disso, a falta de iniciativa do agricultor familiar irrigante em buscar informação e conhecimento com a participação em eventos e palestras promovidos. Em muitos casos, a falta de comprometimento dos agricultores familiares, por desconhecerem a real importância da irrigação para suas propriedades, e o impacto que o estresse hídrico pode causar à planta dificultam as ações das organizações colaborativas. Um cenário que é influenciado pelo grau de escolaridade do agricultor familiar do município (Figura 7), pois 46% têm apenas o fundamental incompleto, ou seja, menos de quatro anos de estudos e apenas 6% com ensino superior completo.

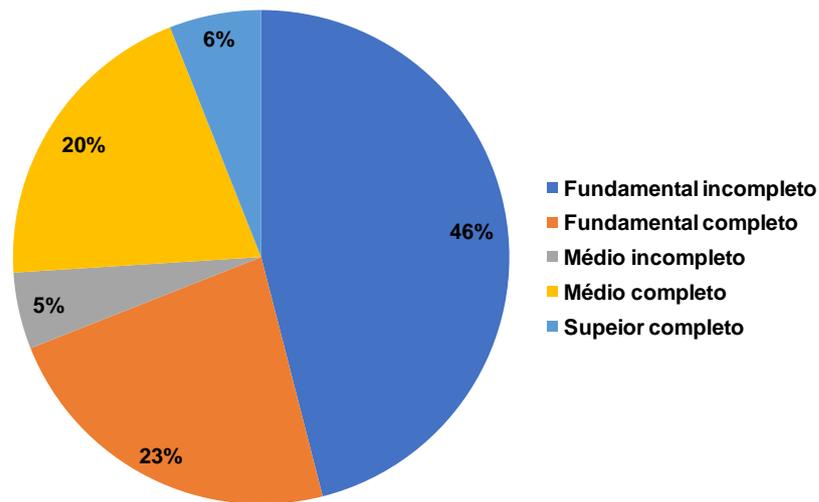


Figura 7 Nível educacional dos agricultores familiares irrigantes entrevistados de Salto do Lontra/PR.

A baixa instrução e qualificação dos agricultores irrigantes de Salto do Lontra reflete um panorama nacional, um processo cultural, cuja espera pelo assistencialismo, pela ajuda externa ainda prospera nesse setor, mas que pode ser mudada com maior inserção das organizações de classe na realidade do produtor.

Outra organização representativa dos agricultores familiares é o Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Salto do Lontra¹³. A organização visa auxiliar o agricultor familiar, principalmente em trâmites jurídicos. No tocante à irrigação, não existe contribuição. A demanda ocorre para conseguir auxílio maternidade para as agricultoras familiares, aposentadorias e auxílio doença. Alguns projetos são feitos para proteger as nascentes e auxiliar na parte burocrática do programa Minha Casa Minha Vida. Atualmente, o sindicato conta com cerca de 1.000 sócios, mas apenas 300 pagam a anuidade. Há anos o sindicato não oferece cursos nem palestras voltados à qualificação do homem do campo em função da baixa procura, a qual inviabiliza os eventos. A idade influencia na baixa demanda por qualificação, pois 43% dos entrevistados possuem entre 56 e 65 anos (Figura 8), período em que a produtividade da força de trabalho é menor.

¹³ Entrevista concedida pelo presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Salto do Lontra, Odemar Fachi no dia 18 de junho de 2018.

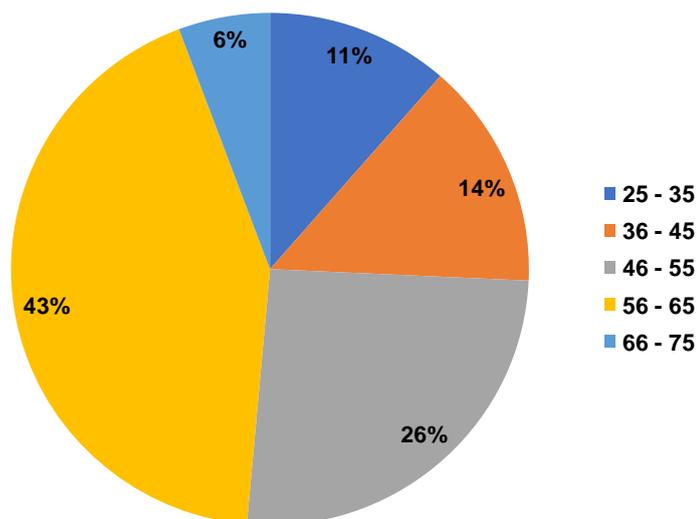


Figura 8 Faixa etária dos agricultores familiares irrigantes entrevistados de Salto do Lontra/PR.

A redução do número de jovens nas propriedades rurais é um dos fatores que mais impacta na falta de estímulo desses produtores. A média é de dois filhos por família e representa 37% dos agricultores entrevistados (Figura 9). Esses jovens, em sua maioria, buscam condições melhores nas cidades e, aos poucos, o serviço pesado desestimula os proprietários a continuarem com os sistemas de irrigação.

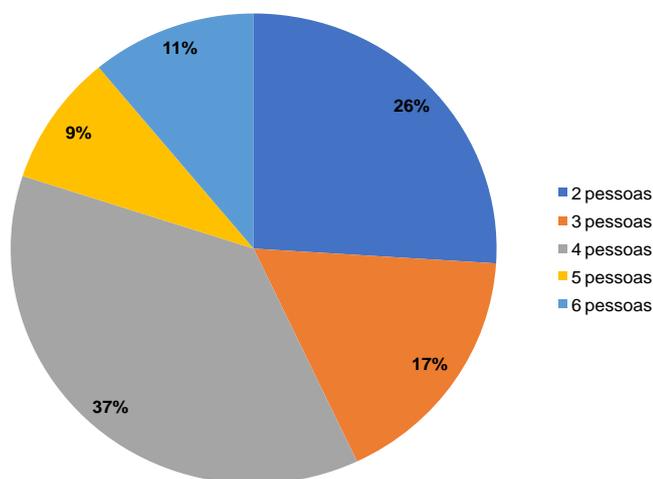


Figura 9 Número de pessoas que residem e trabalham na propriedade.

A falta de comprometimento dos agricultores familiares com o Sindicato dos trabalhadores rurais e o desinteresse dos jovens em participar de eventos proporcionados pela organização são apontados como os pilares do seu enfraquecimento em nível local. Contudo, os agricultores familiares irrigantes entrevistados enfatizam que o sindicato não procura estimulá-los nem auxiliá-los nas questões técnicas e burocráticas das atividades desenvolvidas em suas propriedades. Assim, os agricultores não se sentem representados por essa organização.

Esse fato remete ao fechamento do Sindicato Patronal Rural, que encerrou suas atividades no ano de 2015 por questões política e pela baixa participação dos agricultores. Em conjunto com a análise, pode-se citar a falta do SENAI com seus cursos de aprendizado em nível de implementos agrícolas assim como o SEBRAE com cursos para os jovens do campo, como o empreendedor rural. Tais organizações estão situadas em municípios vizinhos, mas não há inter-relação entre elas e os agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra.

O Departamento de Agricultura¹⁴ também representa uma organização de extrema importância para a agricultura familiar de Salto do Lontra, em especial a irrigada. O PIB do município é formado por 77% das atividades da agricultura familiar. Assim, o poder público auxilia os agricultores desde as questões burocráticas até questões técnicas. Contribui na elaboração de projetos que vise ampliar a capacidade produtiva da propriedade familiar, como o PRONAF Custeio. Também oferecem apoio técnico e priorizam a cadeia produtiva do leite, que responde por 90% das atividades desenvolvidas pela agricultura familiar local. O município produz cerca de 1,5 milhão de litros de leite mensalmente, que corroboram para sua forte representatividade regionalmente (DERAL, 2018).

O setor público contribui para esse cenário por meio do Programa de Inseminação Artificial (PIA), apoiado pelo governo do estado. A prefeitura, através do Departamento de Agricultura de Salto do Lontra, fornece os botijões de nitrogênio para os produtores armazenarem os sêmens dos animais adquiridos a fim de obter o melhoramento genético. Os técnicos do departamento ministram cursos para auxiliar o agricultor familiar na melhor escolha da raça a ser inseminada para obter os resultados esperados, como aumento na produção, controle zootécnico do rebanho, diminuição de acidentes no parto e a qualidade do produto final. A procura é alta e os produtores são interessados e priorizam essas ações, pois sabem que quanto maior o conhecimento, maior a renda gerada na propriedade.

Outro programa oferecido em nível local é o Máquina na Propriedade, em que o produtor tem direito a 10 horas por ano, pagando 50% a menos que o valor de mercado. O agricultor familiar irrigante se beneficia dessas máquinas para fazer o dreno da área irrigada, pois a maioria utiliza a irrigação para as pastagens. O poder público também auxilia na época de entressafas com o levantamento topográfico e curvas de nível.

É válido salientar a relevância dada as parcerias entre diversas organizações para que muitos projetos se solidifiquem e se fortaleçam localmente. Entre os parceiros, citam-se o Serviço Nacional de Aprendizagem rural (SENAR), Banco do Brasil (BB), Sindicato dos Trabalhadores Rurais, EMATER e as cooperativas de crédito.

As Associações locais constituem uma organização de extrema importância para os agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra. Cada comunidade possui uma

¹⁴ Entrevista concedida pelo diretor do Departamento de Agricultura do município de Salto do Lontra, Neuri Frigo no dia 15 de junho de 2018.

associação que recebe, via verbas do governo estadual, máquinas e equipamentos agrícolas para serem utilizados nas propriedades desses produtores. Cada agricultor aluga as máquinas que necessita por um preço 50% inferior ao de mercado. O valor cobrado serve para a manutenção das máquinas. A organização das comunidades contribui para que o custo de produção seja reduzido, a fim de auxiliar o agricultor familiar a ter acesso às tecnologias com um preço compatível com sua capacidade de produção. Tais ações permitem que o agricultor familiar possa fazer novos investimentos na qualidade e produtividade de suas atividades.

É importante também destacar a participação da única empresa fornecedora de sistemas de irrigação da região. O trabalho dela centra-se na venda de equipamentos para esclarecer ao produtor sobre área, necessidade de água, tecnologias existentes e o tipo que melhor se adapta ao local que será irrigado. Porém, não há um atendimento pós-venda no que tange ao treinamento do produtor para melhor utilização do sistema escolhido nem auxilia em problemas básicos como entupimento dos aspersores, vazamentos ou troca de equipamento. A referida empresa oferece serviço de manutenção quando o produtor solicita, porém com custo adicional.

Por outro lado, um dos pilares do ambiente organizacional são as universidades, as quais podem se inserir nas comunidades com projetos de pesquisa e extensão. Em 2008, Salto do Lontra foi agraciado com projetos de professores do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE que se perpetuam até os dias atuais com a participação de outras universidades, como é o caso da Universidade tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

A tecnologia de irrigação foi apresentada aos agricultores familiares do município Com a parceria da EMATER, visando auxiliar o produtor na tomada de decisão e esclarecimentos quanto ao uso de tecnologia, benefícios e dificuldades. A princípio, foram distribuídos kits de irrigação por gotejamento adquiridos via projeto de extensão encaminhado ao MCT/CNPQ/CT – HIDRO.

As primeiras ações destinaram-se a repassar as informações necessárias aos agricultores familiares sobre a tecnologia de irrigação, envolvendo exposição do método utilizado bem como a importância da qualidade do solo e da água para a eficácia da tecnologia na propriedade. Os agricultores familiares foram acompanhados por professores e alunos de doutorado, mestrado e graduação durante o período de vigência do projeto. A EMATER ficou responsável pela assistência técnica aos agricultores familiares.

Em razão do trabalho manual excessivo com o sistema por gotejamento, a saúde debilitada de muitos agricultores, a mudança de atividade e o fato de haver baixa sucessão nessas propriedades, 25% dos produtores entrevistados que receberam o subsídio da irrigação reduziram a área irrigada, utilizando a tecnologia em atividades de autoconsumo, como hortas e pomares. Isso não reduz a importância da tecnologia de irrigação para esses

produtores, pois produzem parte dos alimentos necessários à sobrevivência deles, por conseguinte, há uma redução na necessidade de renda destinada para a aquisição dos alimentos. Em contrapartida, aqueles produtores, cuja irrigação foi necessária e as condições acima citadas se mostraram contrárias, passaram a utilizar sistemas mais eficientes, conseqüentemente, eles ampliaram a área irrigada.

Dos agricultores familiares entrevistados, o maior percentual de área irrigada encontra-se no grupo com terras de 10 até menos de 50 hectares (10>50). Observou-se que 55,43% dos agricultores entrevistados irrigam de dois a menos de cinco hectares (Figura 10), representando 73,38 hectares irrigados de um total de 132,38 hectares. Em se tratando de cultivo vegetal, a principal cultura é a pastagem. Aproximadamente 23,5% reduziram a área irrigada, mantendo o manejo com irrigação para uso sem fins lucrativos. Esse grupo é capaz de diversificar suas atividades, produzir em escala e investir mais em tecnologia. O tempo de retorno do investimento com irrigação varia de 2 a 6 anos, sendo que 30,33% conseguem pagá-lo em quatro anos.

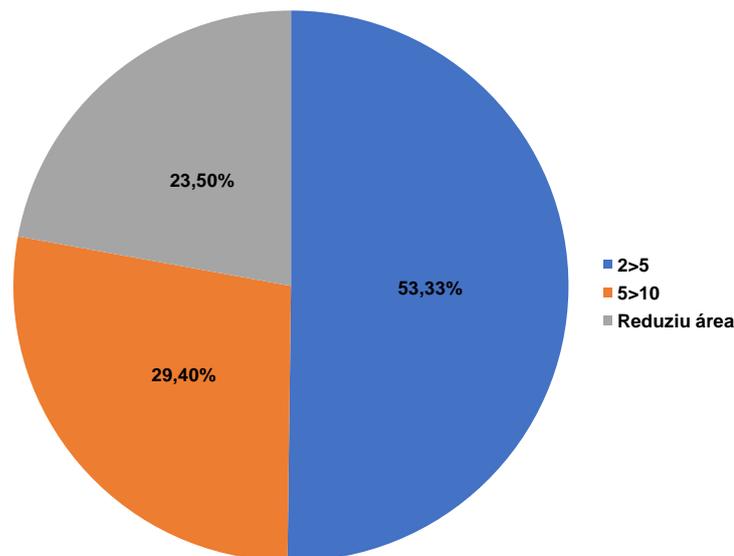


Figura 10 Total de área irrigada para o grupo de famílias de agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra/PR que possui de 10 a menos de 50 hectares

Em seguida, destacam-se os agricultores com cinco a menos de dez hectares (5>10). Estes representam 44,48 hectares com irrigação. Nesse grupo, o maior percentual de área irrigada está entre dois e menor de cinco hectares (2>5), cerca de 50%. Também, apresenta maior número de agricultores que reduziram a área irrigada com 33,33%. Os agricultores familiares irrigantes afirmaram na pesquisa que o tempo de retorno do investimento na tecnologia de irrigação varia entre dois e seis anos. Assim, o tamanho da área irrigada não interfere no tempo de pagamento do sistema.

