

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS
INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS – IPH
PPG MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E
REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS – PROFÁGUA

**DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO ANIMAL NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA E BACIAS
CONTÍGUAS**

RAFAEL LEÃO

Porto Alegre/RS
2024

ProfÁgua


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL



ProfÁgua


UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL


INSTITUTO DE
PESQUISAS
HIDRÁULICAS

RAFAEL LEÃO

DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO ANIMAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA E BACIAS CONTÍGUAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua UFRGS como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristhiane Michiko Passos Okawa

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Cristina de Almeida Silva

Banca examinadora:

Prof. Dr. Maurício Andrades Paixão

Prof. Dr. Francisco Lledo dos Santos

Dr. Vilmar Comassetto

Porto Alegre/RS
2024

CIP - Catalogação na Publicação

Leão, Rafael
Demanda Hídrica do Abastecimento Animal na Bacia
Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas /
Rafael Leão. -- 2024.
142 f.
Orientador: Cristhiane Michiko Passos Okawa.

Coorientador: Maria Cristina de Almeida Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional) -- Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas
Hidráulicas, Programa de Pós-Graduação em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos, Porto Alegre, BR-RS,
2024.

1. Demanda Hídrica. 2. Abastecimento Animal. 3.
Diagnóstico. 4. Prognóstico. 5. Plano de Recursos
Hídricos. I. Okawa, Cristhiane Michiko Passos, orient.
II. Silva, Maria Cristina de Almeida, coorient. III.
Título.

RAFAEL LEÃO

DEMANDA HÍDRICA DO ABASTECIMENTO ANIMAL NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO JACUTINGA E BACIAS CONTÍGUAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação
de Recursos Hídricos - ProfÁgua UFRGS como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos.

Aprovado em: Porto Alegre, 27 de março de 2024.

Prof^a. Dr^a. Cristhiane Michiko Passos Okawa – UFRGS
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Maria Cristina de Almeida Silva – UFRGS
Coorientadora

Prof. Dr. Maurício Andrades Paixão – UFRGS
Examinador

Prof. Dr. Francisco Lledo dos Santos – UNEMAT
Examinador

Dr. Vilmar Comassetto
Examinador

“Os desafios presentes e os cenários de incertezas já postos para a gestão dos recursos hídricos, demandam, primeiramente, que as decisões sejam tomadas com base em evidências e em estudos técnicos”.

(Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil – ANA, 2024)

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa é uma inspiração e necessidade, a partir de discussões e materializações de projetos construídos coletivamente, com colegas de trabalhos, comprometidos e competentes, os quais compartilho boa parte do meu tempo de vida. Preciso citar o Dr Jairo Marchesan, meu irmão o Mestre André Leão e o Biólogo Murilo Anzanello Nichele. Colegas, que acima de tudo compartilhamos desafios, angústias e conquistas, principalmente nas “causas, e por que não dizer, questões hídricas”.

Agradeço ao meu amigo e colega Dr Eduardo Lando Bernardo, com suas habilidades e conhecimentos aprofundados e qualificados sobre geoprocessamento, ajudaram a viabilizar e melhorar esta pesquisa.

Agradeço a Dr^a Cristhiane Michiko Passos Okawa, minha dedicada professora e orientadora, que compartilhou do seu tempo e conhecimento, mesmo em alguns dos dias mais importantes de sua vida pessoal, abrindo espaço na agenda para este, que aqui escreve.

Agradecimento a Professora Dr^a Maria Cristina de Almeida Silva pela coorientação desta pesquisa, ensinamentos e tempo dedicado.

Aos Professores Dr. Maurício Andrades Paixão e Dr. Francisco Lledo dos Santos e ao amigo e Dr. Vilmar Comassetto por aceitar o convite em compor a banca avaliadora e por suas contribuições para qualificar este trabalho.

Agradeço ao Professor Dr Cristiano Poletto pela dedicação, competência e qualidade excepcional enquanto coordenador deste mestrado pela UFRGS.

Aos técnicos da Epagri, os quais contribuíram tecnicamente em vários momentos.

Agradeço aos meus colegas do mestrado pela parceria nestes últimos dois anos, com a certeza de que foram criados laços profissionais e de amizade sincera com alguns.

Meu agradecimento aos meus familiares, meu pai, minha mãe e novamente ao meu irmão, sempre presentes na minha vida, torcendo pelo sucesso e compartilhando momentos, sempre fazendo o melhor, deixando a cada dia uma lição.

A pessoa que me acompanhou e me incentivou nesta jornada do mestrado, contribuindo com a minha evolução, com conversas e troca de experiências, minha companheira Claudia.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Deixo registrado que este texto não é algo protocolar, nem tampouco textos produzidos meramente com a intenção de agradar alguns, mas sim um reconhecimento a todos que me ajudaram a viabilizar e finalizar este trabalho.

RESUMO

LEÃO, Rafael. Demanda Hídrica do Abastecimento Animal na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas. Dissertação. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Programa de Pós-graduação em Rede Nacional ProfÁgua, IPH/UFRGS, Porto Alegre/RS. 2024.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas (BHRJ) corresponde apenas a 3,5% do território de Santa Catarina, porém é responsável pela produção de 24% dos suínos, 5% do rebanho de gado e 18% dos frangos produzidos e abatidos no Estado. Esta elevada concentração animal exige grande demanda de recursos naturais, principalmente de água, para abastecimento da produção. Além desse fato, o Plano de Recursos Hídricos, que é o principal documento de apoio ao gerenciamento da água, encontra-se desatualizado e incompleto. Nesta direção, a pesquisa teve como objetivo elaborar o prognóstico da demanda hídrica da produção de suínos, frangos de corte e gado, na área de abrangência da BHRJ, para os horizontes de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo (15 anos) prazo. A metodologia utilizada contemplou a análise dos dados históricos, disponibilizados pela Epagri/Cepa, referente as espécies de animais objeto da pesquisa. Também foram consultados e comparados aos dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Foram congregados os dados da produção animal nos municípios da BHRJ e determinada a concentração em cada bacia hidrográfica que compõem a área de estudo. Posteriormente, foi calculado a demanda de água para abastecimento em função do número de animais. Com esta mesma sequência de etapas, e utilizando a taxa média de variação no período estudado, foi realizada a projeção de animais e a demanda hídrica para os horizontes temporais. Os resultados apontam que a maioria das espécies animais apresentaram crescimento ao longo dos anos do diagnóstico e, por conseguinte nos horizontes temporais, com ênfase a produção de suínos e gado. O cenário tendencial da demanda hídrica também se mostrou crescente: o total da demanda calculada para o abastecimento animal no ano base (2022) passou de 4.446 L/s para 11.999 L/s no horizonte de longo prazo (2037). As bacias que terão a maiores demandas hídricas são a do Rio Jacutinga, do Rio Engano e do Rio Rancho Grande. O resultado do diagnóstico, calculado com os dados da Epagri/Cepa é aproximadamente 3,9 vezes maior que a vazão requerida nos dados do CEURH. Os resultados alertam para a necessidade de que sejam realizadas ações de cadastramento de usuário de recursos hídricos e espera-se que os resultados contribuam efetivamente para o Comitê Jacutinga frente ao eminente e necessário processo de revisão, atualização e complementação do Plano de Recursos Hídricos, além de subsidiar tecnicamente as discussões sobre a gestão da água para este importante setor produtivo, econômico e social da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Palavras-chave: demanda hídrica, abastecimento animal, horizontes temporais.

ABSTRACT

LEÃO, Rafael. Water Demand for Animal Supply in the Jacutinga River Basin and Contiguous Basins. Dissertação. Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Programa de Pós-graduação em Rede Nacional ProfÁgua, IPH/UFRGS, Porto Alegre/RS. 2024.

The Jacutinga River and Contiguous Basins (BHRJ) corresponds to only 3.5% of the territory of Santa Catarina, but is responsible for the production of 24% of the pigs, 5% of the cattle herd and 18% of the chickens produced and slaughtered in the State. This high animal concentration requires a great demand for natural resources, mainly water, to supply production. In addition to this fact, the Water Resources Plan, which is the main supporting document for water management, is outdated and incomplete. In this direction, the research aimed to develop a prognosis of water demand for the production of pigs, broiler chickens and cattle, in the area covered by BHRJ, for the short (5 years), medium (10 years) and long (15 years) term. The methodology used included the analysis of historical data, made available by Epagri/Cepa, referring to the animal species that were the subject of the research. Data from the State Registry of Water Resources Users (CEURH) were also consulted and compared. Data on animal production in the BHRJ municipalities were gathered and the concentration in each river basin that makes up the study area was determined. Subsequently, the demand for water supply was calculated depending on the number of animals. With this same sequence of steps, and using the average rate of variation in the period studied, the projection of animals and water demand for the time horizons was carried out. The results indicate that the majority of animal species showed growth over the years of diagnosis and, therefore, over time horizons, with emphasis on pig and cattle production. The trend scenario for water demand was also increasing: the total demand calculated for animal supply in the base year (2022) went from 4,446 L/s to 11,999 L/s in the long-term horizon (2037). The basins that will have the greatest water demands are the Jacutinga River, the Engano River and the Rancho Grande River. The diagnostic result, calculated with Epagri/Cepa data, is approximately 3.9 times greater than the flow required in CEURH data. The results highlight the need for water resources user registration actions to be carried out and it is expected that the results will effectively contribute to the Jacutinga Committee in view of the imminent and necessary process of reviewing, updating and complementing the Water Resources Plan, in addition to technically subsidize discussions on water management for this important productive, economic and social sector of the Jacutinga River Basin and Contiguous Basins.