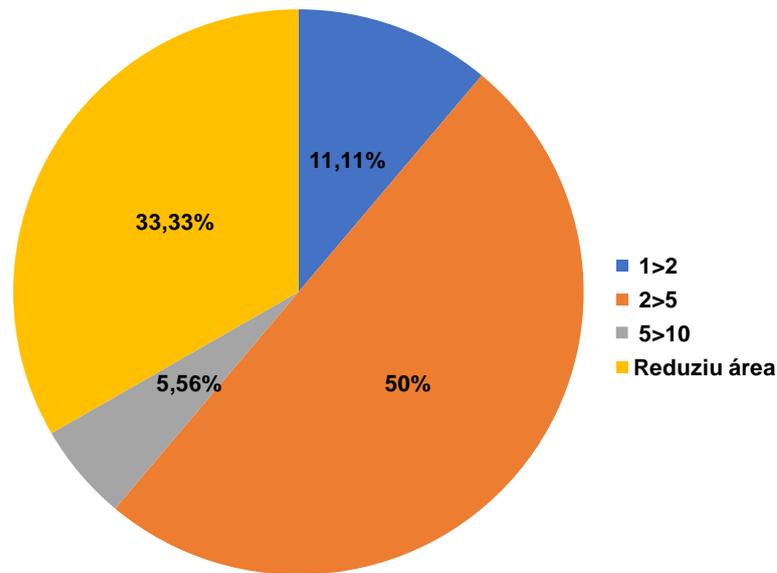


Figura 11 Total de área irrigada para o grupo de famílias de agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra/PR que possui de cinco a menos de dez hectares

O sistema de aspersão é o mais utilizado (87%) e retrata o cenário nacional (ATLAS DA IRRIGAÇÃO, 2018). É considerado um sistema que, segundo os entrevistados, oferece alta eficácia, baixo manejo e custos compatíveis com a realidade local. A satisfação com o uso da irrigação fez com que ocorresse um aumento de 92% na área irrigada dos agricultores familiares entrevistados, um cenário próximo ao identificado pelo Censo Agropecuário 2017, que apresentou aumento de 100% da área irrigada com o mesmo tamanho e mesmo tipo de sistema dos entrevistados (aspersão e gotejamento) no município nos últimos dez anos.

Isso demonstra que as universidades são disseminadoras da tecnologia de irrigação em Salto do Lontra. A aproximação do conhecimento, a valorização do trabalho desenvolvido por esses produtores e o respeito com que foram tratados criaram sinergias positivas entre os agentes. Fato intrínseco às organizações que buscam objetivos em comum e que fortalecem os vínculos entre os agentes econômicos. Contudo, esses mesmos agricultores que permaneceram com a irrigação observam que existe maior necessidade de serviços e apoio prestados pelas universidades.

Um ambiente organizacional forte, consolidado, com indivíduos trabalhando no fortalecimento de um setor induz ao aumento da competitividade dos agentes econômicos e, por conseguinte, das demais organizações que formam uma cadeia produtiva. O embasamento organizacional interligado com as ações do ambiente institucional proporciona maior competitividade, amadurecimento, informação e capacidade de enfrentamento em momentos de dificuldade. Esse cenário pode contribuir para que a

agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra, além de identificar a melhor forma de coordenação e enfatizar o esforço coletivo dessa categoria produtiva.

4.4 CONCLUSÕES

A tecnologia de irrigação constitui-se como alternativa de sustentabilidade da agricultura familiar do município de Salto do Lontra, sudoeste paranaense. Porém, o uso dessa tecnologia demanda conhecimento, informação, capacitação do produtor e assistência técnica adequada, com o propósito de manter o sistema funcionando com total eficácia.

Em razão disso, o presente estudo analisou a participação dos ambientes institucional e organizacional do município de Salto do Lontra, com a finalidade de identificar as ações desenvolvidas por essas entidades em prol da implantação e perpetuação da irrigação localmente. Percebeu-se um ambiente institucional consolidado, com regras estabelecidas e políticas adequadas ao melhor desempenho da agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra. Porém, observou-se um ambiente organizacional desestruturado, em que há a necessidade de uma coordenação eficiente dos agentes envolvidos em prol de ações conjuntas e eficazes para incentivar e fortalecer a irrigação na agricultura familiar de Salto do Lontra.

Para tanto, alguns desafios devem ser vencidos, tais como a necessidade de apoiar e estimular ações conjuntas, levar a informação de forma coerente e de acordo com a realidade local, gerar externalidades positivas e contribuir para que os agentes sintam-se pertencentes à localidade. Assim, é possível planejar uma agricultura familiar irrigante ativa e fortalecida em âmbito regional.

4.5 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Atlas da irrigação**. Disponível em: www.atlasirrigação.ana.gov.br. Acesso em: dezembro de 2018.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em: www.bcb.gov.br. Acesso em 07 de janeiro de 2019.

BEEKMAN W.; VELDWISCH, G.J.; BOLDING, A. Identifying the potential for irrigation development in Mozambique: Capitalizing on the drivers behind farmer-led irrigation expansion. **Physics and Chemistry of the Earth**, 2018, v.116, p. 54-63, 2014. <http://doi10.1016/j.pce.2014.10.002>

BRASIL. Lei n. 11346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional — SISAN, com vistas a assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, D F, 16 set. 2006.

CAMPELO, D.A. As políticas públicas para a agricultura familiar brasileira em clima semiárido: do combate à convivência. **Revista Brasileira de Pós-Graduação (RBPG)**, v.10, n.21, 2013.

CASTRO, L.T.; NEVES, M.F.; NAKATANI, J.K. Modelos organizacionais para parcerias público-privadas na irrigação pública no Brasil. **Revista de Administração**, São Paulo, v.48, n.2, 2013.

CAVIGLIONI *et al.* **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR: 2002.

CUNHA, K.C.; Rocha, R.V. da. Automação no processo de irrigação na Agricultura familiar com plataforma Arduino. **Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, v.1 n.2, 2015.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DO MUNICÍPIO DE SALTO DO LONTRA. Entrevista concedida pelo diretor de agricultura do município de Salto do Lontra, Neuri Frigo em junho de 2018.

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL. Disponível em: www.agricultura.pr.gov.br. Acesso: setembro de 2018.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER. Entrevista concedida pelo Extensionista da EMATER Salto do Lontra, Matheus Ribeiro em junho de 2018.

FAO (2014). **The state of food and agriculture 2014: Innovation in family farming**. Disponível em: www.fao.org. Acesso em: junho de 2018.

GIORDANO, M.; FRAITURE, C. de. **Small private irrigation: Enhancing benefits and managing trade-offs**. *Agricultural Water Management (on line)*, v.131, p.175-182, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.07.005>

GRAZIANO DA SILVA, J. **The Family Farming Revolution**. In opinion article by FAO-Director General José Graziano da Silva. Retrieved from FAO <<http://www.fao.org/about/who-we-are/director-gen/faodg-opinionarticles/detail/en/c/212364/>>.

HAGOS, F.; MAMO, K. **Financial viability groundwater irrigation and its impact on livelihoods of smallholder farmers: the case of eastern Ethiopia**. *Water Resources and Economics (on line)*, 2014, p. 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.08.001>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas, acesso em março de 2019.

_____. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas, acesso em março de 2019.

_____. **Censo Agropecuário 1995/86**. Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas. Acesso em janeiro de 2019.

FUNDO NACIONAL DA EDUCAÇÃO – FNDE. Disponível em: www.fnde.gov.br. Acesso em fevereiro de 2019.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Municípios e regiões**. Disponível em: www.ipardes.gov.br, 2014

KHOR, L.Y.; FEIKE, T, **Economic sustainability of irrigation practices in arid cotton production**, Water Resources and Economics (on line), 2017, v.20, p. 40-52. <http://doi.10.1016/j.wer.2017.10.004>

KOOIJ, S. *et al*, **Re-allocating yet-to-saved water in irrigation modernization projects: the case of the Bittit irrigation system, Morocco**. Drip Irrigation for agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development, NY, 2017, p. 68-84. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315537146>

LOIOLA, M.; SOUZA, F. de; Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, n.1, p.171-180, 2001 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB – Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>

MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário. Acesso em outubro de 2019. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-%C3%A9-8%C2%AA-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>. Acesso em setembro de 2019.

MÉNARD, C. Research frontiers of new institutional economics.. **Revista de Administração da USP**, 2018, v.53, n.1. ISSN 2531-0488. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rauspm.2017.12-002>

MUCHARA, B; MBATHA, C.N. **Role Innovations on smallholder agricultural entrepreneurship in Kwazulu-Natal, South Africa**. Journal Human Ecology, 2016.

MWANGI, J.K.; CREWETT, W. **The impact of irrigation on small-scale African indigenous vegetable growers market access in Peri-urban Kenya**. Agricultural Water Management, pg. 295-305, 2018. Disponível em: www.elsevier.com/locate/agwat. Acesso em dezembro de 2018.

NCUBE, B.L. **Institutional support systems for small-scale farmers at new forest irrigation scheme in Mpumalanga South Africa: constraints and opportunities**. South Africa Agric. Ext. v.45, n2, 2017. URL: <https://doi.org/10.17159/2413-3221>.

NETO, A.B.F.; ROCHA, L.B.A. O **approach da complexidade ao direito e economia: uma necessária interação**. Revista de Direito, Economia e Desenvolvimento Sustentável | e-ISSN: 2526-0057 | Curitiba | v. 2 | n. 2 | p. 147 - 163 | Jul/Dez. 2016.

OSTROSKI, D.; VILAS BOAS, M.A.; PIERUCINNI, M.; SILVA, A. C. G.; REMOR, A. **Irrigation as Strengthening of Smallholder in the Municipality of Salto do Lontra**. Journal Agricultural Science, August, 2019 doi:10.5539/jas.v11n14p161. URL: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n14p161>.

SEAB – Secretaria Estadual da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: www.agricultura.pr.gov.br. Acesso em setembro de 2018.

SINDICATO DOS TRABALHADORES RURAIS DE SALTO DO LONTRA. Entrevista concedida pelo presidente do sindicato Odemar Fachi, junho de 2018.

SOUZA, P. M. de *et al*. **Technology in Brazilian agriculture: an analysis of the regional inequalities for the family and non-family sectors**. Revista de Economia do Nordeste, v.49, n.3, p.147-169, July/sept, 2018.

TESTEZLAF, R. **Irrigação: Métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, 2017.

TIJANI, M. N. *et al.*, **Welfare analysis of smallholder farmers by irrigation systems and factors affecting their production outputs in Nigeria.** Sustainability of water quality and ecology. p. 90-100, 2015. <http://doi: 10.1016/j.swaqe.2014.12.002>

5 ARTIGO II - COMPARATIVO DE MÉTODOS DE ANÁLISE MULTIVARIADA APLICADOS ÀS VARIÁVEIS SOCIOECONÔMICAS DA AGRICULTURA FAMILIAR IRRIGADA DE SALTO DO LONTRA – PR¹⁵

Resumo: No presente estudo empregam-se técnicas de Análise Multivariada (Análise de Componentes Principais e Análise de Agrupamento) com o objetivo de identificar o melhor método para explicar a relação entre as variáveis socioeconômicas e o impacto da irrigação na agricultura familiar de Salto do Lontra/PR. Os dados são provenientes de pesquisa direta, obtidos por questionários. Utilizou-se a CATPCA para a análise de agrupamentos, estimando-se a matriz de correlação e posterior carregamento das componentes principais. A matriz de distância Euclidiana com base nos dados originais foi estimada para análise de agrupamento e aplicado o método de ligação completa, por apresentar os melhores agrupamentos para os dados apresentados. A ACP promoveu a redução de vinte e três para oito componentes. A CP1 foi a única que selecionou a maioria das variáveis relevantes, assim dificultou o restante da análise. A técnica de Análise de Agrupamento apresentou resultados satisfatórios e agrupou as variáveis em quatro grupos com similaridades elevadas entre si. Ao agrupar os casos, foram obtidos três grupos que definiram o perfil do agricultor que irriga em Salto do Lontra. Foram obtidos três perfis: tecnificados, razoavelmente tecnificados e pouco tecnificados. Os tecnificados são os que detêm maior percentual área irrigada, maior grau de escolaridade, idade entre 45 e 53 anos, maiores investimentos em tecnologia, aumento na qualidade de vida e satisfação com a utilização da irrigação.

Palavras-chave: agricultura familiar, análise de componentes principais e análise de agrupamento.

COMPARISON OF MULTIVARIATE ANALYSIS METHODS APPLIED TO THE SOCIOECONOMIC VARIABLES OF IRRIGATING FAMILIAR FARMERS IN SALTO DO LONTRA/PR

Abstract: Multivariate Analysis (Principal Component Analysis and Cluster Analysis) techniques are employed in this study to identify the best method to explain the relationship among socioeconomic variables and the impact of irrigation on familiar farming in Salto do Lontra/PR. The data come from a direct research, obtained by questionnaires. CATPCA was used to analyze clusters, estimating the correlation matrix and subsequent loading of the main components. Euclidean distance matrix was estimated for cluster analysis based on original data, and the complete binding method was applied, as it presents the best clusters for the presented data. CPA reduced the number from 23 to 8 components, while PC1 was the only one that selected most of the relevant variables, making difficult to analyze the other ones. The Cluster Analysis technique presented satisfactory results and clustered the variables into four groups with high similarities among themselves. By clustering the cases, three groups were obtained that defined the irrigating farmers' profile in Salto do Lontra. Thus, three profiles were obtained: technified, reasonably technified and poorly technified. The technified ones have the highest percentage of irrigated area, higher education level, age from 45 to 53 years old, higher investments in technology, as well as increased quality of life and satisfaction with irrigation application.

Keyword: familiar farming, the main components analysis and cluster analysis

5.1 INTRODUÇÃO

¹⁵ Para a elaboração do artigo 2 seguiu-se as normas da revista Land Use Polity (Anexo 3).

A agricultura familiar desempenha papel de grande relevância para a segurança alimentar e sustentabilidade ambiental em nível mundial, além de auxiliar na manutenção de milhões de empregos diretos e indiretos (FAO, 2019). No Brasil, 3.897.408 estabelecimentos rurais são de caráter familiar, detendo 23% das terras com aproximadamente 23% do valor da produção nacional e a geração de 10,1 milhões de empregos diretos, fato que enaltece sua importância (IBGE, 2017).

Dentre os estados com maior representatividade na agricultura familiar está o Paraná, com cerca de 80% de suas propriedades rurais inseridas neste contexto. O fator tecnologia desponta como essencial para a permanência desse grupo na área rural e a irrigação é uma ferramenta importante em termos de tecnologia.

A relação entre a agricultura familiar e a tecnologia de irrigação vem sendo estudada mundialmente. A ênfase dos estudos centra-se no uso eficiente da água pela irrigação e na redução da pobreza no campo quando existe a adoção dessa tecnologia. Porém, uma nova abordagem científica é a inserção de métodos estatísticos para aprofundar esses estudos. A análise de componentes principais e a análise de agrupamentos representam dois dos métodos da estatística multivariada muito utilizados (MUEMA *et al.* 2018; FANG *et al.* 2017; IRERI, 2017; CHATTERJEE *et al.* 2015; REGALADO 2014; NÓBREGA 2014; PERES JR. *et al.* 2012; SRAIRI *et al.* 2008). As temáticas abordam a análise de gestão das propriedades irrigadas, a participação das organizações e instituições na manutenção do uso da água e a tipificação da agricultura familiar irrigante. Estudos que aliam a análise estatística aos fatores socioeconômicos que impulsionem ou inibem a irrigação ainda são pouco difundidos.

Assim, este estudo objetivou caracterizar e analisar a intrínseca relação entre a tecnologia de irrigação e o retorno socioeconômico proporcionado pela utilização desta tecnologia na agricultura familiar no município de Salto do Lontra. Buscou-se, a partir da técnica de análise multivariada, identificar o melhor método que sintetize as principais variáveis socioeconômicas que têm impacto no processo de irrigação. A partir destas variáveis, pode-se constatar e agrupar os agricultores por níveis de homogeneidade e assim produzir resultados que melhor expressem a relevância da irrigação localmente.

5.2 Tipologias da agricultura familiar e o contexto da irrigação

Observa-se a coexistência de diferentes formas de agricultura familiar no Brasil. Uma tecnificada, consolidada, na qual o agricultor é um empresário rural. A agricultura familiar em transição, em que o produtor rural não possui muita tecnificação, mas com o apoio de organizações representativas e poder público, busca a apropriação tecnológica. E, por fim, a agricultura familiar periférica, que agrega quase 82% da agricultura familiar do país (IBGE, 2017).

Dentre os estados com expressiva representatividade da agricultura familiar, especialmente a tecnificada e em transição, está o Paraná com 371.051 estabelecimentos

agropecuários, sendo 81,63% representados pela agricultura familiar. A categoria ocupa uma área total de 27,8% com participação no Valor Bruto da Produção (VBP) na ordem de 43%, além de ocupar 70% da mão de obra. A região Sudoeste do estado está na primeira colocação com 88,9% de suas propriedades formadas pela agricultura familiar (IBGE, 2017). A apropriação tecnológica torna-se um diferencial no estado e proporciona a inserção no mercado de forma competitiva e consistente.

Essa incorporação tecnológica é observada nas diversas cadeias produtivas, como grãos, aves, suínos e pecuária leiteira. O aporte tecnológico incorpora todo o processo produtivo, com o propósito de aumentar a receita do produtor. Esse fato pode ser observado quando se analisa a tecnologia de irrigação, que é grande aliada na redução de custos de diversas atividades rurais. Nas últimas décadas, esta tecnologia assume participação relevante no fortalecimento da agricultura familiar paranaense. Houve um aumento de 167% da área irrigada nacionalmente nos últimos 20 anos, enquanto a região Sul cresceu cerca de 73% e o estado do Paraná apresentou um crescimento de 232,2% (Tabela 1).

Tabela 1 Panorama da irrigação no Brasil, região Sul e estado do Paraná, segundo os últimos censos agropecuários.

	Nº de Estabelecimentos (total)			Nº de Estabelecimentos com irrigação			Área irrigada (ha)		
	95/96	2006	2017	95/96	2006	2017	95/96	2006	2017
	BRASIL	4.859.865	5.175.636	4.993.578	129.476	331.990	505.503	2.590.000	4.545.534
SUL	1.003.180	1.006.203	850.684	53.803	50.847	59.370	1.003.180	1.238.812	1.731.517
PARANÁ	369.875	371.063	304.110	13.518	12.656	16.659	46.890	105.455	155.782

Fonte: Censos Agropecuários 95/96, 2006 e 2017.
Adaptado de Loiola; Souza, 2001.

A região Sul do Brasil é a segunda em área irrigada com 25,1% e o Sudeste está em primeiro lugar com 38,6%. Quanto ao sistema de irrigação mais utilizado, o de aspersão (s/pivô) prevalece (IBGE, 2017). O Paraná utiliza de forma significativa essa tecnologia. Mesmo sendo um estado dotado de expressivas precipitações pluviométricas anuais, que variam entre 1.100 e 1.920 mm por ano (APARECIDO *et al.* 2016), a presença de veranicos nos momentos cruciais para o desenvolvimento da planta vem estimulando o uso dos sistemas de irrigação.

Na agricultura familiar, a tecnologia aparece como ferramenta para auxiliar a menor perda possível das receitas oriundas das atividades desenvolvidas na propriedade. Assim, é de suma importância identificar e analisar os aspectos socioeconômicos proporcionados pela utilização da irrigação para aperfeiçoar e disseminar o método entre os agricultores familiares. Para isso, a análise estatística serve como suporte para analisar o comportamento das variáveis socioeconômicas visando identificar características intrínsecas ao processo de irrigação.

5.3 Análise estatística multivariada

A análise multivariada é uma técnica estatística que consiste em um conjunto de métodos aplicados em situações onde diferentes variáveis são medidas concomitantemente em cada elemento amostral (MINGOTI, 2005). As técnicas multivariadas podem ser classificadas de duas formas: as que permitem identificar a independência entre as variáveis que caracterizam cada elemento e envolvem a análise simultânea de todas as variáveis do conjunto, tais como: a análise fatorial, análise de agrupamento, análise canônica, análise de ordenamento multidimensional e análise de componentes principais. E as que permitem identificar a dependência entre as variáveis do modelo, tais como: análise de regressão multivariada, análise de contingência múltipla, análise discriminante e análise de variância multivariada (HAIR JUNIOR *et al.* 2005).

5.4 Percepção da Análise de Componentes Principais (ACP)

Na análise de componentes principais, nenhuma premissa é assumida com relação ao número ou características dos grupos *a priori*. As ACPs são construídas de forma que cada indivíduo assuma maior probabilidade de pertencer somente a um subconjunto, possuindo semelhanças entre si e diferenças para com os demais subconjuntos (CORRAR, *et al.* 2014). Assim, a técnica se propõe a formar tanto combinações lineares das n variáveis originais (Y_1, Y_2, \dots, Y_n), como um novo conjunto de dados mais resumido (Z_1, Z_2, \dots, Z_n), chamado de componentes principais, que apresenta as variáveis que melhor representam o estudo (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2015).

Essas componentes auxiliam a compreender e identificar as correlações entre as inúmeras variáveis do conjunto de dados analisado. Assim, a técnica permite eliminar sobreposições e identificar os componentes mais relevantes do banco de dados original para a obtenção de tendências e padrões das variáveis analisadas (SUBASI; GURSOY, 2010).

É possível transformar os dados originais com a técnica de ACP a partir de suas variâncias. A variável independente com maior variação será colocada como primeiro componente; a segunda variável com maior variação como segunda componente e assim, sucessivamente (JOLLIFE, 2005; KUCHLA, 2015). Cada componente principal tem a maior variância possível, desde que não seja correlacionado com os componentes anteriores. Assim, cria-se um novo conjunto de variáveis não correlacionadas e com uma ordem decrescente de importância (CORRAR *et al.* 2014).

Segundo Johnson e Wichern (2007), podem-se mostrar os dados originalmente distribuídos em tabelas, representadas por uma matriz linear. Após sua apresentação numérica, é possível apresentá-la na forma gráfica e identificar os pontos de maior variância. Estes pontos estarão proximamente localizados, indicando indivíduos ou grupos com semelhanças entre si. O contrário também é estabelecido, onde indivíduos ou grupos mais distantes apresentam diferenças entre si (KERNKAMP *et al.* 2016).

Assim, as variáveis selecionadas pela ACP, obtidas no conjunto de dados original, irão fornecer as direções de máxima variabilidade e proporcionar uma análise mais simples e eficiente da covariância dos dados. Porém, é relevante frisar que a eficácia da interpretação das componentes principais está diretamente atrelada ao conhecimento que o pesquisador detém sobre sua amostra, podendo perceber *outliers* e informações errôneas.

5.5 Análise de Agrupamento

A Análise de Agrupamento ou Análise de *Cluster* é um método que tem por objetivo agrupar variáveis ou indivíduos em grupos homogêneos entre si e heterogêneos entre os demais por apresentarem características similares de acordo com algum critério de

classificação (HARDDE; SIMAR, 2003). Assim, a análise baseia-se no cálculo de distância, que atua como índice de similaridade ou dissimilaridade entre as variáveis ou objetos a serem analisados com base em características distintas.

A medida de similaridade mostra que quanto maior for o valor da distância observada, mais semelhantes serão os indivíduos ou objetos; e para a dissimilaridade, quanto maiores os valores, mais distintos eles serão (FREITAS; POERSCHKE, 2008).

Para Cruz e Carneiro (2006), dentre as medidas de dissimilaridade mais utilizadas na literatura estão a distância Euclidiana e a distância de Mahalanobis, sendo a distância Euclidiana a mais difundida para a Análise de Agrupamentos¹⁶. A distância Euclidiana é representada pela equação 1:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (y_{ik} - y_{jk})^2} \quad (1)$$

em que:

d_{ij} = é a distância do elemento i ao j , com $i, j = 1, 2, \dots, n$

y_{ik} e y_{jk} são os valores observados da variável $k, k = 1, 2, \dots, n$, para os indivíduos i e j .

Com base nas distâncias observadas, forma-se uma matriz de distâncias entre as variáveis $D_{(n \times n)}$. Como corresponde a uma medida de dissimilaridade, quanto menores os valores destas distâncias, mais semelhantes serão as variáveis que estão sendo comparadas (MINGOTI, 2005). Porém, para utilizar a distância Euclidiana é necessário padronizar as variáveis antes de efetuar o cálculo, pois geralmente são somadas grandezas não comparáveis como centímetros, quilos, anos e valores monetários.

No âmbito dessa análise, é importante identificar o método mais adequado para a análise dos dados. Pfeiffer (1980) estabelece dois grupos de métodos para a combinação dos agrupamentos, classificados frequentemente, em hierárquicos (aglomerativos e divisivos) e não hierárquicos.

O método hierárquico é muito utilizado em análises exploratórias dos dados para identificar possíveis agrupamentos e o valor provável do número de grupos, constituído sobre níveis distintos de distância. Este método constitui duas técnicas: as aglomerativas e as divisivas.

Os métodos mais utilizados, segundo a literatura, são os hierárquicos aglomerativos que usam cinco algoritmos aglomerativos: Ligação simples (*Single Linkage* ou vizinho mais próximo); Ligação completa (*Complete Linkage* ou Vizinho mais distante); Ligação Média (UPGMA); Método do Centroide (UPGMC); Ligação Mediana (WPGMC) e Critério de Ward.

A técnica da Ligação completa ou vizinho mais distante salienta que a similaridade entre dois grupos é definida pelos elementos com maior distância entre si. Primeiramente,

¹⁶ Por ser a medida de distância aplicada neste estudo, as demais medidas de distância não serão trabalhadas neste artigo.

os objetos menos distantes entre si devem ser primeiramente agrupados $D = d_{(ik)}$. Em seguida, agrupam-se os objetos (U e V) para formar o grupo (UV). Na próxima etapa, calculam-se as distâncias entre (UV) e qualquer outro grupo W pela equação 2:

$$d_{(UV)W} = \max(d_{UV}, d_{VW}) \quad (2)$$

em que:

d_{UV} é a distância entre os objetos UV e VW

Após a identificação das distâncias, é possível construir a matriz de distâncias e os grupos vão se formando. Assim, os elementos de cada grupo são mais parecidos entre si do que com os elementos dos outros grupos.

5.6 Material e Métodos

5.6.1 Área de estudo

Este estudo centrou-se, exclusivamente, no município de Salto do Lontra localizado na região Sudoeste do estado do Paraná, conforme Figura 1. Apresenta uma população de 14.785 habitantes e área total de aproximadamente 313 Km² (IBGE, 2019). A cidade é banhada pelos rios Lontra, Jaracatiá, Mombuco e Cotejipe. O clima da região é caracterizado como Clima Subtropical Úmido (Cfa), com precipitação média de 1.900 mm, Evapotranspiração de 1.000 mm e temperatura média de 18,5 C (CAVIGLIONI *et al.* 2000).