Keywords: water demand, animal supply, time horizons.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Concentração de Rebanhos e Demanda Hídrica	29
Figura 2 – Divisão SC com destaque para RH3 e a BHRJ.....	39
Figura 3 – Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga	40
Figura 4 – Formação Florestal da Bacia Hidrográfica Jacutinga	41
Figura 5 – Concentração de desastres registrados nos Municípios da BRHJ.....	44
Figura 6 – Distribuição da disponibilidade hídrica superficial na região da BRHJ	47
Figura 7 – Fluxograma do objetivo específico A	49
Figura 8 – Fluxograma dos objetivos específicos B e C	50
Figura 9 – Fluxograma do objetivo específico D	50
Figura 10 – Diagnóstico da criação animal – Suínos	64
Figura 11 – Diagnóstico da criação animal – Frangos de corte.....	67
Figura 12 – Diagnóstico da criação animal – Bezerro.....	70
Figura 13 – Diagnóstico da criação animal – Novilho	73
Figura 14 – Diagnóstico da criação animal –Gado macho adulto.....	76
Figura 15 – Diagnóstico da criação animal –Gado fêmea adulta	79
Figura 16 – Proporcionalidade de cada bacia hidrográfica na área de estudo.....	85
Figura 17 – Concentração total de animais por bacia hidrográfica no ano base	87
Figura 18 – Concentração de suínos por bacia hidrográfica no ano base.....	88
Figura 19 – Concentração de frangos de corte por bacia hidrográfica no ano base	88
Figura 20 – Concentração das classes de gado por bacia hidrográfica no ano base.....	89
Figura 21 – Demanda hídrica em L/s no ano base por espécie animal	92
Figura 22 – Demanda hídrica L/s no ano base	93
Figura 23 – Cenário Tendencial para os horizontes temporais da criação animal	110
Figura 24 – Quantitativo de suínos nos horizontes temporais em cada bacia	113
Figura 25 – Quantitativo de frangos de corte nos horizontes temporais em cada bacia	113
Figura 26 – Quantitativo de bezerros nos horizontes temporais em cada bacia.....	114
Figura 27 – Quantitativo de novilhos nos horizontes temporais em cada bacia.....	114
Figura 28 – Quantitativo de gado machos adultos nos horizontes temporais em cada bacia. 115	
Figura 29 – Quantitativo de gado fêmeas adultas nos horizontes temporais em cada bacia.. 115	
Figura 30 – Demanda hídrica para os horizontes temporais nas bacias de estudo.....	118
Figura 31 – Análise comparativa das demandas hídricas.....	122
Figura 32 – Mapa da demanda hídrica para suínos	124
Figura 33 – Mapa da demanda hídrica para frangos de corte.....	125
Figura 34 – Mapa da demanda hídrica para bezerro	126
Figura 35 – Mapa da demanda hídrica para novilho	127
Figura 36 – Mapa da demanda hídrica para gado macho adulto.....	128
Figura 37 – Mapa da demanda hídrica para gado fêmea adulta	129
Figura 38 – Mapa da demanda hídrica para abastecimento animal.....	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Volume de água para abastecimento de suínos	30
Tabela 2 – Volume de água para abastecimento de frangos de corte.....	31
Tabela 3 – Volume de água para abastecimento de gado por categoria.....	33
Tabela 4 – Desastres Climatológicos e prejuízos nos Municípios da BHRJ.....	44
Tabela 5 – Disponibilidade hídrica superficial para a RH3	46
Tabela 6 – Período de realização do diagnóstico	51
Tabela 7 – Exemplo da metodologia para proporcionalidade municipal na BHRJ	52
Tabela 8 – Detalhamento das áreas das bacias hidrográficas.....	54
Tabela 9 – Diagnóstico da criação animal por município – Suínos	63
Tabela 10 – Diagnóstico da criação animal por município – Frangos de corte.....	66
Tabela 11 – Diagnóstico da criação animal por município – Bezerros.....	69
Tabela 12 – Diagnóstico da criação animal por município – Novilhos.....	72
Tabela 13 – Diagnóstico da criação animal por município – Gado macho adulto.....	75
Tabela 14 – Diagnóstico da criação animal por município – Gado fêmea adulta.....	78
Tabela 15 – Concentração de animais por espécie em cada município.....	81
Tabela 16 – Composição das áreas das bacias hidrográficas	83
Tabela 17 – Quantitativo de animais no ano base	86
Tabela 18 – Demanda Hídrica ano base	91
Tabela 19 – Dados da demanda hídrica para criação animal - CEURH.....	94
Tabela 20 – Relação dos cadastros desconsiderados.....	95
Tabela 21 – Estabelecimentos Agropecuários nos municípios da BRHJ.....	96
Tabela 22 – Taxa média de variação e horizontes temporais para produção de suínos	100
Tabela 23 – Estimativa de suínos nos municípios para os horizontes temporais.....	101
Tabela 24 – Taxa média de variação e horizontes temporais da produção frangos de corte..	102
Tabela 25 – Estimativa de frangos de corte nos municípios para os horizontes temporais ...	103
Tabela 26 – Taxa média de variação e horizontes temporais para produção de gado.....	105
Tabela 27 – Estimativa de bezerros nos municípios para os horizontes temporais.....	106
Tabela 28 – Estimativa de novilhos nos municípios para os horizontes temporais	107
Tabela 29 – Estimativa de gado macho adulto nos municípios para horizontes temporais ...	107
Tabela 30 – Estimativa de gado fêmea adulta nos municípios para os horizontes temporais	108
Tabela 31 – Quantitativo das espécies animais nos horizontes temporais	112
Tabela 32 – Demanda hídrica nos horizontes temporais.....	117
Tabela 33 – Variação da demanda hídrica nos horizontes temporais.....	119
Tabela 34 – Resultado da projeção da demanda hídrica - CEURH.....	120

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	53
Equação 2	54
Equação 3	55
Equação 4	55
Equação 5	56
Equação 6	56
Equação 7	57
Equação 8	58
Equação 9	58
Equação 10	59
Equação 11	60
Equação 12	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- Ab – Ano base
Amb – Animais por espécie no município e no ano base, 2022
Arb – Área rural do município na bacia
Arm – Área rural do município
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BHRJ – Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas
Ca – Concentração animal
CEURH – Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
CEPA – Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola de Santa Catarina
Cda – Consumo unitário diário de água
Cr – Crescimento do rebanho
Cdh – Crescimento da demanda hídrica
Cdh – Crescimento da demanda hídrica
Dhab – Demanda hídrica no ano base
Dhabc – Demanda hídrica no ano base com os dados do CEURH
Dhb – Demanda hídrica de bezerro
Dhfc – Demanda hídrica de frangos de corte
Dhgaf – Demanda hídrica de gado adulto fêmea
Dhgam – Demanda hídrica de gado adulto macho
Dhht – Demanda hídrica no horizonte temporal
Dhn – Demanda hídrica de novilho
Dhs – Demanda hídrica de suínos
Dhls – Demanda hídrica para o ano base ou no horizonte temporal
Dhms – Demanda hídrica para o ano base ou no horizonte temporal
Dhtb – Demanda hídrica total da bacia
Dhtht – Demanda hídrica total para os horizontes temporais
EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FED – Floresta Estacional Decidual
FOM – Floresta Ombrófila Mista
Ht – Horizonte temporal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Km² - Quilômetros quadrados
L/s – Litros por segundo
M³ – Metro cúbico
M³/s – Metro cúbico por segundo
Np – Número de períodos do diagnóstico
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PIB – Produto Interno Bruto
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
PEGIBHRJ – Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
Qaai – Quantidade de animais no ano inicial
Qaab – Quantidade de animais no ano base
Qae – Quantidade de animais de cada espécie
Qaeb – Quantidade de animais de cada espécie no ano base
Qaht – Quantidade de Animais para o horizonte temporal
Qamt – Quantidade de animais por espécie no município e no horizonte temporal

RH – Regiões Hidrográficas

SEMAE – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde

SIOUT – Sistema de Outorga de Água de Santa Catarina

TMVP – Taxa Média de Variação no Período

% – Percentual

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVOS	19
2.1. OBJETIVO GERAL	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1. PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	20
3.2. SETORES USUÁRIOS DE ÁGUA: CRIAÇÃO ANIMAL	23
3.3. O PROGNÓSTICO DA DEMANDA HÍDRICA DA CRIAÇÃO ANIMAL	25
3.4. CONSUMO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO ANIMAL	27
3.4.1. Abastecimento de Água para Suínos	29
3.4.2. Abastecimento de Água para Frangos de Corte	31
3.4.3. Abastecimento de Água para Gado	32
3.5. HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO E CRIAÇÃO ANIMAL NO OESTE CATARINENSE	34
3.6. A IMPORTÂNCIA DO SETOR DA CRIAÇÃO ANIMAL PARA A ECONOMIA CATARINENSE	37
4. MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
4.2. FORMAÇÃO FLORESTAL DA ÁREA DE ESTUDO	41
4.3. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS DA REGIÃO DE ESTUDO	42
4.4. DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA	46
5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	49
5.1. DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS, FRANGOS DE CORTE E GADO	50
5.2. CÁLCULO DO CENÁRIO TENDENCIAL DA PRODUÇÃO ANIMAL	55
5.3. METODOLOGIA DE CÁLCULO DA DEMANDA HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA	58
5.4. APRESENTAÇÃO DA DEMANDA HÍDRICA EM MAPAS	61
5.5. TRATAMENTO DOS DADOS	61
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
6.1. DIAGNÓSTICO DA PRODUÇÃO DE SUÍNOS, FRANGOS DE CORTE E GADO	62
6.1.1. Diagnóstico da Produção de Suínos nos 19 Municípios	62
6.1.2. Diagnóstico da Produção de Frangos de Corte nos 19 Municípios	65
6.1.3. Diagnóstico da Produção de Bezerro nos 19 Municípios	68
6.1.4. Diagnóstico da Produção de Novilho nos 19 Municípios	71
6.1.5. Diagnóstico da Produção de Gado Macho Adulto nos 19 Municípios	74
6.1.6. Diagnóstico da Produção de Gado Fêmea Adulta nos 19 Municípios	77
6.1.7. Diagnóstico da Produção Animal por Bacia Hidrográfica	80
6.1.8. Diagnóstico da Demanda Hídrica por Bacia Hidrográfica	89
6.1.9. Dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos	94
6.1.10. Análise Comparativa da Demanda Hídrica entre os Dados do Diagnóstico e os Dados Cadastrados	98
6.2. CENÁRIO TENDENCIAL DA PRODUÇÃO ANIMAL PARA HORIZONTES TEMPORAIS DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO	100
6.2.1. Cenário Tendencial da Produção de Suínos nos 19 Municípios	100
6.2.2. Cenário Tendencial da Produção de Frangos de Corte nos 19 Municípios	102
6.2.3. Cenário Tendencial da Produção de Gado nos 19 Municípios	104
6.2.4. Análise Comparativa do Cenário Tendencial da Produção de Animal nos 19 Municípios	109
6.2.5. Cenário Tendencial da Produção por Bacia Hidrográfica	110
6.2.6. Cenário Tendencial da Demanda Hídrica por Bacia Hidrográfica	116
6.2.7. Cenário Tendencial da Demanda Hídrica com os Dados do CEURH	119
6.2.8. Análise Comparativa do Cenário Tendencial da Demanda Hídrica entre os Dados do Diagnóstico e CEURH	120
6.3. MAPA DO CENÁRIO ATUAL E TENDENCIAL DA DEMANDA HÍDRICA	122

6.3.1.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Suínos.....	123
6.3.2.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Frangos de Corte	125
6.3.3.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Bezerro	126
6.3.4.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Novilho.....	127
6.3.5.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Gado Macho Adulto	128
6.3.6.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Gado Fêmea Adulta.....	129
6.3.7.	Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica Geral.....	130
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135

1. INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Também conhecida como “Lei das Águas”, apresenta em seu artigo 5º os Instrumentos da Política com destaque para os Planos de Recursos Hídricos. Os Planos de Recursos Hídricos são documentos auxiliares e estratégicos para a gestão dos usos múltiplos da água e contribuem efetivamente com o desenvolvimento do território, promovendo a equidade e equilíbrio socioambiental.

Inclui-se, em seu conteúdo mínimo, o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, prognóstico e projeções de cenários tendenciais que permitem análises e decisões pelos diferentes setores da bacia hidrográfica e balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais (BRASIL, 1997).

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas (BHRJ), objeto deste estudo, não possui um Plano de Recursos Hídricos, porém conta com um Plano Estratégico de Gestão Integrada, elaborado no ano de 2009, e, portanto, encontra-se defasado e necessita complementações de dados e informações estratégicas para a gestão dos recursos hídricos desta bacia hidrográfica.

A área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas compreende total ou parcialmente, o território de 19 municípios, sendo que 5 estão inseridos totalmente no território da bacia, apresentando intensa produção animal, sobretudo suínos, aves e gado. Segundo os dados de 2020, do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – CEPA, a região da BHRJ, corresponde apenas à 3,5% da área do território catarinense, no entanto, é responsável pela produção de 17,8% dos frangos, 5,29% de gado e 23,6% dos suínos produzidos e abatidos no Estado (SANTA CATARINA, 2023). Esta concentração da produção exige grande demanda de recursos naturais, principalmente de água, tanto para dessedentação, quanto para diluição de efluentes da produção.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, realizou estimativa nos primeiros meses do ano de 2022, concluindo que, na microrregião de Concórdia, o prejuízo com a estiagem daquele período causou perda na agricultura de aproximadamente R\$145 milhões. Há períodos em que a falta de água neste território é

recorrente e preocupante. Conforme ressaltado por Marchesan et al. (2016), a agropecuária é uma das principais atividades econômicas regionais e requer água em quantidade e qualidade para o desenvolvimento dos processos produtivos.