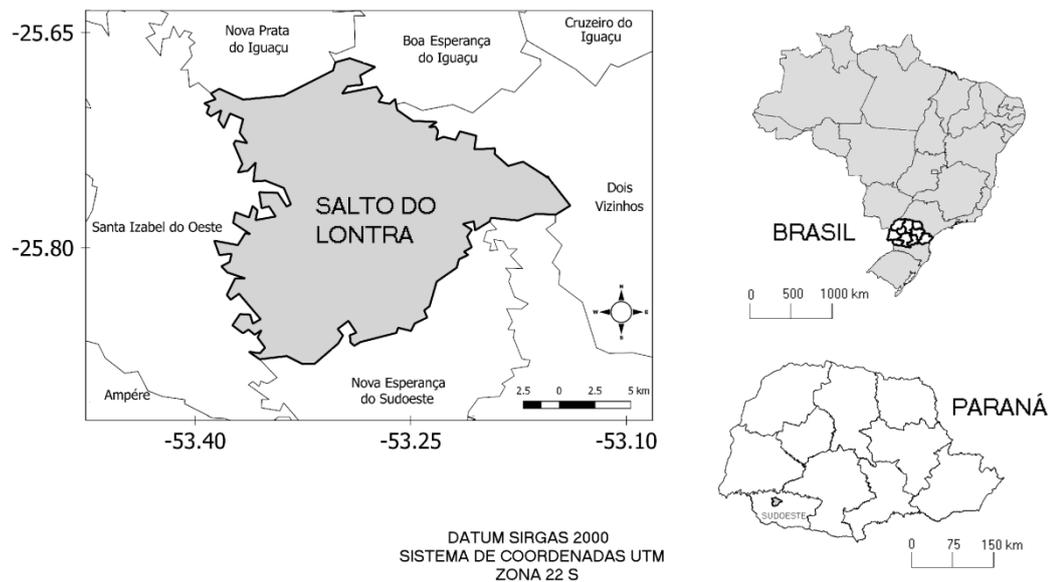


Figura 1 Mapa de localização do Município de Salto do Lontra – PR. Datum WGS-84.

Sua economia centra-se no agronegócio familiar com 1.410 propriedades rurais, com 927 estabelecimentos da agricultura familiar, agroindústrias familiares e industriais (IBGE,

2017). Possui um PIB per capita de R\$19.690,00 e valor bruto de produção de 350 milhões (IPARDES, 2017).

Diversos estudos foram realizados no município de Salto do Lontra. Isso se deve aos trabalhos de extensão desenvolvidos pelo Laboratório de Irrigação e Fertirrigação do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, que percebeu a possibilidade e a necessidade de se levar informação e conhecimento sobre a tecnologia de irrigação a um grupo de agricultores familiares afastados dos centros universitários.

Por intermédio de um projeto maior sob o título: Controle da qualidade da irrigação em unidades rurais de base familiar, visando à conservação de recursos hídricos no município de Salto do Lontra, foram distribuídos kits de irrigação por gotejamento. Isso serviu para estimular os agricultores familiares locais na utilização da tecnologia.

Para esse estudo, a coleta de dados foi feita no ano de 2019. Foram aplicados questionários para trinta e cinco agricultores familiares irrigantes, cujos endereços foram fornecidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER)/Salto do Lontra. As propriedades analisadas estão distribuídas espacialmente como mostra Figura 2.

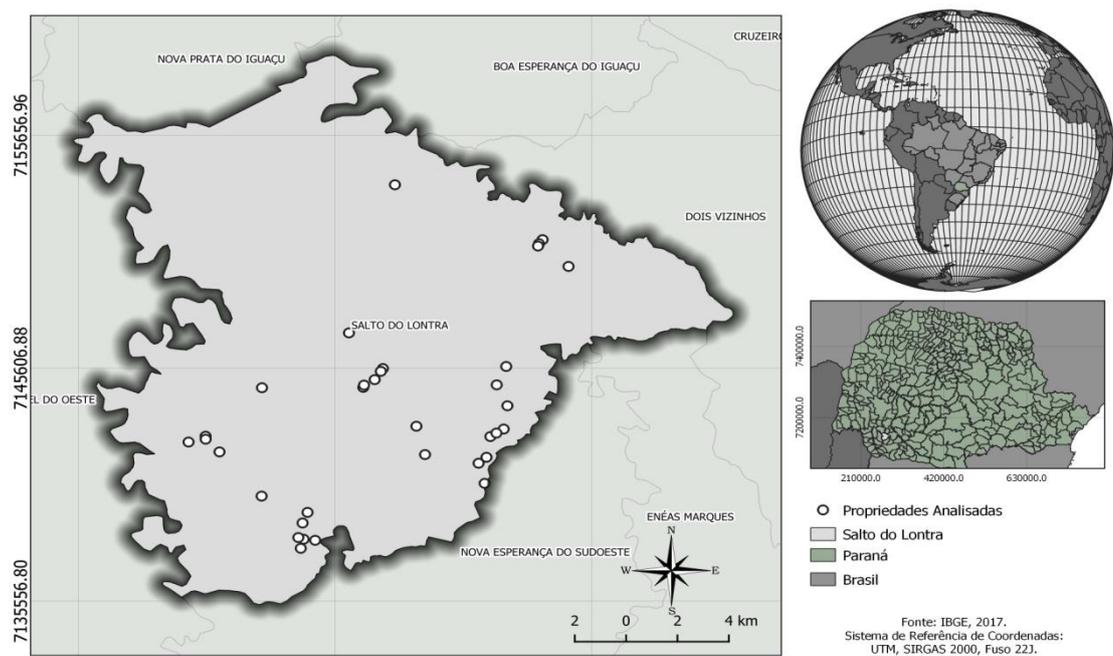


Figura 2: Localização dos estabelecimentos de agricultura familiar de Salto do Lontra/PR visitados. Datum WGS-84, coordenadas EPSG: 4326.

A amostra é não probabilística e os critérios para seleção do público alvo foram conveniência e acessibilidade. As perguntas semiestruturadas se dividiram em qualitativas e quantitativas. A observação direta dos trabalhos de produção como do sistema de irrigação utilizados por esse grupo de agricultores familiares forneceu subsídio para expressar de forma mais precisa a realidade da tecnologia de irrigação em nível local.

5.6.2 Análise estatística dos dados

Vinte e três variáveis foram selecionadas com o intuito de verificar e analisar os dados socioeconômicos do grupo de trinta e cinco agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra. Dasquelas, sete descrevem aspectos sociais e dezesseis representam características econômicas, conforme Tabela 2.

Tabela 2 Variáveis socioeconômicas elencadas na pesquisa

Variáveis Sociais	Variáveis Econômicas
Idade	Tamanho da propriedade (ha)
Escolaridade (anos)	Percentual de aumento de área irrigada
Tempo de residência (anos)	Sistema de irrigação utilizado
Número de pessoas	Custo do sistema de irrigação (R\$)
Acesso aos meios de comunicação	Percentual da renda utilizada para financiamento
Satisfação com a irrigação	Custo mensal para irrigar (R\$)
Qualidade de vida após a irrigação	Tempo de retorno do investimento (anos)
	Renda da propriedade (R\$)
	Percentual da renda utilizada em saúde, educação e lazer
	Complementação da renda
	Qual complementação da renda
	Nível de tecnificação
	Percentual de aumento de renda com a irrigação

Inicialmente, com essas variáveis, realizou-se a análise descritiva dos dados para se conhecer a correlação entre as mesmas. Isso foi executado pelo software *Statiscal Package for the Social Sciences* (SPSS), que utilizou a matriz de correlação de Pearson e elencou as variáveis do estudo com altas correlações.

A técnica estatística de Análise Multivariada foi utilizada para o tratamento e a análise dos dados, a qual consiste em um conjunto de métodos aplicados em situações em que diferentes variáveis são medidas concomitantemente em cada elemento amostral (MINGOTI, 2005). As duas técnicas empregadas consistem na Análise de Componentes principais (ACP) e Análise de Agrupamento (AA).

A Análise de Componentes Principais foi baseada na matriz de correlação de Pearson de variáveis categóricas (qualitativas ordinais, nominais e quantitativas numéricas - CATPCA). Tal técnica foi aplicada com a finalidade de formar uma combinação linear das n variáveis selecionadas, que resultou em um novo conjunto de dados mais resumido. As CPs permitiram explicar características relacionadas aos trinta e cinco (35) agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra e possibilitaram a percepção das variáveis e de que maneira elas interferem na irrigação do grupo entrevistado.

Após a Análise de Componentes Principais foi feita a Análise de Agrupamentos (*cluster*), sendo utilizado o método hierárquico, por não sofrer interferência do pesquisador na formação do número final de *clusters*. Também empregou-se o algoritmo de Ligação

Completa com o objetivo de analisar as similaridades entre os agrupamentos formados pelas vinte e três (23) variáveis e os trinta e cinco (35) casos com relação à incidência da irrigação em suas propriedades, além de descrever o perfil dos agrupamentos obtidos. Considerando para a análise a matriz de distâncias Euclidiana observada entre as variáveis.

Após a conclusão das etapas acima citadas, fez-se a identificação do melhor método da Estatística Multivariada que responde aos objetivos do presente estudo.

5.7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a finalidade de analisar média, desvio padrão, coeficiente de variação e valores de máximo e mínimo, utilizaram-se apenas as variáveis quantitativas, ficando a análise discursiva e gráfica para as variáveis qualitativas. Essa abordagem possibilita a extração de importantes conclusões preliminares antes de aplicar-se a metodologia da estatística multivariada de Análise de Componentes Principais e Agrupamentos. A Tabela 3 apresenta as médias, os desvios padrão, os coeficientes de variação e os valores máximos e mínimos das variáveis passíveis de quantificação.

Tabela 3 Estatística descritiva das variáveis quantitativas da agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra

Variáveis	Médias	Desv Pad.	Coef Var.	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	52,51	11,40	21,71	27	68
Escolaridade (anos)	7,51	3,69	49,20	2	15
Tempo de Residência (anos)	36,23	17,38	47,97	5	62
Número de pessoas	3,63	1,28	35,42	2	6
Tamanho da propriedade (ha)	12,40	9,44	76,08	4	55,66
Percentual aumento de área irrigada	14,29	9,86	69,04	5	35
Custo (R\$)	7.871	5.776	73,37	50	28.000
Percentual da renda p/ financiamento	27	14,31	52,99	0	70
TR (anos)	3,23	2,21	68,47	1	8
Custo mensal irrigar (R\$)	150,30	172,90	115,03	10	850
Renda da Propriedade (R\$)	12.886	8.904	69,10	2.500	46.000
Percentual da renda destinada a saúde, educação, lazer	2,94	1,89	64,07	0,5	8
Percentual aumento de renda com a irrigação	25,29	9,62	38,05	10	45

É possível perceber que existem dois grupos de características distintas no que diz respeito à variabilidade dos dados (CV) ao serem observados os dados apresentados na Tabela 3. O primeiro grupo, compreendido pelas características sociais, com exceção da variável percentual de aumento de renda com a irrigação, apresentou coeficiente de

variação inferior a 50%, enquanto o segundo grupo, que inclui as variáveis econômicas, apresentou um coeficiente de variação superior a 50%, com destaque para a variável *custo mensal para irrigar* que apresentou maior instabilidade frente a sua média. Isso se deve ao fato de alguns agricultores familiares utilizarem a irrigação para autoconsumo, com baixos custos mensais para irrigar, enquanto aqueles que têm a irrigação como ferramenta essencial para as atividades desenvolvidas gastam valores superiores. Destaca-se que o valor para irrigar fica a cargo da energia elétrica utilizada pelo sistema.

Dentre as variáveis observadas, é importante destacar a média de escolaridade do grupo de agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra, um valor de 7,6 anos, que equivale ao ensino fundamental incompleto. Os valores de máximo e mínimo com 15 e 2 anos, respectivamente, corroboram para perceber a grande diferença em anos de estudo entre os agricultores familiares entrevistados (Figura 3).

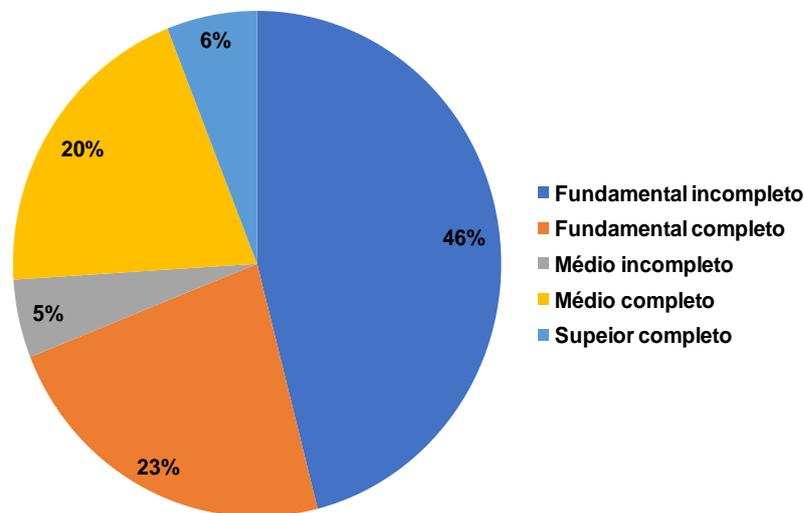


Figura 3 Nível educacional dos agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra

Esse fato pode contribuir negativamente para a gestão da propriedade ou para a incorporação de novas tecnologias. Essa análise é fortalecida ao incluir a variável organização das contas da propriedade, quando apenas 54% dos entrevistados utilizam algum instrumento para controle das receitas e despesas, os demais 46% não possuem qualquer tipo de organização, sendo estes os que apresentam menor nível educacional.

A variável *tempo de residência na propriedade* é outro fator relevante, com média de 36 anos, e demonstra a sucessão no campo, estimulada nas décadas de 80 e 90 (OLIVEIRA; VIEIRA FILHO, 2018). Porém, o panorama atual mostra-se distinto. Quando destaca o número de pessoas que vivem das atividades desenvolvidas na propriedade, há uma média de 3,6 pessoas, com valor máximo de seis e mínimo de duas pessoas (Figura 4). Um cenário de envelhecimento do campo.

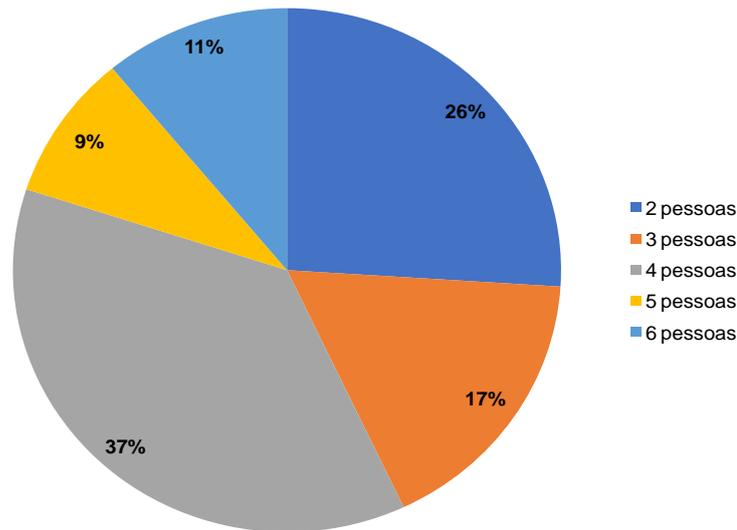


Figura 4 Número de pessoas que residem e trabalham na propriedade

A redução do número de jovens nas propriedades rurais de Salto do Lontra é um dos fatores que mais impacta na falta de estímulo desses produtores. Os filhos, em sua maioria, buscam melhores condições nas cidades, e isso pode fazer com que muitos agricultores desistam de aplicar a tecnologia de irrigação, por necessitarem de mão de obra para instalação, manutenção e manuseio, em que a sucessão está desestimulada e, conseqüentemente, há um impacto na saída dos jovens em busca de oportunidades que lhes garantam melhor renda. Tal fato poderia ser mudado se existissem políticas de incentivo para que esse jovem pudesse permanecer no campo, com perspectivas de melhoria na qualidade de vida e aumento de renda com treinamento, qualificação e pertencimento ao local.

A variável *percentual de aumento de área irrigada*, com média de 14,5%, apresenta um desvio padrão muito próximo dessa média, o que implica que a maioria dos agricultores familiares aumentou a área irrigada em sua propriedade de forma muito semelhante nesses últimos dez anos. Uma abordagem geográfica do comportamento de padrões em aumentar a área irrigada é visualizada na Figura 5. Cada propriedade foi atrelada às suas coordenadas geográficas correspondentes. Em seguida, foi realizada uma interpolação Kernel, no software Qgis 3.4. Foi utilizada a distância em Km², em função da distribuição das propriedades.

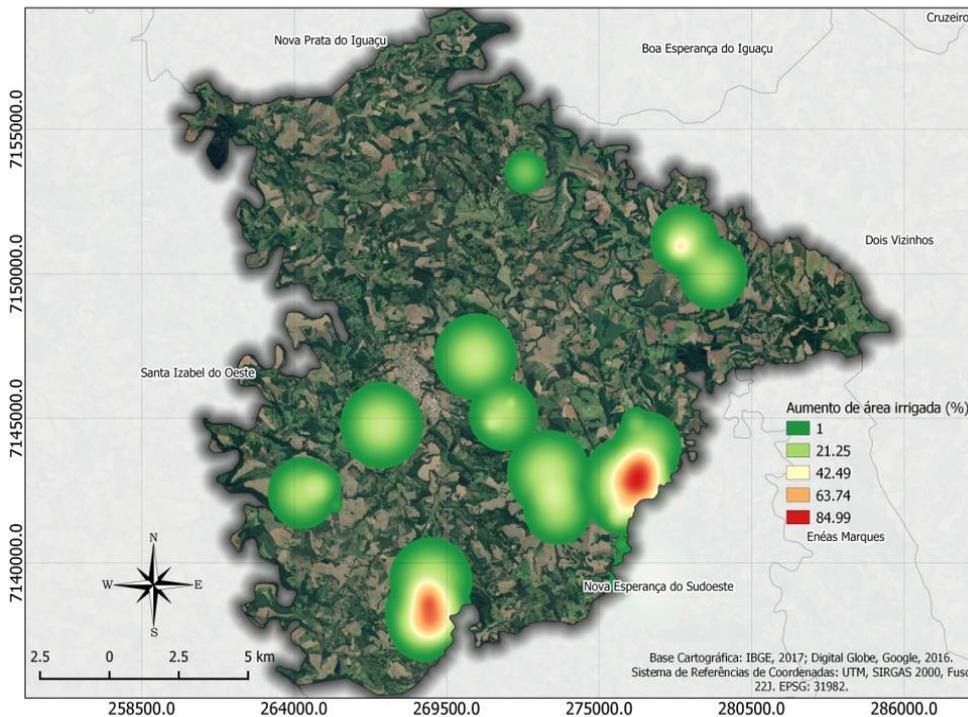


Figura 5 Percentual de aumento de área irrigada pelos agricultores familiares de Salto do Lontra nos últimos 10 anos.

Pode-se perceber que as áreas expressas na cor vermelha apresentam uma aglomeração de produtores que aumentaram expressivamente suas áreas irrigadas. Em contraposição, os agricultores que tiveram menor incremento de área são representados pela cor verde escura. Quanto mais se afastam da área vermelha, menor é o incremento de área realizado pelo grupo de agricultores entrevistados.

Com relação à variável *custo de aquisição do sistema de irrigação*, este varia em função do tamanho da propriedade e da necessidade desse agricultor. A média do custo está em torno de R\$ 7.871,00 com máximo de R\$ 28.000 e mínimo de R\$ 50,00. Os agricultores que tiveram custos baixíssimos para implantar a irrigação em suas propriedades foram subsidiados pelo projeto citado anteriormente.

Considerando-se o percentual de renda da propriedade destinada ao pagamento de financiamentos, a média ficou em 27% com desvio padrão próximo de 50% do valor da média - considerado um valor alto que evidencia a dependência desse agricultor familiar com o mercado financeiro. Para complementar esses dados, a variável *forma de aquisição* demonstrou que 80% dos sistemas de irrigação foram financiados em cooperativas de crédito, com prazo de oito anos para pagamento.

A partir da observação das colunas dos valores de máximo e mínimo da renda dos produtores familiares irrigantes, com máximo de R\$ 46.000,00 e valor mínimo de R\$ 2.500,00, percebe-se a existência de diferentes categorias de agricultores familiares irrigantes em Salto do Lontra, desde os tecnificados que investem em suas atividades, até mesmo aqueles em estágio de subsistência. Vale ressaltar que a média da renda utilizada

para custear as atividades da propriedade fica em torno de 50%, sem englobar os financiamentos. Somados, 77% da renda são destinados às despesas das atividades desenvolvidas na propriedade e nos financiamentos.

É relevante destacar que 74,3% dos agricultores entrevistados possuem complementação de renda, todavia, 60% advêm da aposentadoria. Essa receita adicional contribui para que eles possam honrar com os demais compromissos como saúde, lazer e educação e ter uma poupança para precaução.

Nesse cenário de excedente de renda, a irrigação possui papel importante. Em média, 74,3% dos agricultores familiares estão satisfeitos com a irrigação, pois com o auxílio dessa tecnologia, a qualidade de vida desse grupo melhorou em 75%.

A variável *tecnificação* traduz importância ao processo de construção da renda desses agricultores familiares irrigantes, pois procura englobar as tecnologias necessárias para que o agricultor familiar de Salto do Lontra consiga obter condições essenciais de competir no mercado, independente da atividade que atue. Assim, tomando-se como base as entrevistas concedidas e a observação *in loco*, foi possível perceber que grande parte dos agricultores se apropriou da tecnologia disponível no mercado

Essa primeira abordagem estatística possibilitou a percepção das variáveis conjuntamente. O primeiro passo é encontrar a matriz de correlações para verificar as associações existentes entre as variáveis elencadas. A Tabela 4 apresenta os coeficientes de correlação de Pearson, que variaram entre -0,007 e 0,840.

Tabela 4 Coeficientes de variação de Pearson entre as variáveis (V) analisadas.

VAR.	I	E	TRES	NP	TPRO	%AA	C	%RF	TR	CMÊS	R	SEL	%ARI	S	COM	Q	TEC	SIS	FAQ	RC	OC	CR	QR
I	1,000																						
E	-0,283	1,000																					
TRES	0,540*	-0,227	1,000																				
NP	-0,138	0,119	0,088	1,000																			
TPRO	-0,487	0,266	-0,165	0,436	1,000																		
%AA	-0,096	0,406	-0,366	0,119	0,213	1,000																	
C	-0,367	0,419	-0,432	0,156	0,332	0,631*	1,000																
%RF	-0,126	0,171	-0,319	0,203	0,248	0,389	0,507*	1,000															
TR	-0,022	0,040	-0,007	-0,068	0,136	0,424	0,498	0,042	1,000														
CMÊS	-0,180	0,163	-0,137	0,306	0,714*	0,353	0,433	0,197	0,541*	1,000													
R	-0,403	0,424	-0,027	0,273	0,556*	0,265	0,349	-0,016	0,355	0,534*	1,000												
SEL	-0,237	0,421	-0,098	0,329	0,575*	0,399	0,516*	0,449	0,306	0,584*	0,674*	1,000											
%ARI	-0,347	0,380	-0,072	0,220	0,840*	0,323	0,382	0,186	0,366	0,534*	0,778*	0,645*	1,000										
S	0,030	-0,208	0,334	0,180	-0,023	-0,480	-0,406	-0,158	-0,147	-0,167	-0,020	-0,056	-0,232	1,000									
COM	0,352	-0,196	0,127	-0,253	-0,280	-0,242	-0,376	-0,245	-0,114	-0,096	-0,434	-0,315	-0,426	0,018	1,000								
Q	0,124	-0,155	0,320	0,043	-0,179	-0,385	-0,366	-0,233	-0,054	-0,185	-0,152	-0,174	-0,225	0,614*	,0,059	1,000							
TEC	0,011	-0,459	0,170	-0,053	-0,174	-0,533*	-0,409	-0,177	-0,285	-0,487	-0,488	-0,500*	-0,340	0,289	,0,077	0,011	1,000						
SIS	0,500*	-0,393	0,443	-0,113	-0,325	-0,433	-0,546*	-0,401	-0,184	-0,190	-0,037	-0,095	-0,191	0,191	0,086	0,038	,0274	1,000					
FAQ	0,022	-0,157	0,145	-0,172	-0,335	-0,432	-0,218	-0,390	-0,361	-0,338	-0,142	-0,347	-0,155	-0,012	-0,180	0,198	,0117	0,450	1,000				
RC	0,237	-0,361	0,080	-0,425	-0,434	-0,068	-0,376	-0,301	-0,037	-0,299	-0,136	-0,341	-0,010	-0,180	0,201	0,012	0,113	0,441	0,388	1,000			
OC	-0,017	0,294	0,067	-0,295	0,114	-0,014	-0,049	-0,036	0,186	0,118	0,284	-0,039	0,219	0,020	0,013	0,039	-0,005	0,066	-0,030	0,138	1,000		
CR	-0,562*	0,168	-0,435	-0,058	-0,067	0,293	0,386	0,003	0,081	-0,088	0,190	0,073	0,086	-0,165	-0,031	-0,346	-0,104	-0,344	-0,038	0,150	-0,208	1,000	
Qual CR	-0,561*	0,166	-0,433	-0,057	-0,068	0,292	0,386	0,000	0,080	-0,089	0,190	0,072	0,086	-0,166	-0,032	-0,347	-0,103	-0,341	-0,036	0,151	-0,212	1,000	1,000

As variáveis sociais mostraram um comportamento de correlação moderada, tendo destaque a variável *melhora na qualidade de vida após implantação da irrigação e a satisfação com a utilização da tecnologia de irrigação*. Quanto às variáveis econômicas, a matriz confirma que existe de moderada a forte correlação entre elas. A elevada correlação está entre a Renda da propriedade e o percentual de aumento da renda após a irrigação bem como a Renda da propriedade com o percentual de renda destinado à saúde, educação e ao lazer.

Ao serem intercalados os dois conjuntos de variáveis, pode-se destacar a correlação entre as variáveis *percentual de aumento de área irrigada e comunicação* a fim de mostrar que as propriedades percebem na comunicação (internet, celulares, TV) uma possibilidade a mais para encontrarem informação sobre a tecnologia de irrigação e possibilitar o aumento da área irrigada.

Após essa etapa de identificação das correlações, o próximo passo consiste em demonstrar e analisar os resultados obtidos das análises de componentes principais, tendo como objetivo reduzir a dimensionalidade do conjunto original de variáveis com a menor perda de informação possível.

5.7.1 Análise de Componentes Principais

A técnica de Análise de Componentes Principais busca resumir as informações contidas na relação entre as vinte e três variáveis analisadas, criando um subconjunto de novas variáveis, que facilita a interpretação dos dados. Vale lembrar que, para a realização da ACP, utilizou-se o programa computacional *Statiscal Package for the Social Sciences* (SPSS), que dispõe da opção CATPCA, em que os dados qualitativos e quantitativos são padronizados conjuntamente, visando à menor perda possível de informação.

Assim, apresentam-se na Tabela 5 os resultados das variâncias das componentes principais bem como sua contribuição percentual para a variância total dos dados. Pelo critério da variância explicada, devem-se considerar as CPs que expliquem acima de 80% da variabilidade dos dados. Assim, consideram-se as oito primeiras componentes principais: CP1, CP2, CP3, CP4, CP5, CP6, CP7 e CP8.

Utilizou-se também o critério de Kaiser-Meier-Olkin (KMO) para confirmar a decisão de excluir as demais CPs. Ademais, devem-se descartar componentes com autovalores inferiores a um (1), os quais refletem nas componentes indicadas pelo critério da variância acumulada.

Tabela 5 Variância das componentes principais e sua participação percentual sobre a variância total dos dados das variáveis observadas no grupo de agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra.

COMPONENTES	AUTOVALORES	PERCENTUAL DA VAR. TOTAL	PERCENTUAL VAR. ACUMULADA
CP1	6,577	28,594	28,594
CP2	3,134	13,625	42,219
CP3	2,110	9,173	51,392
CP4	1,998	8,686	60,078
CP5	1,379	5,997	66,075
CP6	1,312	5,706	71,781
CP7	1,205	5,240	77,021
CP8	1,011	4,398	81,419
CP9	0,862	3,750	85,169
CP10	0,744	3,233	88,402
CP11	0,619	2,690	91,092
CP12	0,488	2,122	93,214
CP13	0,447	1,943	95,157
CP14	0,311	1,352	96,509
CP15	0,250	1,089	97,599

Na Tabela 6, é possível visualizar os maiores valores detectados entre os escores das componentes selecionadas e a matriz de correlação das variáveis transformadas. As correlações destacadas com asterisco são significativamente diferentes de zero ao nível de significância de 5%.

Tabela 6 Matriz de correlação das variáveis e os escores das componentes principais selecionadas.