Atualmente a dependência pela água na produção animal é mais intensa devido às escalas dos sistemas de produção (PALHARES, 2021). O Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (SANTA CATARINA, 2009) já apontava, na etapa de prognóstico, que na região o efetivo da produção animal mais expressivo são aves, suínos e gado.

Desta forma, destaca-se um cenário desafiador e preocupante, na qual a produção animal está cada vez mais concentrada em um território limitado, sob as perspectivas geográficas e de recursos naturais, e por outro lado, o principal documento de apoio ao gerenciamento da água, Plano de Recursos Hídricos, encontrar-se desatualizado e incompleto. Por isso entende-se que são necessários esforços de pesquisas para produzir informações com base na realidade atual, para que possam contribuir com as decisões para gestão da água.

Por meio da elaboração do diagnóstico e do prognóstico da criação animal e respectiva geração de informações sobre o consumo de água por espécie estudada, será possível obter, para os horizontes temporais, a estimativa do volume hídrico deste importante setor produtivo e econômico do estado de Santa Catarina.

Assim, este trabalho realizou o diagnóstico e o prognóstico da demanda hídrica da produção de suínos, frangos de corte e gado na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas para o ano base (2022) e para o horizonte de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo (15 anos) prazo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Elaborar o prognóstico da demanda hídrica da produção de suínos, frangos de corte e gado, na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, para os horizontes de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo (15 anos) prazo.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Realizar o diagnóstico da produção de suínos, frangos de corte e gado na bacia hidrográfica de estudo;
- b) Calcular o cenário tendencial da produção animal para horizontes temporais de curto, médio e longo prazo;
- c) Elaborar metodologia de cálculo para obtenção da demanda hídrica com os dados do diagnóstico e com os dados cadastrados;
- d) Apresentar em mapas por bacia hidrográfica o cenário atual e tendencial da demanda hídrica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Plano de Recursos Hídricos e a Gestão de Bacias Hidrográficas

Os desafios e as demandas crescentes por água em quantidade e qualidade tornaram cada vez mais complexo o ambiente de gestão. Marques et al. (2022) mencionam que os efeitos do clima, as alterações no uso da terra e sistemas de infraestrutura mais elaborados, com objetivos múltiplos e conflitantes, contribuem significativamente para a complexidade do processo de gestão dos recursos hídricos.

A crescente necessidade de proteção ambiental, em especial aos recursos hídricos, para as atuais e futuras gerações, e o planejamento que assegure a quantidade e a qualidade da água para usos múltiplos se traduz em normas legais no cenário brasileiro.

As seguidas crises hídricas no território nacional refletem as fragilidades do sistema atual de gestão. O aperfeiçoamento dos processos de gestão da água é uma premissa para que os diferentes setores da bacia hidrográfica realizem efetivamente a gestão descentralizada e que as bacias possam ter em seus planos de recursos hídricos a pactuação sobre soluções de problemas comuns (MARQUES et al., 2022).

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997, no artigo 5º são estabelecidos os instrumentos. Dentre eles se destaca os Planos de Recursos Hídricos (PRH), que no artigo 6º menciona que são planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos. Já o artigo 7º prevê que os Planos de Recursos Hídricos contemplam ao longo prazo o horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos. Terão como conteúdo mínimo o diagnóstico da situação dos recursos hídricos; a análise de alternativas de crescimento e evolução demográfica e atividades produtivas; o balanço entre disponibilidades e demandas futuras em quantidade e qualidade, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis; a outorga e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, entre outros (BRASIL, 1997).

Considerando a necessidade da realização da gestão descentralizada dos recursos hídricos, conforme o Art. 1º, inciso VI da PNRH, um Plano de Recursos Hídricos precisa ser elaborado com o envolvimento de órgãos governamentais, população da bacia, usuários e atores regionais que participam da gestão dos recursos hídricos.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, o PRH constitui um documento programático que define a agenda das águas desses atores em um determinado recorte territorial. Nele deve constar as ações de gestão, estudos, projetos, intervenções e investimentos prioritários dentro da perspectiva de uma visão integrada dos usos múltiplos dos recursos hídricos, construída com o envolvimento social, o qual tem como objetivo estabelecer o pacto pelo uso da água na bacia hidrográfica.

A identificação e reflexão sobre a aplicação do Plano de Recursos Hídricos fornece subsídios para administrar a água na bacia hidrográfica, organizar o espaço, identificar os conflitos de uso e conservação, propor alternativas, indicar as intervenções necessárias, monitorar e controlar e preservar a água. Esses, são fatores fundamentais e necessários para o sucesso desse instrumento previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos (SANTOS, 2004).

Marques et al. (2022) afirmam que o Plano de Recursos Hídricos é o instrumento que dá concretude aos serviços de gestão elencados e o processo de planejamento é a própria prestação dos serviços de gestão. Ainda relata que a estratégia e planejamento para a bacia, passando pela pactuação das soluções para o desenvolvimento e proteção das águas, precisam ser materializados e pactuados no Plano de Recursos Hídricos.

O desenvolvimento dos PRH com intuito de planejar suas ações e dos setores usuários, visa garantir os usos múltiplos da água nas bacias hidrográficas. Ainda, esse planejamento visa solucionar compromissos, objetivando minimizar conflitos pelo uso dos recursos hídricos, com vista aos diversos interesses dos usuários de água, do poder público e da população da bacia. Não obstante, deve-se considerar as metas a serem alcançadas para melhoria da qualidade e quantidade de água, objetivando garantir a segurança hídrica na bacia hidrográfica (ANA, 2022).

A Resolução nº145/2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabelece as diretrizes para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas, apresentando também o conteúdo mínimo necessário de acordo com as três principais etapas de elaboração: diagnóstico, prognóstico e plano de ações (ANA, 2022).

Logo, a elaboração do prognóstico das demandas hídricas em uma bacia hidrográfica constitui-se como atividade fundamental para desenvolvimento do plano de recursos hídricos. Em seu conteúdo mínimo apontado na Resolução nº145/2012, é necessário: I – análise dos padrões de crescimento demográfico e econômico e das políticas, planos, programas e projetos setoriais relacionados aos recursos hídricos; II – proposição de cenário tendencial, com a premissa da permanência das condições demográficas, econômicas e políticas prevalecentes, e de cenários alternativos; III – avaliação das demandas e disponibilidades hídricas dos cenários formulados; IV – balanço entre disponibilidades e demandas hídricas com identificação de conflitos potenciais nos cenários; V – avaliação das condições da qualidade da água nos cenários formulados com identificação de conflitos potenciais; VI – as necessidades e alternativas de prevenção, ou mitigação das situações críticas identificadas; VII – definição do cenário de referência para o qual o Plano de Recursos Hídricos orientará suas ações (CNRH, 2012).

3.2. Setores Usuários de Água: Criação Animal

Conhecer e estudar os setores usuários de água, é fundamental para a elaboração da etapa do diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos.

Os usos da água e respectivos setores podem ser classificados em consuntivos, que consomem água em seu processo e não consuntivos, que não consomem água diretamente, mas dependem da manutenção de condições naturais ou de operação da infraestrutura hídrica para sua manutenção e funcionamento (ANA, 2019).

No Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (ANA 2022), os setores usuários de água considerados na sua elaboração foram o Saneamento, Agropecuária, Indústria e Transformação, Mineração, Geração de Energia, Turismo, Pesca, Navegação, Meio Ambiente e Saúde.

Já no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH) (SANTA CATARINA, 2019), os setores usuários estudados, com usos consuntivos e não consuntivos, são Energia Hidrelétrica, Aquicultura, Mineração, Abastecimento Humano Rural e Urbano, Mineração, Criação Animal, Uso Industrial e Irrigação.

O Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (PEGIBHRJ) (SANTA CATARINA 2009), utilizou para sua elaboração os dados cadastrados no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Dentre os usos consuntivos estudados estão Abastecimento Público, Aquicultura, Criação Animal, Industrial, Irrigação, Outros Usos, Produção Energia Termelétrica. O único uso não consuntivo apresentado neste Plano foi Geração Hidrelétrica.

Conforme descrito nos planos acima mencionados, o setor da agropecuária, o qual inclui criação animal, está presente em todos os estudos e apresenta grande relevância frente ao uso dos recursos hídricos.

Apresentado no Plano Nacional de Recursos Hídricos, o uso do setor da criação animal representa a quarta maior demanda de água no Brasil, 8% (ou 162 m³/s) do total de retirada. Já no estado de Santa Catarina, a demanda para o setor corresponde a 3,49% (3,47 m³/s) da vazão

de retirada. No PEGIBHRJ, em 2009, o setor da criação animal correspondia à 15,9% (ou 0,102 m³/s) de toda a água retirada.

Vale ressaltar que as informações mais atualizadas em Santa Catarina, referentes à gestão dos recursos hídricos estão apresentadas no PERH. Neste plano, na Região Hidrográfica 03 (RH3), correspondente a Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe e Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, a criação animal é responsável por 17% da vazão de retirada, ou 0,564m³/s.

3.3. O Prognóstico da Demanda Hídrica da Criação Animal

O prognóstico das demandas hídricas na bacia hidrográfica deve considerar a tendência de crescimento da necessidade de água para os diferentes setores usuários, sob a hipótese que não haverá intervenções adicionais além das que já estão programadas ou em andamento. Este cenário é chamado de tendencial, pois é a simples extrapolação do crescimento observado das demandas (SANTA CATARINA, 2018). O cenário tendencial de demandas hídricas pressupõe a continuação das tendências de desenvolvimento socioeconômicos, verificadas ao longo da série histórica.

Um dos setores a ser estudado na etapa do prognóstico na elaboração de um plano de recursos hídricos, conforme já explorado nos subitens anteriores, é a criação animal. No Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) de Santa Catarina, são nove os setores passíveis de receber informações quanto à demanda hídrica das atividades socioeconômicas, a citar, aquicultura, criação animal, indústria, irrigação, hidrelétrica, mineração, outros usos, saneamento básico e termoelétrica.

No Brasil e no mundo, o setor agropecuário, o qual se inclui a criação animal, está entre os maiores usos da água e há um aumento crescente registrado na demanda associada a esses usos nas últimas décadas. No cenário nacional, apenas entre os anos de 2000 e 2018, houve aumento de 55% no volume captado em mananciais superficiais e subterrâneos para esses usos (PALHARES, 2021).

Na criação animal intensiva, a água é utilizada em grandes quantidades, seja para dessedentação animal ou para finalidades menos nobres, como a limpeza das instalações e conforto térmico animal. Dessa forma, a água é fator limitante para o aumento do rebanho e sua produtividade (VIOLA et al., 2011).

No cenário nacional, o abastecimento animal demanda, em média, 171 mil litros de água de mananciais a cada segundo que além da dessedentação dos animais, também inclui o uso nas atividades de manejo e limpeza desses animais e nas instalações rurais, projeção um pouco acima da estimativa do PNRH (ANA, 2022). Em 2030 a estimativa é de que o setor utilize aproximadamente 220 mil litros por segundo, representando um crescimento 28,7% na demanda hídrica (PALHARES et al., 2021).

Santa Catarina é reconhecido no cenário nacional pela intensa atividade suinícola, e no ano de 2017 contava com o plantel estimado de pouco mais de 6,5 milhões de cabeças de suínos (IBGE, 2017). Segundo Bernardo et al. (2017) a produção gerava o volume aproximado de 21,2 milhões de m³ de dejetos ao ano. Isso representa um grande potencial de nutrientes para uso como fertilizantes orgânicos de solo, porém os problemas no manejo e o excesso ocasionam impactos negativos na qualidade do ar, do solo e da água.