VARIÁVEIS	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8
Idade	-0,544*	-0,317	0,314	0,552*	-0,177	-0,129	-0,209	-0,083
Escolaridade (anos)	0,575*	-0,010	0,038	-0,049	0,220	0,461	-0,337	-0,382
Tempo de residência (anos)	-0,458	-0,545*	0,156	-0,054	-0,028	-0,244	-0,161	-0,054
Número de pessoas	0,315	-0,372	-0,497	-0,132	-0,324	-0,250	-0,091	-0,165
Tamanho da propriedade (ha)	0,663*	-0,428	-0,198	-0,191	-0,017	0,032	0,403	-0,120
Percentual aumento de área irrigada	0,690*	0,205	0,205	0,391	-0,074	-0,045	-0,195	0,051
Custo do sistema (R\$)	0,806*	0,205	-0,017	0,172	-0,081	0,025	-0,147	0,275
Percentual da renda para financiamento TR (anos)	0,482	-0,003	-0,312	0,422	-0,223	0,232	0,027	0,217
Custo mensal para irrigar (R\$)	0,453	-0,137	0,398	0,206	0,294	-0,389	0,021	0,484
Renda da propriedade (R\$)	0,660*	-0,432	0,158	0,103	0,036	-0,252	0,223	-0,026
Gastos com saúde, educação e lazer	0,672*	-0,325	0,301	-0,491	0,051	-0,090	-0,047	-0,104
Percentual aumento de renda com a irrigação	0,740*	-0,360	0,036	-0,061	-0,161	-0,143	-0,115	-0,108
Satisfação	0,693*	-0,299	0,314	-0,321	-0,092	0,033	0,138	0,020
Comunicação	-0,348	-0,382	-0,444	-0,345	0,362	-0,228	-0,124	0,124
Qualidade após irrigação	-0,412	0,136	0,080	0,385	0,387	-0,279	0,200	-0,510*
Tecnificação	-0,399	-0,375	-0,224	-0,175	0,426	-0,048	-0,452	0,243
Sistema utilizado	-0,559*	0,096	-0,313	-0,166	-0,076	0,053	0,549*	0,241
Forma de Aquisição	-0,577*	-0,287	0,409	-0,222	-0,378	-0,134	0,056	-0,080
Rodízio de culturas	-0,442	0,123	0,219	-0,499	-0,338	0,265	-0,277	0,103
Organização das contas	-0,404	0,313	0,646*	-0,167	-0,096	-0,109	0,071	0,081
Complementação de renda	0,050	-0,251	0,448	-0,090	0,501*	0,501*	0,235	0,060
Qual CR	0,368	0,783*	-0,021	-0,325	0,105	-0,293	-0,047	-0,071
	0,366	0,783*	-0,020	-0,327	0,102	-0,295	-0,049	-0,071

É possível perceber a formação de oito combinações lineares com diferentes definições socioeconômicas sobre a irrigação para o grupo de agricultores familiares irrigantes de Salto do Lontra. A primeira componente é composta por grande parte de variáveis econômicas que indicam a separação dos aspectos de investimento na tecnologia de irrigação nas propriedades de agricultura familiar e a percepção do seu impacto em termos de receitas. É importante destacar a presença das variáveis sociais *Idade* e *Escolaridade*, que podem ter interferência na implantação e continuação da irrigação para esse grupo de agricultores.

A CP2 correlacionou apenas a variável social *tempo de residência* com as variáveis econômicas *complementação de renda* e correlacionou também qual a complementação de renda obtida. Isso pode indicar que o tempo de residência é diretamente influenciado pela

renda complementar, oriunda em sua maioria, de aposentadorias. Esse ganho extra auxilia na manutenção dos custos da propriedade.

Na CP3, apenas uma variável aparece, e o mesmo ocorre nas demais CPs. Essa alocação das variáveis em CPs separadas pode indicar que o método das componentes principais não é o mais eficiente para explorar as similaridades ou dissimilaridades entre as variáveis elencadas no estudo. Portanto, faz-se necessária a utilização de outro método estatístico para comparar os resultados com o auferido na ACP.

Quando a análise procede com a identificação das CPs pela ótica dos trinta e cinco casos (35 produtores entrevistados), formam-se três CPs. A CP1 agrupa 84% dos casos, porém, existe uma perda de dados a ser considerada, pois cada produtor torna-se uma variável de entrada no *software SPSS*. Isso prejudica a formação das componentes em razão da impossibilidade de alteração das variáveis qualitativas propostas. É também necessária sua transformação em unidades escalares, alterando significativamente os resultados.

5.7.2 Análise de agrupamentos para a irrigação familiar de Salto do Lontra

A análise de componentes principais desenvolvida anteriormente possibilitou a formação de oito conjuntos que forneceram as componentes que explicam a base de dados utilizada, composta por vinte e três (23) variáveis. Na próxima etapa do estudo, a alocação das variáveis em diferentes grupos pode proporcionar uma comparação mais detalhada entre os métodos.

A ideia da Análise de Agrupamentos é formar grupos homogêneos entre si e heterogêneos entre os demais com o propósito de identificar os padrões de comportamento das variáveis utilizadas. A Figura 6 apresenta o dendograma com base nas semelhanças entre as variáveis estudadas em uma escala de distância apresentada no eixo vertical, pois quanto menor o valor da distância, mais próximas as variáveis estão umas das outras.

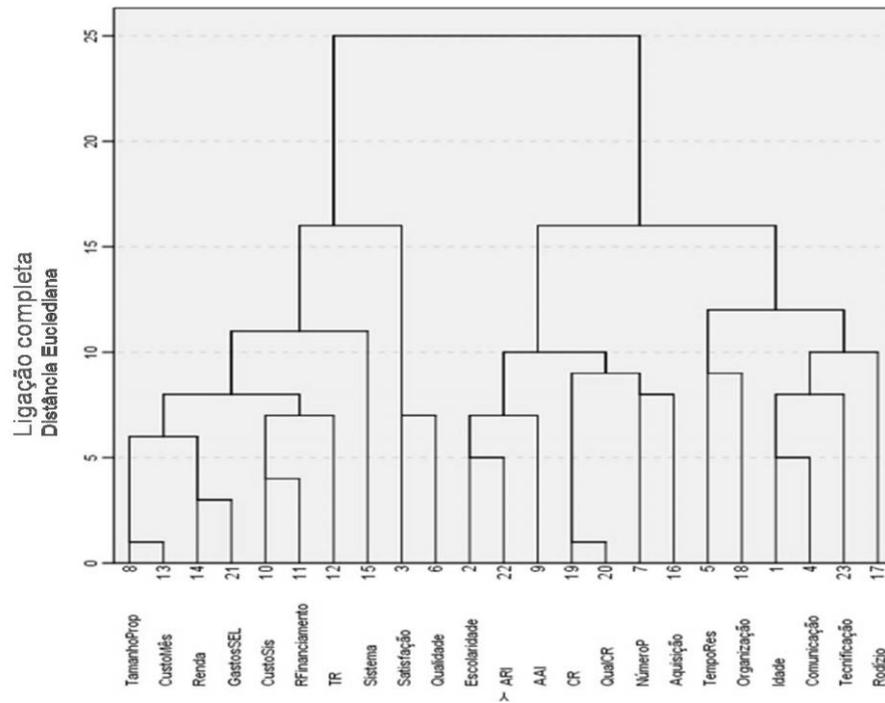


Figura 6 Análise de agrupamento das variáveis socioeconômicas elencadas

O corte do dendrograma é necessário para uma análise mais detalhada da formação e do comportamento dos grupos que envolvem as variáveis elencadas no estudo (Figura 7). Observa-se que o ponto ótimo de corte para a formação de grupos homogêneos entre si encontra-se na distância de quatorze, pois, a partir deste ponto, ocorre o maior distanciamento na medida de similaridade. Assim, definem-se quatro agrupamentos.

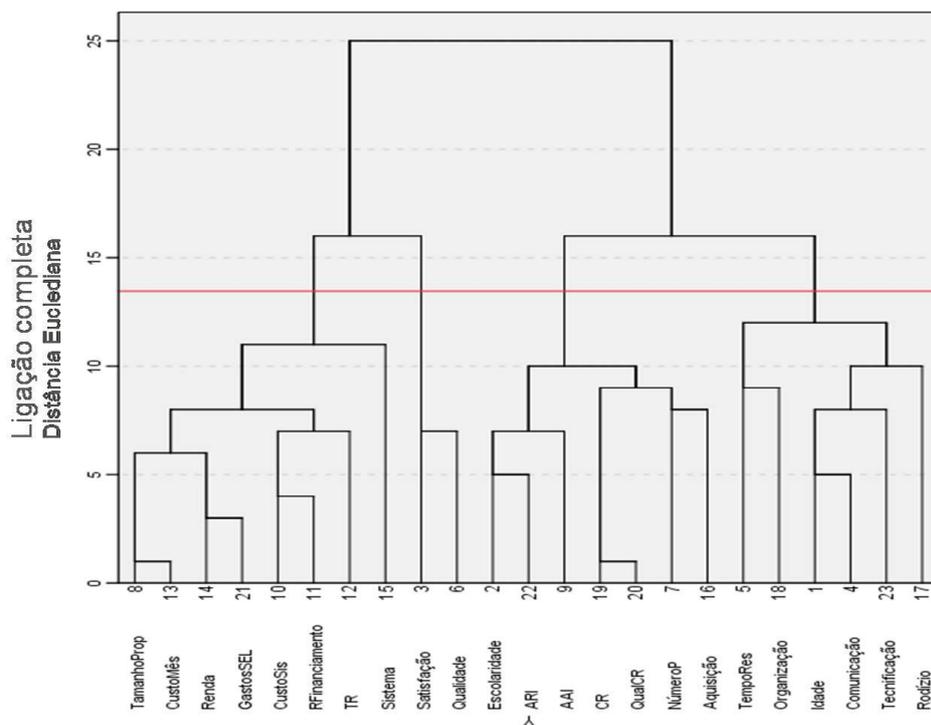


Figura 7 Corte do dendrograma com a formação de quatro agrupamentos.

Percebe-se que os grupos 1 e 3 tiveram maior representatividade, com 39,14% e 30,4% das variáveis analisadas, sendo cada um formado por nove e seis das 23 variáveis selecionadas para o estudo. Cada um dos grupos 2 e 4 foi composto por duas e seis variáveis com 8,7% e 26,1%, respectivamente.

No entanto, a maior similaridade foi registrada entre as variáveis que compõem o grupo 2 devido à distância que ocorreu a formação do grupo, e pode ser observada pela sua ramificação. Pode-se perceber que o grupo 2 foi o primeiro a se formar, depois os grupos 3, 1 e 4, consecutivamente.

A maioria das variáveis de custo da propriedade foi alocada no grupo 1 (custo mensal para irrigar, custo do sistema de irrigação, tipo de sistema utilizado e tempo de retorno do investimento no sistema de irrigação). Esse resultado é um indicativo de que a implantação da tecnologia de irrigação é decidida, primeiramente, com base nos custos e na capacidade que a propriedade tem para arcar com o investimento e a manutenção do sistema adquirido (renda da propriedade, renda destinada ao pagamento de financiamentos da propriedade, gastos com saúde, educação e lazer).

O primeiro grupo (Figura 7) apresentou 50% das variáveis econômicas e mostrou-se similar ao apresentado pela CP1, que confirmou a relação entre 56% das variáveis econômicas (tamanho da propriedade, percentual de aumento de área irrigada, custo do sistema de irrigação, custo mensal para irrigar, renda da propriedade, gastos com saúde, educação e lazer, percentual de aumento de renda com a irrigação, tecnificação e sistema utilizado) relacionadas à irrigação. Uma abordagem ampla que pode representar uma análise inicial da viabilidade da irrigação na agricultura familiar.

O segundo grupo apresentado na Figura 7 traz as variáveis sociais: qualidade e satisfação. Elas possuem grande importância na decisão do agricultor familiar de continuar irrigando. Assim, a tecnologia de irrigação evidencia o caráter relevante da melhora na qualidade de vida, gerando menor preocupação com as intempéries climáticas. Isso se reflete na satisfação desses agricultores familiares impulsionando a continuidade do uso da irrigação.

O terceiro grupo observado na Figura 7 é composto pelas variáveis sociais (escolaridade e número de pessoas que residem na propriedade) e econômicas (percentual de aumento de renda com a irrigação, percentual de aumento da área irrigada, complementação de renda, qual a complementação de renda e a forma de aquisição do sistema de irrigação). Esse grupo traça um perfil das pessoas que vivem nas propriedades de agricultura familiar irrigante e do potencial de crescimento dessa tecnologia. Estas variáveis, no seu conjunto, mostram a importância do projeto desenvolvido pela Unioeste em Salto do Lontra, principalmente, no que tange à expansão da irrigação local. Agricultores que não participaram do projeto, mas por estímulo de vizinhos que estavam inseridos no

projeto e técnicos da EMATER incorporaram a irrigação em suas atividades tornando-as mais lucrativas. Todos os agricultores entrevistados aumentaram suas áreas irrigadas por perceberem o retorno que a técnica lhes proporcionou, daí as variáveis citadas estarem agrupadas.

Já o quarto grupo dá ênfase às variáveis sociais (tempo de residência, organização das contas, idade e acesso à comunicação) sugerindo uma percepção de gestão da propriedade e sucessão no campo. Também, a análise dos meios de comunicação utilizados pelo agricultor pode refletir em propriedades mais dinâmicas, receptivas ao propósito inovador. Quanto às variáveis econômicas (tecnificação da propriedade e rodízio de culturas), pode-se perceber que as propriedades com alta tecnificação representam 37,15%, seguidas por 31,4% das propriedades razoavelmente tecnificadas e 31,4% das pouco tecnificadas. Assim, a tecnificação não se constitui como premissa para a irrigação ser desenvolvida.

Contudo, ao serem analisados os trinta e cinco (35) casos em função das vinte e três (23) variáveis selecionadas e mantendo o corte do dendograma na mesma distância de 14, é possível extrair informações diferenciadas que auxiliam a entender melhor a importância da irrigação para a agricultura familiar de Salto do Lontra. A Figura 8 representa os agrupamentos com base nos cases.

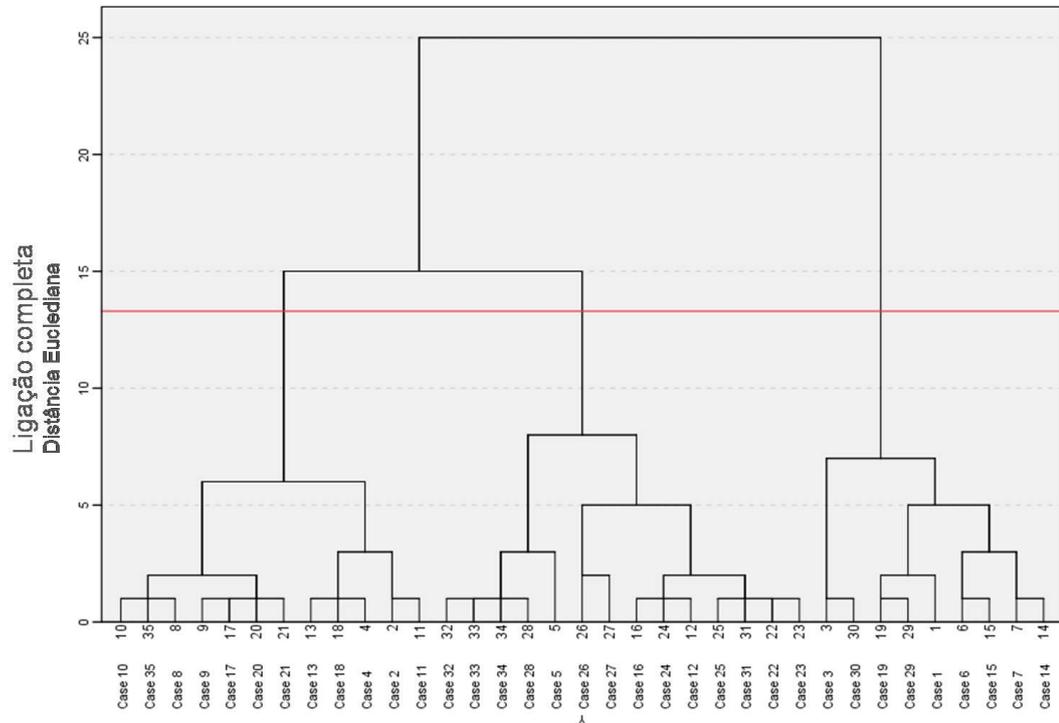


Figura 8. Dendograma dos cases de agricultores familiares irrigantes entrevistados de Salto do Lontra.

Formam-se três grupos na Figura 8, distintos entre si. O grupo 1 é formado por doze casos e representam 34,28%, sendo o último a se formar. O grupo 2 mostrou maior representatividade com quatorze casos, 40% do total, sendo o primeiro agrupamento a se formar com uma proximidade maior entre os casos agrupados. Em seguida, tem-se o grupo 3 com nove casos, uma representatividade de 25,71% da amostra, e foi o segundo grupo a se formar.

O primeiro grupo é composto de agricultores familiares com baixo nível educacional, que varia de 2 a 6 anos, e abrange desde o case 10 até o case 11 (Figura 8). Também, a maior idade dos entrevistados encontra-se nesse grupo, com variação entre 60 e 68 anos. Outra característica é o número de pessoas que residem e vivem do que é produzido na propriedade, qual variou de, no mínimo, duas pessoas e, no máximo, três. O tamanho da propriedade é outra característica interessante, com variação entre 4 e 8,47 hectares. Necessitam de um tempo maior para o pagamento do sistema de irrigação utilizado como também reduziram a área irrigada nesses últimos anos, mantendo-se para subsistência. A maioria está insatisfeita com a irrigação, em função do trabalho necessário para a manutenção do sistema, já que eles dispõem de pouca mão de obra. Porém, são unânimes em afirmar que a irrigação lhes proporcionou melhoria na qualidade de vida.

O segundo grupo, exposto na Figura 8, engloba os agricultores que possuem até oito anos de escolaridade, idade entre 50 e 59 anos e abarca desde o case 32 ao case 23. O número de pessoas que residem e vivem das atividades desenvolvidas na propriedade varia de três a quatro. Conseguem pagar o sistema em menos tempo. Aumentaram a área irrigada em até 30% nos últimos dez anos. Possuem terras de 8,5 até 12,10 ha. Concordam que a qualidade de vida melhorou muito com a implantação da tecnologia de irrigação, refletindo na grande satisfação com a irrigação. Essas propriedades variam de razoavelmente tecnificadas a muito tecnificadas o que auxilia no menor tempo de retorno do sistema de quatro a seis anos. A renda com as atividades da propriedade varia de R\$ 10.000 a R\$ 13.000. Há um aumento de 25% na renda após a implantação do sistema de irrigação.

O terceiro grupo, que abrange desde o case 3 ao case 14 (Figura 8), compõe os agricultores com um nível educacional maior, variando de 9 a 15 anos de estudos e apresentando idade de 27 a 49 anos. Quase 65% são muito tecnificados. Há maior sucessão com mínimo de quatro e máximo de seis pessoas vivendo e trabalhando na propriedade. Para esse grupo, o aumento de área irrigada variou de 15% a 35%. O retorno do investimento em sistema de irrigação varia de um a quatro anos para pagamento e possuem grande parte de suas receitas comprometidas com financiamentos.

5.8 CONCLUSÃO

Esse artigo identificou o perfil do agricultor familiar irrigante de Salto do Lontra e o impacto da irrigação na sua qualidade de vida pela utilização de simulação comparativa de métodos estatísticos de redução e agrupamento de variáveis e casos. Para tanto, foram consideradas vinte e três variáveis socioeconômicas de caráter qualitativo e quantitativo e trinta e cinco casos.

Tem-se um cenário de separação das variáveis em oito grupos distintos com a utilização da técnica de componentes principais. Apenas a CP1 mostrou relação coerente entre as variáveis selecionadas, com ênfase no caráter de custos e receitas para implantação do sistema de irrigação. As demais CPs apresentaram variáveis isoladas ou em conjunto com outras variáveis representando pouca ou nenhuma relação entre si. Ao utilizar a CP para analisar os casos, houve a formação de três CPs, e a primeira CP agrupou 84% dos casos. Porém, os dados foram agrupados utilizando-se as variáveis qualitativas como escalares, o que prejudicou o resultado alcançado. Assim, não é prudente utilizar a Análise de Componentes Principais tendo os casos como variáveis de entrada no SPSS. Isso poderia ser testado em softwares distintos em uma próxima pesquisa.

Com relação à Análise de Agrupamento, este método apresentou a formação de quatro grupos ao serem utilizadas as vinte e três variáveis. Os grupos formados retrataram aspectos muito coerentes e distintos da análise econômica e social intrínseca ao processo de irrigação local. Ao se fazer a análise dos trinta e cinco casos, o método de agrupamento possibilitou também a formação de três grupos distintos de agricultores familiares: aqueles com alta tecnificação, média tecnificação e pouco tecnificados, traçando o perfil socioeconômico desse grupo a partir das variáveis mais representativas em termos de irrigação.

Desse modo, o presente estudo identificou que a Análise de Agrupamentos é o método mais eficiente para atestar com maior fidedignidade a realidade socioeconômica desse grupo de agricultores familiares e o impacto da irrigação nesse processo, pois responde de forma concisa à realidade local.

5.9 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.de S.; RICHETTI, J.;SOUZA, P.S. de.; JOHANN, J.A. Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras (on line), 2016, v. 40, n. 4, 2016. ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542016404003916>

CAVIGLIONI *et al.* **Cartas Climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR: 2002.

CHATTERJEE, S. Methodology of identification and characterization of farming systems in irrigated agriculture: case study in west Bengal state of India. **Journal Agriculture Science Technology**, 2015. v. 17.

<https://pdfs.semanticscholar.org/f3fb/c043aca1efbfb9ea6ab90c0a8a3960f8faa.pdf>

CORRAR, L. J.; PAULO, E; DIAS, J.M. **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia.** São Paulo, 2014.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** V.2, Viçosa: UFV, 2006.

CUNHA, K. C.; Rocha, R. V. da. **Automação no processo de irrigação na Agricultura familiar com plataforma Arduino.** Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v.1 n.2, 2015.

FANG, S.; JIA R.; TU W.; SUN, Z. Assessing factors driving the change of irrigation water-use efficiency in China based on geographical features. **Magazine Water – MDPI**, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w9100759>

FAO (2019). **The state of food and agriculture.** Disponível em: www.fao.org. Acesso em: junho de 2019.

FREITAS, C.A.; POERSCHKE, R.P. **Um retrato da modernização agropecuária nos coredes agrícolas do Rio Grande do Sul: uma aplicação da análise multivariada.** Sober, 2008. DOI 10.22004/ag.econ.106122.

GIORDANO, M.; FRAITURE, C. de. **Small private irrigation: Enhancing benefits and managing trade-offs.** Agricultural Water Management (on line), v.131, p.175-182, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2013.07.005>

HAGOS, F.; MAMO, K. **Financial viability groundwater irrigation and its impact on livelihoods of smallholder farmers: the case of eastern Ethiopia.** Water Resources and Economics (on line), 2014, p. 55-65. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.08.001>

HAIR, JR. J.F. **Análise multivariada de dados.** 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 593p.

HARDDE, W.; SIMAR, L. **Applied multivariate statistical analysis.** 2nd ed. Berlin: Springer, 2007, 486p.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V.L.M.; OLIVEIRA JUNIOR, G.J. de **Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação.** Engineering and Science (on line), 2016. <http://doi: 10.18607/ES20165053>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Agricultura Familiar - Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação, Censo Agropecuário 2017.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas, acesso em setembro de 2019.

_____. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas, acesso em março de 2019.

_____. **Censo Agropecuário 1995/86.** Disponível em: www.ibge.gov.br/estatísticas. Acesso em janeiro de 2019.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Municípios e regiões.** Disponível em: www.ipardes.gov.br, 2014

IRERI, D.W. **Determination of willingness to pay for irrigation water institutions among smallholder farming households in Mbeere South, Kenya.** Egerton University, 2017.

JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. **Applied** multivariate statistical analysis. Prentice Hall, New Jersey, 2007.

JOLLIFE, I. **Principal Component Analysis**. Berlin: John Wiley & Sons, Ltd, 2005.

KHOR, L.Y.; FEIKE, T, **Economic sustainability of irrigation practices in arid cotton production**, Water Resources and Economics (on line), 2017, v.20, p. 40-52. <http://doi.10.1016/j.wer.2017.10.004>

KOOIJ, S. *et al*, **Re-allocating yet-to-saved water in irrigation modernization projects: the case of the Bittit irrigation system, Morocco**. Drip Irrigation for agriculture: Untold Stories of Efficiency, Innovation and Development, NY, 2017, p. 68-84. <http://dx.doi.org/10.4324/9781315537146>

KUCHLA, M.; ARAÚJO, M.D.M.; SOARES, A.F.; QUINÁIA, S.P.; FELSNER, M.L. **Classificação de Méis Silvestres de Diferentes Mesorregiões do Estado do Paraná, Brasil, pela Análise de Componentes Principais**. Revista Virtual de Química. v. 7, n. 6, 2015.

LOIOLA, M.; SOUZA, F. de; **Estatísticas sobre irrigação no Brasil segundo o Censo Agropecuário 1995-1996**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.171-180, 2001 Campina Grande, PB, DEAg/UFPB – Disponível em: <http://www.agriambi.com.br>

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada – uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora: UFMG, 2005. 295p.

MUEMA, M. *et al*. **Application of benchmarking and principal component analysis in measuring performance of public irrigation schemes in Kenya faith**. Journal Agriculture – MDPI, 2018. <http://doi:10.3390/agriculture8100162> www.mdpi.com/journal/agriculture

MWANGI, J.K.; CREWETT, W. **The impacto of irrigation on small-scale African indigenous vegetable growers market acess in Peri-urban Kenya**. Agricultural Water Management, pg. 295-305, 2018. <http://doi.10.1016/j.agwat.2018.06.036>

NOBREGA, M. J. L.; Costa C.C ; BARBOSA, J. W. S.; REIS, C. Q.; SILVA, M. P. N. S. E. **Perfil socioeconômico e ações dos agricultores familiares da Comunidade Rural de Flores em Pombal, PB**. Revista GVAA. Informativo Técnico do Semiárido, v. 8, p. 44-56, 2014.

OLIVEIRA, W.M. de; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Sucessão nas fazendas familiares: problemas e soluções**. Texto para Discussão 2385. IPEA, Brasília, 2018.

PERES JR., M.R.; PEREIRA, V.G.; DE LIMA SIQUEIRA, P.H.; ANTONIALLI, L.M. **Caracterização e agrupamento de municípios de minas gerais em relação à agricultura familiar**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. 9 (3), pp. 75-99, 2013.

PFEIFFER, D. **Disparidades de desenvolvimento no Brasil – um exemplo da análise de cluster**. Revista Brasileira de Estatística. Rio de Janeiro, 41(164): 559-576, out./dez 1980.

REGALADO, T.A.P. **Abordagem multivariada sobre o uso de tecnologia nas propriedades rurais do município de Pimenta Bueno-RO**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em produção Animal. Universidade Camilo Castelo Branco. 2014.

SRAIRI, M.T.; KIADE, N.; LIOUBI, R.;MESSAD, S.;FAYE, B. A comparison of dairy cattle systems in an irrigated perimeter and in a suburban region: Case study from Morocco. **Tropical Animal Health and Production** (on line), 2009, vol.41, n.5. p. 835-843. <http://doi.10.1007/s11250-008-9259-6>

SUBASI, A.; GURSOY, M. I. EEG signal classification using PCA, ICA, LDA and support vector machines. **Expert Systems with Applications** (on line), 2010, v.37, n.12, p.8659-8666. <http://doi:10.1016/j.eswa.2010.06.065>

TIJANI, M. N. *et al.*, **Welfare analysis of smallholder farmers by irrigation systems and factors affecting their production outputs in Nigeria**. Sustainability of water quality and ecology. p. 90-100, 2015. <http://doi:10.1016/j.swaqe.2014.12.002>

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal da tese foi analisar, por meio da investigação institucional, social e econômica a importância da irrigação para o fortalecimento da agricultura familiar irrigante do município de Salto do Lontra. A proposta se mostrou válida por auxiliar na identificação das variáveis socioeconômicas intrínsecas ao processo de apropriação da tecnologia de irrigação, no mapeamento do perfil desse agricultor familiar, bem como, na percepção das ações dos ambientes institucional e organizacional de suporte à implantação e manutenção dessa tecnologia localmente.