A água apresenta valor substancial devido à demanda diária para produção animal. A elevada demanda hídrica associada à falta de programas para a sua gestão, têm reduzido a disponibilidade, tornando urgente a necessidade de utilizar este recurso de forma racional. Além da grande demanda de água e agravando ainda mais o cenário, períodos cíclicos de estiagem costumam castigar a região Oeste de Santa Catarina, ameaçando o suprimento da produção agrícola, principalmente fonte de renda para famílias que ali residem (FREITAS et al., 2002).

Marchesan et al. (2016) constata que as atividades que demandam água em maior quantidade no território da Bacia do Rio Jacutinga são a agropecuária, principalmente suinocultura, avicultura e bovinocultura de corte e leite.

Em paralelo ao elevado crescimento da demanda hídrica, incluindo o setor da criação animal, estão os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU). Relacionado a este trabalho, destaca-se o ODS nº6, em especial a meta 6.4, *“que visa, até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez”* (ANA, 2019).

3.4. Consumo de Água para Abastecimento Animal

Historicamente há dependência e relação direta entre produção animal e disponibilidade de água em quantidade e qualidade. Atualmente essa dependência é mais intensa devido às escalas e requisitos técnicos e sanitários dos sistemas produtivos.

Conforme destaca Santos (2021), no Brasil, a cultura da abundância não contribuiu para a valorização da água como um bem, um patrimônio a ser gerenciado e resguardado. Ao contrário, em alguns casos há resistências setoriais quando se aborda esse assunto, imputando na gestão da água a possibilidade de aumento de custos de produção.

Considerada um recurso natural finito, essencial para a vida dos organismos vivos e o principal nutriente dos animais, a água é muitas vezes negligenciada no planejamento dos sistemas de produção da criação animal (OLIVEIRA, 2004).

O consumo elevado de água na produção animal e o aumento da demanda em regiões de pecuária intensiva vêm reduzindo a qualidade e disponibilidade das reservas naturais, resultando na pressão do uso da água como insumo na produção acentuando o impacto pela má gestão da propriedade rural (TAVARES et al., 2016).

Palhares (2021) relata que, nas atividades cotidianas de uma propriedade rural, a água se faz necessária, não apenas nos usos nobres como que é a dessedentação dos animais. Reforça que a água é parte de qualquer alimento oferecido aos animais, presente na irrigação das culturas vegetais que serão alimento, por exemplo. Ainda é utilizada amplamente na higienização de equipamentos, utensílios, manejo dos resíduos durante a limpeza das instalações, na produção e na manutenção do conforto térmico.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, através da publicação do Manual de usos consuntivos da água no Brasil (ANA, 2019), atualiza o termo “dessedentação” substituindo para “abastecimento” (ou uso) animal. Esta alteração incorpora e amplia o entendimento sobre o uso da água nas diferentes variáveis da produção, a exemplo das operações lácteas, limpeza dos animais, das instalações e outras necessidades de manutenção de estruturas rurais, além da dessedentação.

Esses usos adicionais apontados na publicação supracitada são mais relevantes em rebanhos com tendência de concentração ou (semi) confinamento, na produção de galináceos, suínos e vacas ordenhadas. Animais em sistemas intensificados requerem mais nutrientes, água, insumos, e por isso as unidades produtivas têm grandes desafios ambientais por gerarem maiores quantidades de nutrientes para serem manejados e terem maiores consumos absolutos de recursos naturais (PALHARES, 2021).

Nos planos de recursos hídricos estaduais ou de bacias hidrográficas, assim como em avaliações nacionais, o método mais comum de estimativa de demanda hídrica animal consiste na aplicação de coeficientes técnicos (litros por dia por cabeça) ao efetivo de rebanhos em determinado ano de referência (FONTENELLE, 2021).

Em relação à proporção dos rebanhos no total do abastecimento animal no Brasil, é observada a preponderância de bovinos na composição da demanda hídrica (88%), seguido por suínos (5%) e aves (2%). Destaca-se que para as aves e suínos, apesar da menor participação na demanda total nacional, tendem a ocorrer de forma concentrada, podendo afetar o balanço hídrico local tanto do ponto de vista quantitativo quanto qualitativo, em razão de seu sistema operacional e produtivo, em grande maioria em aviários e granjas, por meio de criação intensiva, ou confinamento (ANA, 2017).

A Figura 1 do relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2017) é apresentado a concentração dos rebanhos e uso da água para abastecimento animal.

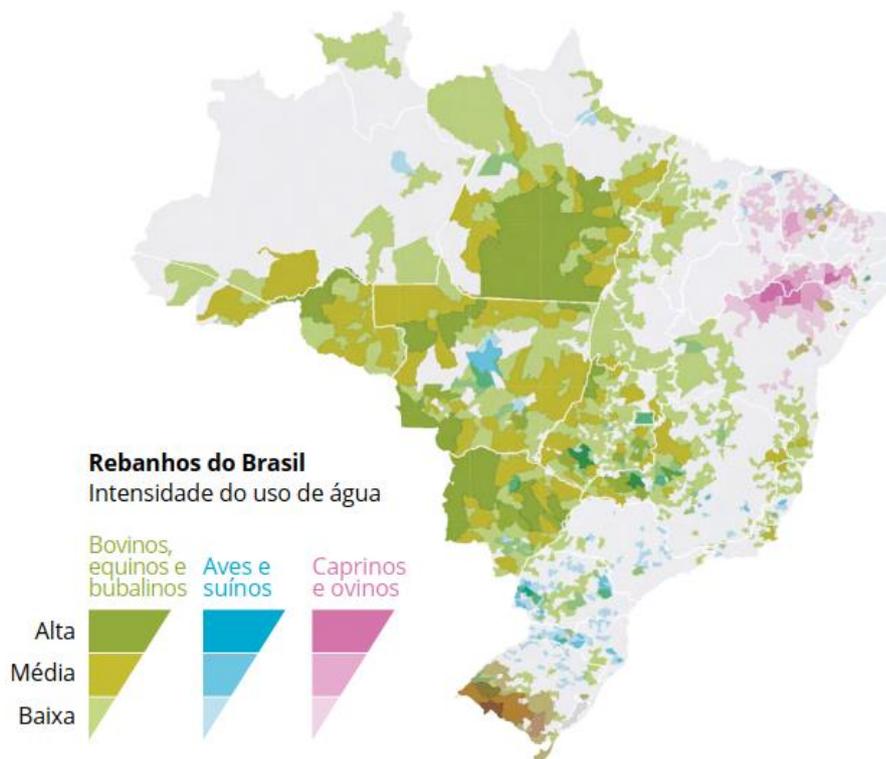


Figura 1 – Concentração de Rebanhos e Demanda Hídrica

FONTE: ANA (2017).

Em recente estudo publicado pela ANA são apontados os usos consuntivos setoriais, perfazendo o total de 2.035,2 m³/s a demanda hídrica no território nacional. O setor da irrigação é o maior demandante, com 50,5%, seguido por abastecimento urbano (23,9%), indústria (9,4%) e em quarto lugar, o setor de abastecimento animal, com 8,1% da demanda hídrica, ou 165 m³/s (ANA, 2024).

3.4.1. Abastecimento de Água para Suínos

Tavares et al. (2016) afirmam que nos últimos anos, as reservas e a qualidade da água disponível para abastecimento de suínos se apresentam como tema central de estudo e análise. A crescente degradação e o aumento da poluição das águas superficiais e subterrâneas têm pressionado o meio acadêmico e científico, a realizar pesquisas com o objetivo de minimizar os impactos associados à produção.

A produção de suínos requer quantidade de água suficiente para atender o tamanho do rebanho e as características das edificações. Além disso, a água deve ser entendida como

nutriente fundamental para o sucesso da produção. Assim, os usos mais facilmente identificados da água em uma propriedade rural são a dessedentação animal, mecanismo de resfriamento evaporativo, e programa de limpeza e desinfecção das granjas (SOUZA, 2022).

Conforme a Associação Brasileira de Criadores de Suínos – ABCS (2024) O tempo médio de vida de um suíno, do nascimento ao abate, varia dependendo das práticas de produção e do objetivo da criação. Em geral, suínos criados para abate costumam ser abatidos por volta dos 5-6 meses de idade, em sistemas de produção intensivos, atingindo o peso médio de 120 kg.

Destaca-se que os usos da água para abastecimento animal podem sofrer a influência de diversos fatores, como exemplo a idade dos animais; estado sanitário; fase fisiológica de produção; peso-vivo do suíno; condições ambientais no interior e exterior dos edifícios de alojamento; práticas de higiene e limpeza e os equipamentos utilizados na granja.

Na Instrução Normativa (IN) nº 11 do Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina, anexo 7 (IMA, 2021) é apresentada a estimativa de consumo de água em sistemas especializados de criação de suínos. A presente pesquisa utilizou as informações do sistema de criação de ciclo completo.

Outras fontes também apresentam a estimativa do consumo diário de suínos, como é o caso da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, por meio do Manual de Usos Consuntivos (ANA, 2019).

Na Tabela 1 são apresentadas as informações disponíveis nas duas fontes consultadas, consideradas referências nos estudos relacionados, mas que demonstram grande disparidade.

Tabela 1 – Volume de água para abastecimento de suínos

Espécie animal	Valor adotado (L/d)	Coefficiente mínimo (L/d)	Coefficiente máximo (L/d)	Fonte
Suíno	92,00	Não definido	Não definido	IMA (2021)
	18,7	5,0	30,00	ANA (2019)

FONTE: Autor (2023)

3.4.2. Abastecimento de Água para Frangos de Corte

O setor brasileiro de criação de frangos de corte está ganhando destaque global mediante a evolução dos aspectos tecnológicos. Alcançou os primeiros lugares na produção mundial, em 2015, garantindo o segundo lugar com uma produção de 13,1 milhões de toneladas de carne, atrás apenas dos Estados Unidos (MARCHIORO et al., 2017).

Viola et al. (2011) afirmam que a água requerida para suprir as necessidades diárias dos frangos de corte é obtida de três fontes: a água de consumo, a água coloidal dos alimentos e a água metabólica. A água é o nutriente mais importante consumido pelos frangos e durante a sua vida poderá necessitar até oito litros. Portanto para os lotes de frangos de corte se desenvolverem de forma adequada é necessário acesso à água em quantidade e qualidade.

O tempo vida de um frango de corte varia conforme as condições de criação e manejo, o qual inclui fatores relacionados a nutrição animal, genética e sistema de produção adotado. Em média no Brasil a vida de cada frango de corte pode variar de 35 a 45 dias (CALDAS et al, 2019).

A nível nacional a Embrapa Suínos e Aves é responsável por grande parte das pesquisas, estudos e publicações sobre o uso da água na avicultura. Um dos materiais consultados e que servem como referência para esta pesquisa é proveniente do Comunicado Técnico nº 102, intitulado “Consumo de água na produção animal” (PALHARES, 2013).

A ANA (2019) apresenta em sua publicação os coeficientes relativos aos volumes de água na produção animal. Na mesma publicação é apresentado o coeficiente adotado, o qual também é utilizado nesta pesquisa. Assim, na Tabela 2 estão apresentados os volumes de água para abastecimento de frangos de corte. Foram duas as fontes escolhidas e consideradas referências nos principais estudos relacionados.

Tabela 2 – Volume de água para abastecimento de frangos de corte

Espécie animal	Valor adotado (L/d)	Coefficiente mínimo (L/d)	Coefficiente máximo (L/d)	Fonte
Frangos de corte	0,23	0,19	0,27	Palhares (2013)
	0,22	0,10	0,50	ANA (2019)

FONTE: Autor (2023)

3.4.3. Abastecimento de Água para Gado

A demanda hídrica para a bovinocultura é um tema que desperta atenção de eventos, instituições e empresas, e que a cada ano, buscam aperfeiçoar o manejo produtivo associado à mitigação dos impactos ambientais sobre os recursos hídricos. Esta crescente preocupação com a atividade é resultado da profissionalização no setor produtivo, que através do aperfeiçoamento de técnicas de gestão e manejo, busca aumentar a produção e a produtividade (SANTOS, 2021).

Palhares (2021) destaca que é importante compreender e estudar as características dos bovinos de corte e de leite quanto a utilização da água, considerando que são atividades distintas. Por exemplo, no manejo da produção de gado de leite, a lavagem do piso das instalações e dos equipamentos da ordenha é realizada diariamente, no entanto este procedimento não ocorre na produção de gado de corte. Assim, por gerar o efluente de forma diária, a atividade da bovinocultura de leite tem maior desafio ambiental, por isso é importante considerar a diferenciação na classificação do rebanho.

No Estado de Santa Catarina, o tempo médio de vida de um gado de corte antes do abate varia de 24 a 30 meses. Este período pode ser influenciado por fatores como o manejo nutricional, as condições de criação e o sistema de produção utilizado (confinamento, semiconfinamento ou a pasto). Já o gado de leite pode ter idade produtiva variada de acordo com sua raça, geralmente vai até os 6 anos de vida (PRADO et al 2003).

Ainda, segundo Rutting et al. (2018), o grande desafio da intensificação agropecuária é aliar produção intensiva com elevada eficiência de uso de nutrientes e reduzidos impactos ambientais negativos, incluindo a grande demanda hídrica.

Na

Tabela 3 é apresentada a espécie animal e sua respectiva característica no rebanho, juntamente com os valores referenciais da demanda hídrica diária por animal, dado em litros por dia.

Tabela 3 – Volume de água para abastecimento de gado por categoria

Espécie animal/característica	Valor adotado (L/d)	Coefficiente mínimo (L/d)	Coefficiente máximo (L/d)	Fonte
Bezerro (machos e fêmeas até 12 meses)	12	Não definido	Não definido	Palhares (2013)
	11,2	Não definido	Não definido	Benedetti (1986)
Novilho (machos e fêmeas até 24 meses)	45	Não definido	Não definido	Palhares (2013)
Macho adulto	78	41	Não definido	Palhares (2013)
	50	20	80	ANA (2019)
Fêmea adulta em lactação	64	Não definido	Não definido	Palhares (2013)
	127,5	20	150	ANA (2019)

FONTE: adaptado de Palhares (2013), Benedetti (1986), ANA (2019)

As vacas em lactação demandam quantidade maior de água em relação a seu peso vivo do que as outras categorias do rebanho, visto que o leite produzido contém aproximadamente 87% de água na sua composição (CAMPOS et al. 2001).

No cenário nacional as vacas ordenhadas correspondem a 12% do plantel, que é considerada a proporção média desta espécie no total dos bovinos do país, em estudo realizado com os dados de 1974 a 1993. Porém, as vacas ordenhadas requerem mais de 25% da demanda hídrica total (ANA, 2019).

3.5. Histórico da Ocupação e Criação Animal no Oeste Catarinense

O modelo colonizador agrícola e os processos de ocupação do solo na região Oeste de Santa Catarina, foram apenas de interesse econômico não havendo respeito social. Desta forma, a região foi devastada nos aspectos ambientais, físicos como culturais, conforme afirma D'Angelis (1992).

Para melhor compreensão dos atuais problemas sociais e ambientais que assolam a sociedade contemporânea é necessário recorrer à história para entender as diferentes relações estabelecidas pelos homens com a natureza (MARCHESAN, 2003).

O povoamento e a colonização da região ocorreram em três fases distintas, iniciado pelos indígenas, até meados do século XIX, por diversos grupos nativos, entre eles os tupis-guaranis (FERREIRA, 1992). Posteriormente ocorreu a fase de ocupação cabocla, na extração da erva-mate e atividades de subsistência (ROSA, 2004). Após teve início a fase de colonização, pelos descendentes de colonizadores de origem alemã e italiana, principalmente, vindos do Estado do Rio Grande do Sul através dos projetos de colonização (POLI, 1991).

Conforme Marchesan (2003), no início da fase de colonização evidenciou-se o embate social, em disputa pelas terras, ocorrendo a inclusão dos imigrantes e, conseqüentemente, a exclusão dos grupos indígenas e caboclos. As disputas pela ocupação da região permaneceram intensas até as primeiras décadas do século XX, inclusive com lutas armadas, como foi o caso da Guerra do Contestado entre 1912 a 1916 (RUSCHEINSKI, 1996).

A colonização passou a ser intensificada após a Guerra do Contestado, especialmente nos anos de 1920 e 1930. Ainda sobre a Guerra do Contestado vale contextualizar, de acordo com Werlang (2006), que por meio do início da construção da estrada de ferro no ano de 1904, a empresa Brasil Railway passou a desalojar as pessoas que ocupavam uma faixa de 15 quilômetros de cada lado do traçado da ferrovia. Os relatos registram que foi usada de violência física para tomar posse dessas áreas, expulsando os caboclos e instigando o travamento da Guerra do Contestado.

De acordo com Rossetto (1989) a Guerra do Contestado eclodiu sob a forma de luta armada em meados de 1912, com duração de 4 anos. Não obstante esse conflito armado gerou

um marco histórico no processo de transformação das estruturas socioeconômicas de grande parte da região Oeste Catarinense.

Assim a Guerra do Contestado promoveu mudanças e divisão entre dois modelos de desenvolvimento econômico do território. Até o início do século XX ocorreu a ocupação cabocla originária da miscigenação de portugueses, índios e negros, que viviam de uma economia voltada à atenção das necessidades de subsistência. Por conseguinte, no período pós-guerra e com a evidenciada derrota dos caboclos, inicia a venda de lotes de pequenas propriedades de terras para as famílias de descendentes de imigrantes, que passaram a desenvolver uma economia voltada a integrar a lógica do mercado capitalista (AMADOR, 2010).

Após a Guerra do Contestado, os governos estadual e federal estimularam a venda de pequenas propriedades rurais. Os colonos foram atraídos pela propaganda de Companhias colonizadoras, iniciando a ocupação definitiva do território, promovendo a extração da madeira e posteriormente estabelecendo a base da economia do atual processo agroindustrial que se alicerça na suinocultura e na avicultura (ROSSETTO, 1989).

Uma das grandes motivações ao processo de colonização em pequenas propriedades e com produção familiar de excedentes agrícolas foi quanto à disponibilidade de recursos naturais da região. A mata nativa associada a boa fertilidade do solo propiciaram aos imigrantes uma forte base de produção de meios para viabilização do modelo produtivo (TESTA et al., 1996).

A expansão agropecuária foi consolidada a partir da década de 1940, principalmente pelo estabelecimento de agroindústrias para o beneficiamento de grãos e abate de aves e suínos na região, além da introdução de novas tecnologias de uso de insumos químicos e o avanço industrial brasileiro que marcaram esta década. Assim a região da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, especialmente o município de Concórdia também teve mudanças em seu perfil tornando-se importante centro produtor, o que posicionou o município entre os 10 mais prósperos do Estado de Santa Catarina (LEITE e LEÃO, 2009).

O município de Concórdia teve a maior parte dos colonizadores advinda de imigrantes rio-grandenses entre as décadas de 1930 a 1950, com intensa utilização do solo para diferentes atividades rurais. Deste então todo o território se desenvolveu economicamente baseado na

produção animal representando nos dias atuais cerca de 3% do Produto Interno Bruto (PIB) de Santa Catarina, predominantemente resultante de atividades agroindustriais, hoje baseada na produção de suínos, aves e bovinos (MIRANDA, 2011).

No ano de 1944 fora constituída no município de Concórdia importante agroindústria, fundada por Attilio Francisco Xavier Fontana em 7 de junho de 1944, a S.A. Indústria e Comércio Concórdia é batizada, pouco tempo depois, como Sadia, S.A. de "Sociedade Anônima" e das três últimas letras da palavra "Concórdia", DIA, e se tornou marca registrada em 1947. Teve como objetivo na época o beneficiamento de trigo e abate e industrialização de suínos. Com o estabelecimento da agroindústria Sadia, ocorre crescente e constante necessidade de matéria prima, que no ano de 1950, implanta o sistema de integração agropecuária como regime de produção, provocando profundas transformações na base técnica do processo produtivo da região (ESPÍNDOLA, 1999).

Não obstante, Corazza (2003) afirma que o capital agroindustrial responsável pelo desenvolvimento econômico do Oeste Catarinense é consolidado pela criação de grandes e médias empresas do setor alimentício, como Perdigão, Sadia, Chapecó, Aurora, Seara, dentre outros. Assim, a indústria de alimentação de Santa Catarina centrada na região Oeste do Estado, contempla as principais empresas brasileiras do setor.

A expansão agroindustrial desse setor econômico na região Oeste de Santa Catarina, detém na atualidade o maior complexo agroindustrial de suínos e aves do Brasil, conseqüentemente tem maior parte da economia sustentada pela atividade agrícola e a transformação dos seus produtos, conferindo-lhe alto grau de dependência econômica no setor agroindustrial. A região apresenta características físicas, socioeconômicas e ambientais que reforçam que houve intensa e constante intervenção humana na exploração dos recursos naturais (BERNARDO, 2021). Por conseguinte, a região da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas situada neste território apresenta todas as características históricas, sociais e ambientais acima apresentadas.

3.6. A Importância do Setor da Criação Animal para a Economia Catarinense

Conforme destaca Silva (2018), o setor da criação animal desempenha papel determinante na economia Catarinense, sobretudo no Oeste do Estado, contribuindo de forma significativa para o produto interno bruto (PIB) local e geração de empregos. A diversidade de produção, incluindo a criação de suínos e aves, é fator-chave para o fortalecimento e desenvolvimento socioeconômico da região.

De acordo com os dados do Ministério da Economia, analisados pelo Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (SANTA CATARINA, 2024) a agropecuária catarinense é destaque no cenário nacional, em especial o setor de carnes que obteve uma receita de US\$ 1,34 bilhão no primeiro quadrimestre de 2023. Neste período foram exportadas 600 mil toneladas de carnes (frangos, suínos, perus, patos e marrecos, bovinos, entre outras). O resultado representa alta de 10,5% na quantidade exportada e 20,8% no faturamento, quando comparado ao mesmo período de 2022.

A produção de carne de frango, em 1970, não era considerada produto de exportação. Em 2020, foi responsável por 30% das exportações, apresentando rápido crescimento na produção, figurando entre as melhores do mundo e constituindo uma das atividades mais avançadas da agropecuária brasileira. Atualmente, a região sul do Brasil é responsável por 60% da produção desse insumo, de toda a cadeia nacional (EMBRAPA, 2023).

Em Santa Catarina, apenas no acumulado do primeiro quadrimestre de 2023, as exportações de carne de frango atingiram 366,3 mil toneladas e US\$ 786,2 milhões, altas respectivas de 8,9% e 19,1% quando comparadas ao mesmo período de 2022. O estado foi responsável por 23,4% das receitas geradas pelas exportações brasileiras de carne de frango neste período (SANTA CATARINA, 2024).

Maior produtor de suínos do país, Santa Catarina foi responsável por 55,4% da quantidade exportada e 56,6% das receitas brasileiras da proteína neste ano. Os resultados positivos deste período devem-se ao crescimento dos embarques para a maioria dos principais destinos, em especial a China (8,8% em quantidade e 30,4% em valor) e Chile (70,1% em quantidade e 98,3% em valor).