A concretização desse trabalho científico foi possível pela metodologia utilizada. O estudo a campo, por meio da aplicação de questionários a um grupo de 35 agricultores familiares e de entrevistas realizadas com representantes dos ambientes institucional e organizacional, propiciou maior fidedignidade aos dados coletados.

Diante das informações geradas, os dados foram trabalhados com métodos estatísticos para comprovar a abordagem empírica, como também, identificar padrões de similaridade entre as variáveis selecionadas e os casos analisados, identificando o impacto na irrigação local.

Ao abordar o ambiente institucional, foi possível identificar que as políticas públicas creditícias, se mostram necessárias para a incorporação tecnológica no campo, bem como, são essenciais para o desenvolvimento das atividades rurais. Porém, em função da grande necessidade de crédito, esses agricultores deixam em média 27% de sua renda para pagamento de financiamentos, amarrando-o com o mercado financeiro.

Com relação às ações das organizações, o agricultor familiar irrigante percebe uma forte alternativa para reduzir custos e, por conseqüência, aumentar os ganhos das atividades desenvolvidas na propriedade, principalmente com a participação da EMATER e universidades. Porém, falta o comprometimento das organizações em apoiar e estimular ações voltadas à utilização da irrigação localmente, muitas vezes por desconhecimento dos próprios órgãos representativos do setor.

Os métodos estatísticos testados auxiliaram na percepção da tipificação desses grupos de agricultores, como também, auxiliaram no agrupamento das variáveis, identificando aquelas que impactam de forma mais acentuada na utilização de sistemas de irrigação pelos agricultores familiares de Salto do Lontra. Ao utilizar a técnica de ACP, obteve-se uma CP que permitiu a análise de variáveis essencialmente econômicas, mostrando que os custos inerentes ao processo de implantação da tecnologia de irrigação são primeiramente avaliados pelo agricultor antes da implantação do mesmo. As demais CP's não se mostraram relevantes para o estudo. Ao fazer a análise dos casos, o *software SPSS* não proporcionou resultados satisfatórios, ocorrendo grande perda de dados, principalmente das variáveis qualitativas, que precisaram ser transformadas em quantitativas para gerar resultados.

No que concerne à técnica de Análise de Agrupamento, esta se mostrou eficiente na análise das variáveis como dos casos. Ao agrupar as variáveis, ocorre a formação de 4 grupos distintos, englobando variáveis com forte similaridade entre si, mas distinta entre os grupos. Ao agrupar os casos, tem-se um panorama da tipificação do agricultor familiar de Salto do Lontra.

Ao traçar o perfil socioeconômico do agricultor familiar irrigante de Salto do Lontra, foi possível identificar as principais variáveis que influenciam na realidade local. Os dados extraídos da pesquisa a campo propiciaram analisar as características específicas desses agricultores irrigantes reunindo-os em 3 grupos distintos: tecnificados, média tecnificação e baixa tecnificação. Grupos estes que sofrem influência direta de características como idade, escolaridade, renda oriunda das atividades desenvolvidas, tamanho da propriedade, número de pessoas que vivem das atividades desenvolvidas *in loco*, satisfação com o uso da irrigação, qualidade de vida após implantação da irrigação, benefícios e dificuldades oriundos da tecnologia de irrigação.

Dessa forma, para que a irrigação seja percebida como relevante para as propriedades rurais, deve-se dar ênfase à disseminação do conhecimento no meio rural. Muitos percebem que essa tecnologia é fundamental, mas poucos sabem do funcionamento do sistema, da necessidade de identificar se a uniformidade está correta, se o sistema é adequado para a sua região e atividade, se a forma de manuseio é a adequada para garantir maior vida útil do sistema utilizado. Informações essas que devem ser uma constante na vida desses agricultores, não apenas de forma aleatória.

Sendo assim, por seu ineditismo, a presente tese contribuiu no sentido de mapear a agricultura familiar irrigante de Salto do Lontra com um viés institucional, social e econômico, possibilitando identificar os resultados positivos e negativos propiciados por esta tecnologia. Mostrou a necessidade de políticas públicas regionalizadas para a agricultura familiar irrigante, com base na estrutura tecnológica, educacional e de renda de cada produtor. O estudo aprofundou a análise que as organizações representativas dessa categoria de produtores, devem contribuir de forma mais acentuada na sustentabilidade dessas propriedades, enfatizando a importância das universidades em projetos que visem fortalecer esse agente econômico, contribuindo diretamente no atendimento dessas demandas. Além disso, evidenciou a importância da análise estatística para confirmar os dados empíricos e retirar destes, resultados diferenciados, aprimorando sua representatividade por meio de técnicas computacionais.

Como sugestão para estudos futuros, percebe-se a necessidade de fazer um comparativo com outros municípios, percebendo a relevância de considerar-se o local na formulação de políticas públicas voltadas à irrigação. Também, pode-se incorporar estudos anteriores realizados em Salto do Lontra, com o propósito de incrementar a análise socioeconômica. Outra sugestão é testar novos métodos estatísticos para viabilizar a

análise conjunta de variáveis qualitativas e quantitativas com a menor perda possível de informação.

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO

DATA: ___/___/___



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA

QUESTIONÁRIO SOCIECONÔMICO

I – IDENTIFICAÇÃO

1. Nome (opcional): _____
2. Gênero: () M () F
3. Idade: _____
4. Estado Civil: _____
5. Escolaridade: _____
6. Localização da Propriedade: _____
- 7) Qual o tamanho da sua propriedade? (Em hectares) (1 alqueire= 2,4 hectares)
8. Tempo de residência

9. Incluindo o (a) Sr (a), quantas pessoas moram na propriedade?

Sexo (Masc./Femino)	Idade (anos)	Parentes co	Estuda do	Escolaridade/S érie	Trab alha fora	Atividade
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	
() M () F			() Sim () Não		() Sim () Não	

II – CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA PROPRIEDADE

10. Possui máquinas e equipamentos em sua propriedade?

Sim () Não ()

11. Quais?

1- () trator

5- () resfriador

2- () colheitadeira

6- () equipamento automático em aviários

- 3- () triturador 7- () equipamentos automáticos para a suinocultura
 4- () ordenhadeira 8- () sistemas de irrigação
 9- () outros _____

12. Para quais atividades utiliza essas tecnologias?

a) Agrícolas

() Soja

() Milho

() Hortaliças

() Fruticultura

() Outras. Quais: _____ () outras _____

b) Pecuárias

() avicultura

() suinocultura

() bovinocultura () leite

() corte

13. Dessas atividades, qual é a mais importante em termos de receita?

14. Qual o grau de dependência da propriedade para esta atividade?

15. Para a aquisição das tecnologias foi necessário financiamento?

1. () não 2. () sim _____%

16. Quantos % da renda gerada na propriedade vão para pagar os financiamentos em tecnologia?

17. Possui sistema de irrigação em sua propriedade?

1. () 2. () não

Sistema	% da área que é irrigada	Forma de aquisição	Custo	Tempo de retorno	Orientação
					Instituição período (dias) satisfação
					1. () muito satisfeito
					2. () satisfeito
					3. () pouco satisfeito
					4. insatisfeito

18. Dificuldades existentes para se trabalhar com a irrigação.

() não há () manuseio () acesso à água () declividade do terreno

() entupimento () custo () outros _____

19. O que pode ser feito para reduzir essas dificuldades e quem pode ajudar?

20. O que precisa ser feito para popularizar a irrigação entre os agricultores familiares de Salto do Lontra despertando o interesse na aquisição de um sistema? Que ações ou políticas públicas são necessárias?

III – CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO E MANUTENÇÃO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS	Custo mensal
21. Equipamentos	
22. Água	
23. Energia elétrica	
24. Assistência técnica	
25. Horas de motobomba para irrigar % de hectares	
26. Qualidade da água	
27. Mão de obra	
28. Tempo de retorno do investimento apenas considerando o ganho com as atividades que demandam irrigação	

IV CUSTOS DE PRODUÇÃO QUANDO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS	ATIVIDADE	VALOR R\$
29. Sementes		
30. Adubo		
31. Fertilizantes		
32. Calcário		
33. Inseticidas		
34. Fungicidas		
35. Mudanças		
36. Água		
37. Energia		
38. Mão de obra		

V- ANÁLISE AMBIENTAL

39. Origem da água para irrigação: () 1- Rede pública () 2- Poço comum () 3- Poço

artesiano () 4- Nascente () 5- Açude () 6- Outros _____

40. Existe controle da qualidade da água utilizada na irrigação? Com que frequência?

41. Foi feita análise de solo antes da implantação do sistema? () Sim () Não

42. Existe algum cuidado com a uniformidade do sistema de irrigação utilizado?

43. É utilizada a fertirrigação no plantio? O que usa? N, P, adubo?

44. Há rodízio de culturas na propriedade? () Sim () Não

44.1 Existe preocupação com a poluição das águas existentes na propriedade? O que fazem?

VI - ANALISE SOCIOECONOMICA

45. Renda da Propriedade:
1- Menos de 1 SM (menos de R\$ 937,00) 2- 1 SM (R\$ 937,00) 3- De 1 a 2 SM (De R\$ 937,00 até R\$ 1.874,00) 4- De 2 a 3 SM (De R\$ 1.874,00 até R\$ 2.811,00) 5- Mais de 3 SM (mais de R\$ 2.811,00).

46. Complementação de renda? 1- Sim () 2- Não ()	1- Salário mensal	2- Aposentadoria	3- Pensão
	4- Diarista	5- Comércio	6- Aluguel
	7- bolsa		
Outra(s) _____			
Beneficiário(s) _____			

46.1 Valor da Renda Complementar:
1- Menos de 1 SM (menos de R\$ 937,00) 2- 1 SM (R\$ 937,00) 3- De 1 a 2 SM (De R\$ 937,00 até R\$ 1.874,00) 4- De 2 a 3 SM (De R\$ 1.874 até R\$ 2.811,00) 5- Mais de 3 SM (mais de R\$ 2.811,00).

47. Destino da produção

Matéria prima/produto	Destino/finalidade	Processamento	Venda em conjunto?	Renda gerada
		() Sim () Não	() Sim () Não	
		() Sim () Não	() Sim () Não	
		() Sim () Não	() Sim () Não	
		() Sim () Não	() Sim () Não	
		() Sim () Não	() Sim ()	

			Não	
		() Sim () Não	() Sim () Não	

(destino): 1 alimentação humana; 2 alimentação animal; 3 venda

48. A comercialização é realizada: () Uma vez por semana () De 2 a 3 vezes por semana () Todos os dias () Uma vez ao mês () Duas vezes ao mês

49. Está satisfeito com a renda obtida pela comercialização dos produtos? () S () N

50. Se não, qual é a dificuldade para a obtenção de uma renda maior?

51. Existem dificuldades para a comercialização dos produtos? () Sim () Não Quais?

52. Onde é armazenada a produção?

53. Existe controle de despesas/receitas da propriedade? 1- Sim () 2- Não ()

54. De que forma é feito esse controle?

55. Quais as principais dificuldades enfrentadas na propriedade?

56. Existe algum tipo de apoio para diminuir essas dificuldades?

1- Sim (), de quem? _____ 2- Não ()

57. Já recebeu apoio financeiro por parte do Governo? () Sim () Não

58. A partir de qual programa?

VII - QUESTÕES SOCIAIS

59. A alimentação da família melhorou após a implementação da irrigação? () Sim () Não () Melhorou pouco () Melhorou muito

60. A família possui plano de saúde

61. Existem custos com estudos de alguém da família?

62. O que fazem para se divertir?

VII – ASSOCIATIVISMO/COOPERATIVISMO

63. Participa de Associação 1- Sim 2- Não

64 Qual? _____

65 Quanto tempo?

66. Participa de Cooperativa 1- Sim 2- Não 42.1

Qual? _____

67 Quanto tempo? _____ 60.2 Exerce cargo/função? 1- Sim 2- Não

68 qual? _____

ANEXO 2

Journal Agricultural Science

- **Issn(Online):** 1916-9760
- **Started:** 2009
- **Frequency:** Monthly

General Information

- Paper Submission Guide: [MS-Word](#) or [PDF](#)
- Paper Template: [MS-Word](#)
- Application Form for Free Print Journals: [MS-Word](#) (Authors only)

Manuscript Selection

The Canadian Center of Science and Education (CCSE) has developed a manuscript-selection system called the [Star System for Journal Quality](#).

Step 1: Basic Check

The editor or editorial assistant checks a received manuscript to determine whether it fits the journal's aim and scope. Manuscripts out of the journal's scope are rejected. Articles published fully or partly in other publications/websites are not reviewed or accepted.

Step 2: Similarity Check

Please be aware that we check all submitted manuscripts for plagiarism. We use CrossCheck (powered by iThenticate, the leading plagiarism-detection system) to check for similarity to previously published documents. All manuscripts containing plagiarism, including self-plagiarism, and dishonesty are rejected.

Step 3: Peer Review

We use a double-blind system for peer review; both reviewers' and authors' identities remain anonymous. The submitted manuscript will be reviewed by at least two experts: one editorial staff member as well as one to three external reviewers. The review process may take two to four weeks. In some rare cases, according to the recommendations from editors and reviewers, a second round of peer review may be initiated. Please see a sample of [Result of Review](#).

Step 4: Acceptance/Rejection Decision

The decision to accept an article is based on the average score given by reviewers. The reviewers grade a submitted manuscript on a scale of 1 to 5. To be accepted for publication, the manuscript must obtain an average score not less than 2.5 (some journals require a higher score). However, we may reject a manuscript with a score higher than 2.5 when an editor or reviewer thinks it is not suitable for publication.

Journal Publishing Workflow

Please see the workflow for the article publication:

Authorship, Misconduct and Ethical Issues

We follow the Committee on Publication Ethics (COPE)'s Core Practices and its advices. It covers: authorship, conflict of interest, data, ethical problems, peer review, plagiarism, redundant (duplicate) publication, and whistleblowing.

Retraction

We follow the Committee on Publication Ethics (COPE)'s Retraction Guidelines.

ANEXO 3

LAND USE POLICY

ISSN: 0264-8377

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.;

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address.

Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.

- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials.

- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using British spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa]. It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding. If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged. A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article.