O estado de Santa Catarina ocupava em janeiro de 2023, a 13ª posição nacional do rebanho de bovinos, conforme os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2024). Embora o estado apresenta umas das menores dimensões territoriais da federação, a bovinocultura está presente em todos os 295 municípios catarinenses, com um contingente de 167,1 mil produtores (SANTA CATARINA, 2023).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção serão apresentados o material e métodos adotados neste projeto de pesquisa. Inicialmente, será contextualizada a área de estudo contendo as principais características relevantes ao projeto seguido dos métodos para atendimento aos objetivos da pesquisa.

4.1. Caracterização da Área de Estudo

O Estado de Santa Catarina é dividido em 10 Regiões Hidrográficas (RH) e a área objeto da pesquisa compõe a RH3, correspondente a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas (BRHJ), conforme destacado na Figura 2.

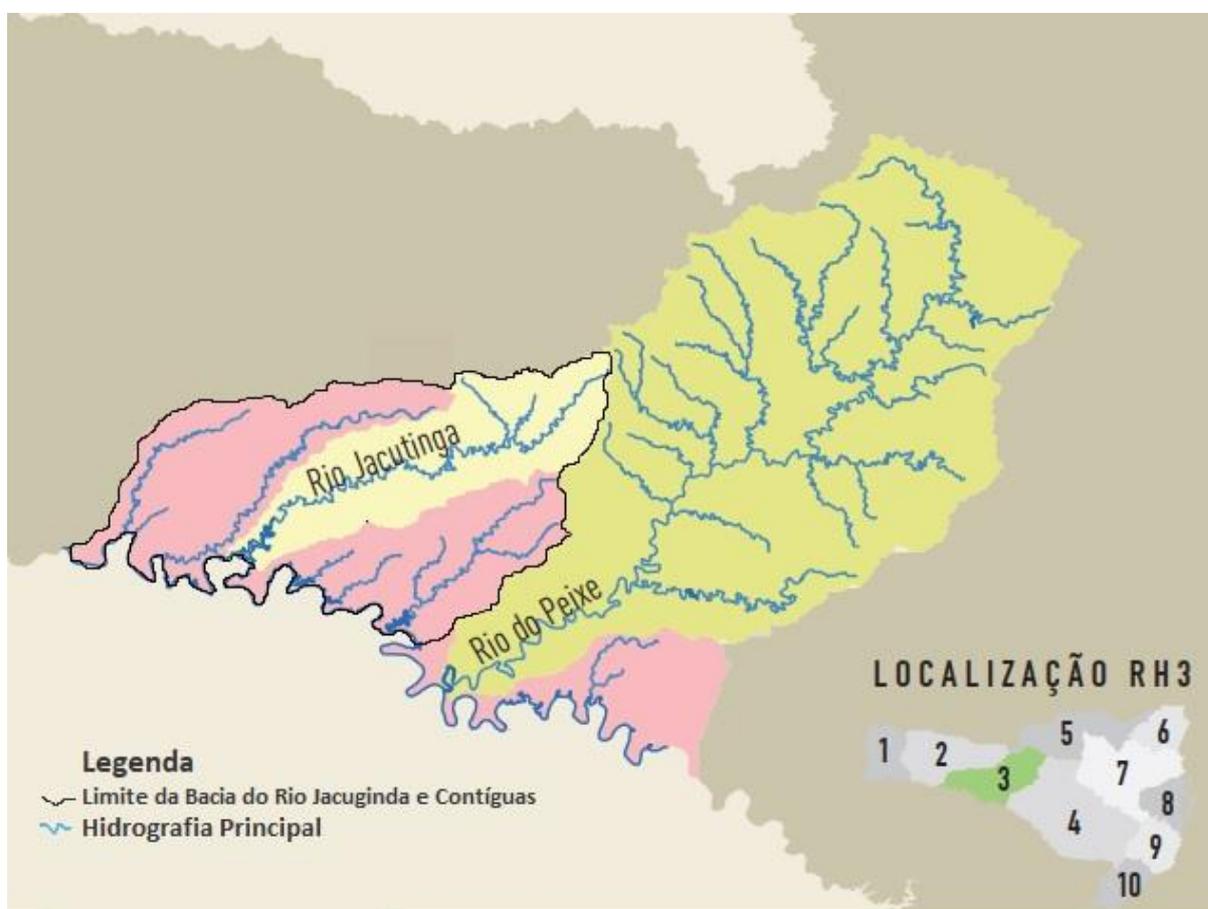


Figura 2 – Divisão SC com destaque para RH3 e a BHRJ

FONTE: Santa Catarina (2018)

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas é composta por oito sub-bacias conforme a Figura 3, contemplando o Rio Rancho Grande (Sub1) Rio Suruvi (Sub2), Rio dos Queimados (Sub3), Rio Jacutinga (Sub4), Rio do Engano (Sub5), Rio Ariranhazinho

(Sub6), Rio Ariranha (sub7) e contribuições independentes do Rio Uruguai (Sub8), com área total de aproximadamente 2.763,67 km².

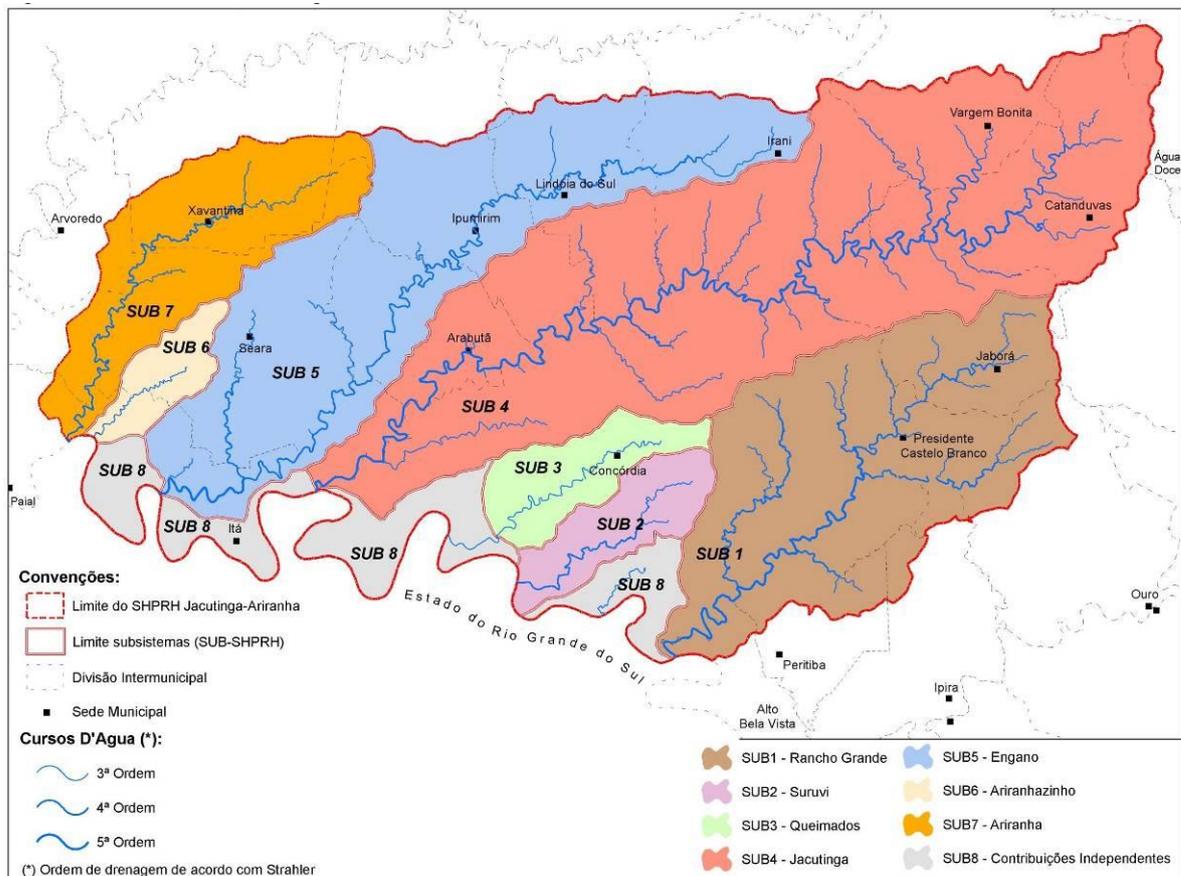


Figura 3 – Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga

FONTE: Santa Catarina (2009).

Dos 19 municípios da bacia hidrográfica, 5 estão totalmente inseridos no território de abrangência: Ararutã, Catanduvas, Concórdia, Itá e Presidente Castello Branco. Os municípios parcialmente inseridos na área são: Água Doce, Alto Bela Vista, Arvoredo, Ipirá, Ipumirim, Irani, Jaborá, Lindóia do Sul, Ouro, Paial, Peritiba, Seara, Vargem Bonita e Xavantina (SANTA CATARINA, 2009).

Em todos estes municípios ocorrem diferentes dinâmicas naturais e sociais, nos meios urbanos e rurais, porém a aptidão para a produção agropecuária é comum. O foco desta pesquisa está situado no setor de criação animal, e, por isso, é concentrado no meio rural. Esse setor é a principal fonte de trabalho e renda, seja direta, ou seja, indiretamente, da referida região.

4.2. Formação Florestal da Área de Estudo

O histórico de ocupação do oeste de Santa Catarina, incluindo a área de abrangência da bacia hidrográfica de estudo, apresenta fortes interferências e dependência sobre os recursos naturais ao longo das décadas. Portanto, conhecer, estudar e compreender a dinâmica das formações florestais é importante, uma vez que as vegetações proporcionam e oferecem direta e indiretamente parte dos insumos para a criação animal. As formações florestais também são grandes responsáveis pela manutenção do clima e, portanto, podem contribuir com o regime de chuvas e por consequência interferir na disponibilidade hídrica.

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas está inserida no Bioma Mata Atlântica, assim como todo o estado Catarinense. A bacia hidrográfica de estudo compreende dois ecossistemas florestais: a Floresta Estacional Decidual (FED) e Floresta Ombrófila Mista (FOM), conforme apresentado na **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

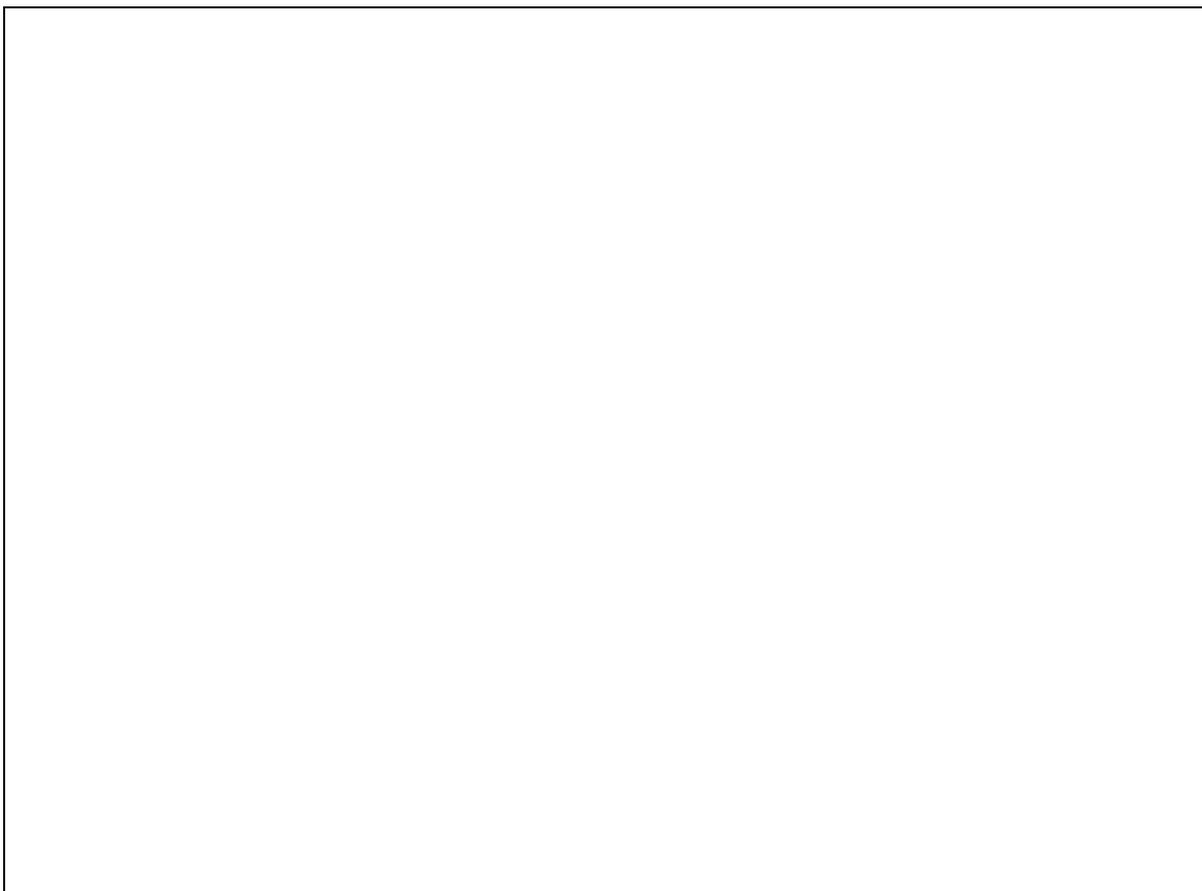


Figura 4 – Formação Florestal da Bacia Hidrográfica Jacutinga

FONTE: Santa Catarina (2009).

A Floresta Estacional Decidual (FED) margeia o Rio Uruguai e seus múltiplos afluentes, até uma altitude que varia de 600 a 800m (KLEIN, 1978). A FED é caracterizada pela decidualidade da maior parte do estrato superior, ou seja, as árvores maiores da floresta perdem suas folhas. Esta formação florestal ocorre em regiões com intensidade e regularidade pluviométrica e conforme as literaturas, não apresenta um período seco. Embora o clima seja quente-úmido durante a maior parte do ano, há um período frio, com médias iguais ou inferiores a 15°C, justamente na época em que as espécies caducifólias perdem suas folhas (CORADIN et al., 2011).

Com relação a Floresta Ombrófila Mista (FOM), localiza-se comumente em regiões acima de 800m de altitude (CORADIN et al, 2011). A FOM está situada em locais sob condições de clima úmido, com ocorrência entre 4 a 6 meses de frio e até 6 meses quentes, cuja temperatura média anual atinge 20°C (LORENZI, 2002).

A maior parte da área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas está caracterizada pela literatura em região abrangida pela FOM. No entanto, como trata-se de uma área com extensões territoriais relativamente pequenas, encontram-se exemplares de ambas as formações florestais na maior parte das bacias. A presença, caracterização e dominância das duas formações florestais ocorrem principalmente nas áreas de cabeceiras ou nascentes, locais com maior elevação (FOM), e a foz dos principais cursos d'água, junto ao Rio Uruguai (FED).

4.3. Características Climatológicas da Região de Estudo

A escassez de água, em quantidade e qualidade, tem se tornado realidade no estado de Santa Catarina. Muitos municípios sofrem com períodos de estiagem e com a degradação dos rios e dos mananciais, comprometendo os diferentes setores usuários de recursos hídricos, incluindo o abastecimento animal.

Conforme dados climatológicos disponíveis e obtidos junto a Embrapa Suínos e Aves (2022), a precipitação média anual em Concórdia, principal município e maior área na bacia hidrográfica de estudo, considerando o período de 1987 a 2021, é de 1.873,9 mm. Ainda de acordo com o diagnóstico realizado para elaboração do Plano Estratégico de Gestão Integrada

da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga, em relação a umidade relativa do ar (média anual), concluiu-se que é de 74,5% (SANTA CATARINA, 2009).

Hoss et al. (2022), salientam que a sustentabilidade no setor da criação animal está diretamente ligada à gestão da água. A crescente pressão sobre os recursos hídricos somada aos recorrentes problemas de seca e estiagens dificultam o atendimento da demanda pela pecuária nas propriedades rurais.

Os eventos climatológicos são caracterizados como seca e estiagem. O termo “seca” é caracterizado como um período de tempo seco, prolongado o suficiente para que a ausência, deficiência acentuada ou fraca distribuição de chuva provoque grave desequilíbrio hidrológico. Já em relação a “estiagem” se caracteriza como um período prolongado de baixa pluviosidade, ou ausência total de chuva, no qual a perda de umidade do solo é superior à sua reposição (INEA, 2023).

Desde a década de 1980 houve o entendimento de que não era possível "combater" ou "enfrentar" a seca, empregando assim o termo "convivência". O entendimento é de que fenômeno natural sempre ocorreu e deverá se agravar, por consequência, não é possível ser combatido, mas pode-se desenvolver propostas e experimentar alternativas baseadas na ideia de que é possível e necessário conviver com a seca (EMBRAPA, 2023).

Assim o INEA (2023) propõe que a sociedade deve se empenhar na busca por soluções que levem à redução dos riscos associados a eventos hidrológicos e climatológicos extremos.

Na sequência serão apresentadas as informações obtidas junto ao Atlas Digital de Desastres Naturais (UFSC, 2023) relacionadas aos eventos climatológicos nos 19 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

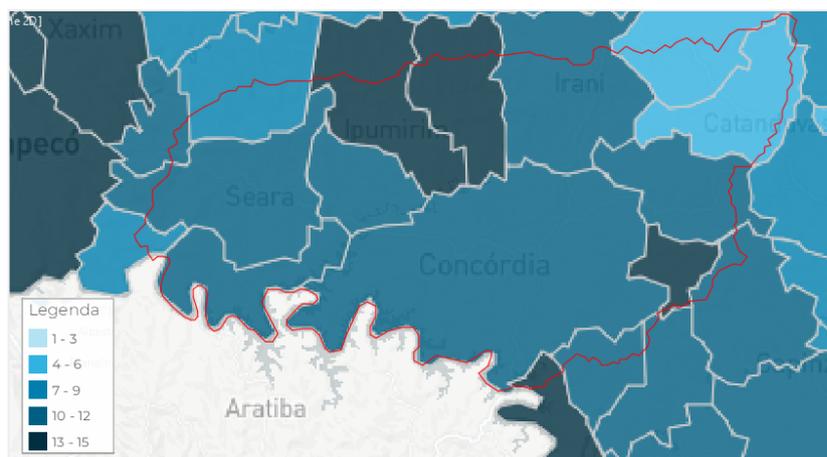


Figura 5 – Concentração de desastres registrados nos Municípios da BRHJ

FONTE: Adaptado de Atlas Digital de Desastres no Brasil – UFSC (2023)

A Figura 5 apresenta a concentração dos desastres climatológicos nos municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e bacias Contíguas. Observa-se, no contorno em vermelho, o perímetro da bacia hidrográfica em questão, a escala de cores os municípios e respectivos registros dos desastres ao longo dos últimos 30 anos, de 1991 a 2021.

A Tabela 4 apresenta a quantidade de ocorrências, total de pessoas afetadas e prejuízos financeiros decorrentes dos desastres climatológicos dos últimos 30 anos nos 19 municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Tabela 4 – Desastres Climatológicos e prejuízos nos Municípios da BHRJ

Desastre Climatológico - 1991 - 2021			
Município	Ocorrências	Total de Afetados	Prejuízos Financeiros
Água Doce	8	3.084	R\$ 267.812.554,99
Alto Bela Vista	13	945	R\$ 107.315.600,19
Arabutã	12	800	R\$ 41.997.910,10
Arvoredo	12	977	R\$ 65.527.532,70
Catanduvas	6	430	R\$ 19.476.823,89
Concórdia	11	69.750	R\$ 196.949.095,85
Ipira	11	27	R\$ 37.492.416,23
Ipumirim	13	310	R\$ 64.185.976,89
Irani	11	310	R\$ 58.697.479,56
Itá	12	560	R\$ 103.463.187,35
Jaborá	10	380	R\$ 68.463.526,91
Lindóia do Sul	13	1.250	R\$ 49.130.521,74
Ouro	12	1.620	R\$ 102.751.276,34
Paial	9	2.400	R\$ 38.301.223,45
Peritiba	12	3.237	R\$ 44.204.651,92
Presidente Castello Branco	13	1.121	R\$ 26.385.818,36

Desastre Climatológico - 1991 - 2021			
Município	Ocorrências	Total de Afetados	Prejuízos Financeiros
Seara	10	800	R\$ 124.519.311,66
Vargem Bonita	4	0	R\$ 14.026.512,29
Xavantina	8	785	R\$ 70.672.078,89
Total	200	88.786	R\$ 1.501.373.499,31

FONTE: Adaptado de Atlas Digital de Desastres no Brasil – UFSC (2023)

Na Tabela 4 é observado que os prejuízos causados pelos eventos climatológicos somados correspondem a pouco mais de 1,5 bilhões de reais. Já em relação ao total de ocorrências, a região contabilizou 200 registros. Em comparação ao histórico de desastres climatológicos no mesmo período no estado de Santa Catarina, estes montantes dos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas correspondem a 10% do prejuízo financeiro e 13% das ocorrências registradas em todo o Estado, entre os anos de 1991 a 2021.

Os municípios que registram maiores ocorrências são Alto Bela Vista, Ipumirim, Lindóia do Sul e Presidente Castello Branco, ambos com 13 ocorrências cada neste período dos últimos 30 anos. Já o município com menor ocorrência é Vargem Bonita, com apenas 4. Na média geral são registradas cerca de 10,5 ocorrências por município, no total de 200 no período dos últimos 30 anos.

Esses aspectos acima apresentados representam as dificuldades e os impactos decorrentes da mudança do clima na região oeste de Santa Catarina. Sobretudo, permeiam a questão de que é necessária a adaptação da sociedade aos impactos esperados por estas mudanças, ocasionadas seja pela variabilidade natural do clima ou seja pelo homem, a fim de minimizar e conviver com as alterações.

4.4. Disponibilidade Hídrica Superficial e Subterrânea

O Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina apresenta, entre outras informações, a análise quantitativa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos. No entanto, a mesma análise traz a informação pelas regiões hidrográficas e, conforme já apresentado anteriormente na caracterização da área de estudo, a área de abrangência da BRHJ insere-se na RH3, juntamente com a Bacia do Rio do Peixe, assim não há informações específicas para a bacia de estudo.

O PERH (SANTA CATARINA, 2018) considerou também as informações hidrológicas presentes na etapa de caracterização geral das regiões hidrográficas e dos “Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação” (SANTA CATARINA, 2006). Neste estudo, para cada uma das regiões e bacias hidrográficas, foram realizadas e apresentadas as estimativas das vazões médias mensais de longo termo (Q_{mlt}, m³/s), vazões médias mensais com permanência de 90, 95 e 98% (Q₉₀, Q₉₅, Q₉₈, m³/s) e vazão de mínima anual de 7 dias consecutivos e 10 anos de retorno (Q_{7,10}, m³/s).

O Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga - PEGIBHRJ também apresenta as informações sobre a disponibilidade hídrica superficial. No entanto, ressalta-se que são dados do ano de 2009.

Tabela 5 – Disponibilidade hídrica superficial para a RH3

Região Hidrográfica	Q_{mlt} (m ³ /s)	Q₉₀ (m ³ /s)	Q₉₅ (m ³ /s)	Q₉₈ (m ³ /s)	Q_{7,10} (m ³ /s)	Fonte
RH3	215,9	45,3	34,6	23,8	21,0	Santa Catarina (2018)
BHRJ	1,5	0,34	0,26	0,18	0,11	Santa Catarina (2009)

FONTE: Adaptado de Santa Catarina (2009 e 2018)

Assim, os dados do PERH para a RH3, referem-se ao total da disponibilidade hídrica desta região no exutório, sendo impreciso afirmar qual o percentual ou vazão, corresponde a Bacia do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas ou a Bacia do Rio do Peixe (SANTA CATARINA, 2018). Para os dados do PEGIBHRJ, as informações apresentadas referem-se à disponibilidade geral do somatório das bacias. Na Tabela 5 – Disponibilidade hídrica superficial para a RH3 foram apresentados os diferentes valores de disponibilidades hídricas para as vazões de referências.

Ainda sobre as disponibilidades hídricas superficiais, na Figura 6 ilustra-se o recorte extraído do PERH (SANTA CATARINA, 2018), frente à distribuição da disponibilidade hídrica superficial nas diferentes bacias, em especial para a região da BHRJ.

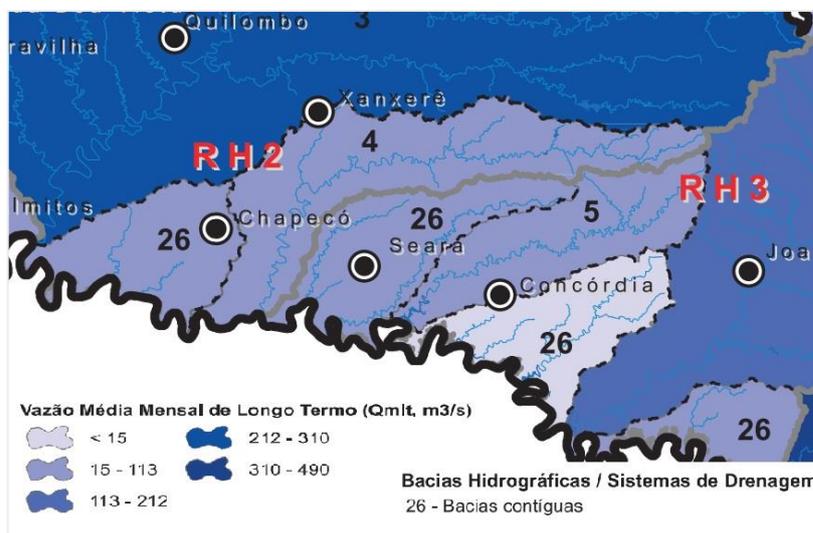


Figura 6 – Distribuição da disponibilidade hídrica superficial na região da BHRJ

FONTE: Adaptado de Santa Catarina (2018)

Todas as bacias da área de estudo são consideradas no PERH como bacias contíguas, identificadas com o número 26 na figura acima. A diferenciação está na vazão média mensal, em que as bacias situadas ao Oeste da área de estudo (Queimados, Suruvi e Rancho Grande) apresentam $Q_{mlt} < 15 \text{ m}^3/\text{s}$, já as demais bacias estão em uma faixa bastante abrangente, de 15 a $113 \text{ m}^3/\text{s}$.

Em relação à disponibilidade hídrica subterrânea vale destacar que estas águas correspondem a uma importante fração do atendimento ao abastecimento da criação animal no Oeste Catarinense. Embora este trabalho não apresenta em seus objetivos descrever e estudar a procedência da água para os rebanhos, julga-se necessário contextualizar e caracterizar hidrogeologicamente a região correspondente a Bacia de Estudo.

Sob a perspectiva hidrogeológica, a totalidade da área correspondente a Bacia do Rio Jacutinga e Bacias contíguas insere na Província Hidrogeológica Formação Serra Geral, sobre a Unidade Aquífera Serra Geral. Já o relevo aparece intensamente dissecado com a altimetria com uma tendência de declínio no sentido nordeste-sudeste, variando de 1.183 metros ao norte a 387 metros ao sul (SANTA CATARINA, 2009)

No Oeste de Santa Catarina estão dois os aquíferos principais, o Aquífero Serra Geral (fraturado) e o Aquífero Guarani (poroso). Conforme Freitas et al. (2017), os poços perfurados no Aquífero Serra Geral têm vazão que variam de 5 a 40 m³/h. Já as informações sobre o rendimento médio de vazão dos poços do sistema serra geral estão entre de 10,5 e 36 m³/h, para o meio oeste Catarinense, e 15m³/h, no Vale do Rio do Peixe.

A análise apresentada no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina indica que as regiões hidrográficas (RH) do estado, localizadas na vertente do interior, dentro do domínio do Sistema Aquífero Serra Geral e Sistema Aquífero Guarani, apresentam maiores vazões prováveis do que as RH localizadas na vertente do litoral. Sobretudo, constatou-se que a RH3 é a região destaque nesta questão. A Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga é a que apresenta maior disponibilidade hídrica subterrânea, com vazão média provável por poço de 0,03 m³/s, podendo variar entre 0,01 e 0,04 m³/s (SANTA CATARINA, 2018).

5. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Para desenvolvimento do projeto e atendimento aos objetivos descritos, foram consultados os Planos de Recursos Hídricos (PRH) de outras bacias hidrográficas. Em especial esta pesquisa teve como referência o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro (SANTA CATARINA, 2023). Também foram consultadas e utilizadas as publicações dos trabalhos de Kieling et al. (2022) e Bernardo et al. (2019).

A metodologia aplicada a esta pesquisa foi adaptada principalmente dessas publicações, em especial da etapa do prognóstico para o setor de criação animal. Ademais foram promovidas adaptações e complementações necessárias para atendimento aos objetivos propostos, conforme apresenta as Figura 7, Figura 8, Figura 9.

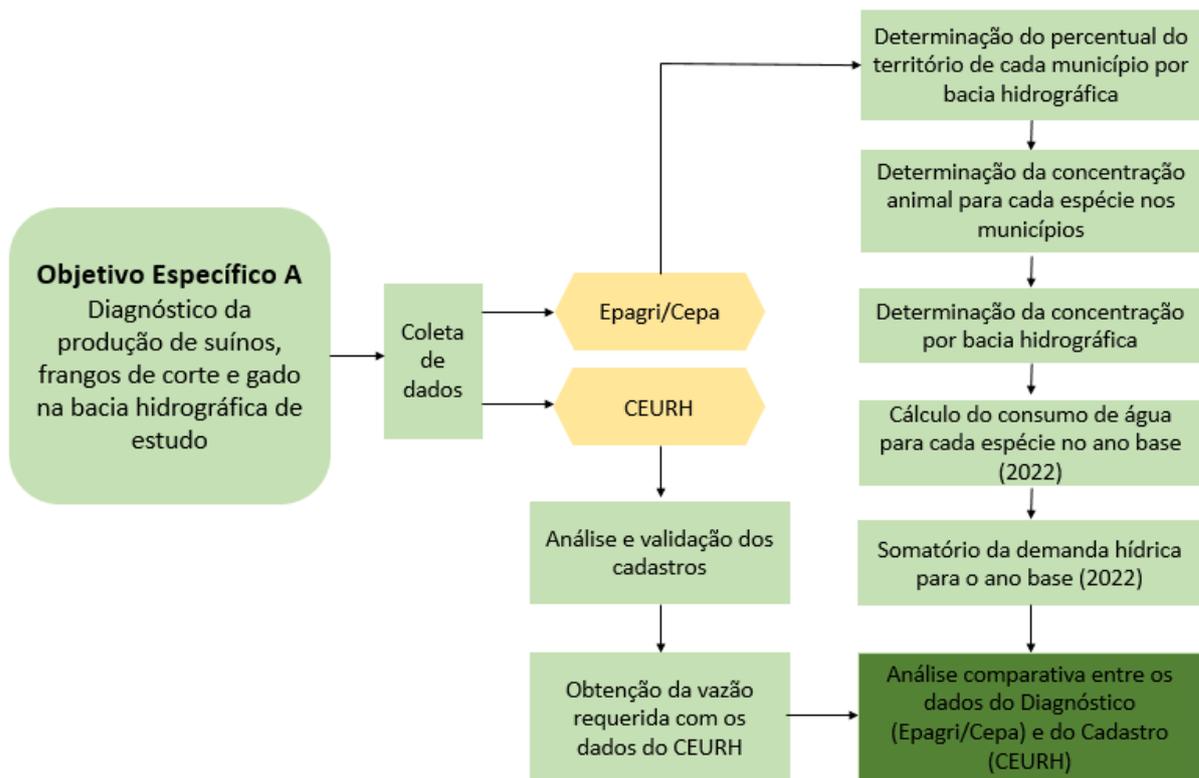


Figura 7 – Fluxograma do objetivo específico A

FONTE: Autor (2024)

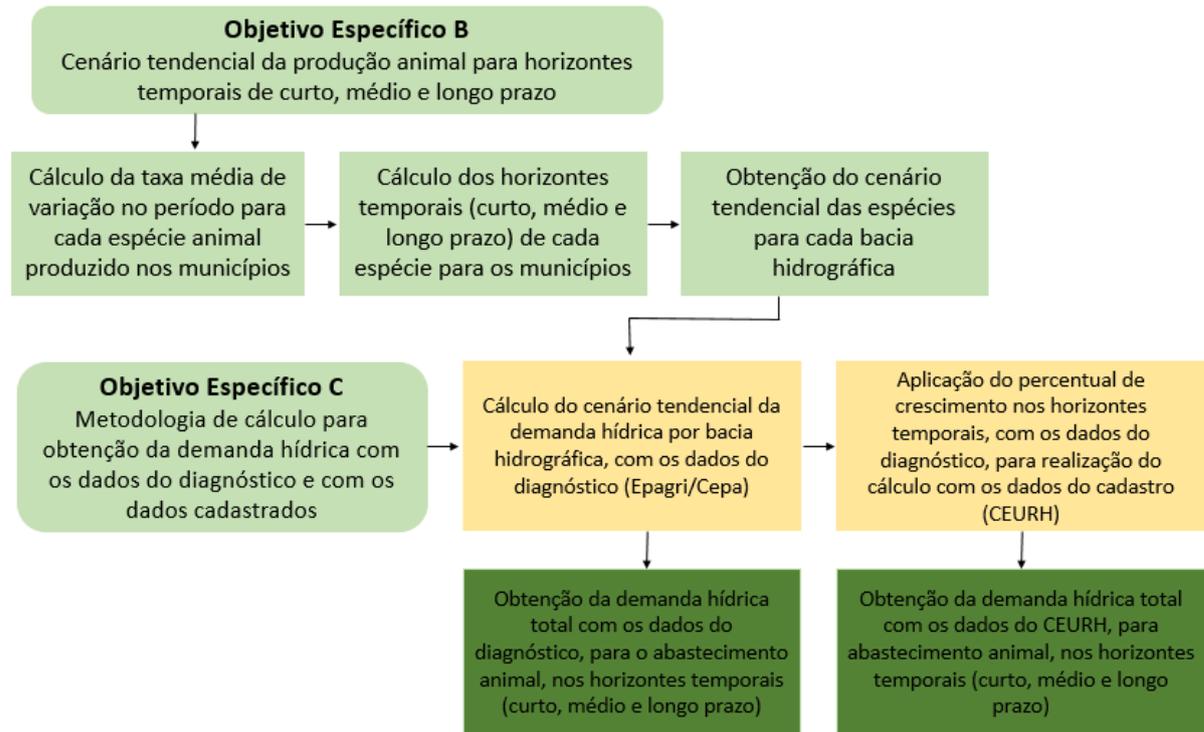


Figura 8 – Fluxograma dos objetivos específicos B e C

FONTE: Autor (2024)

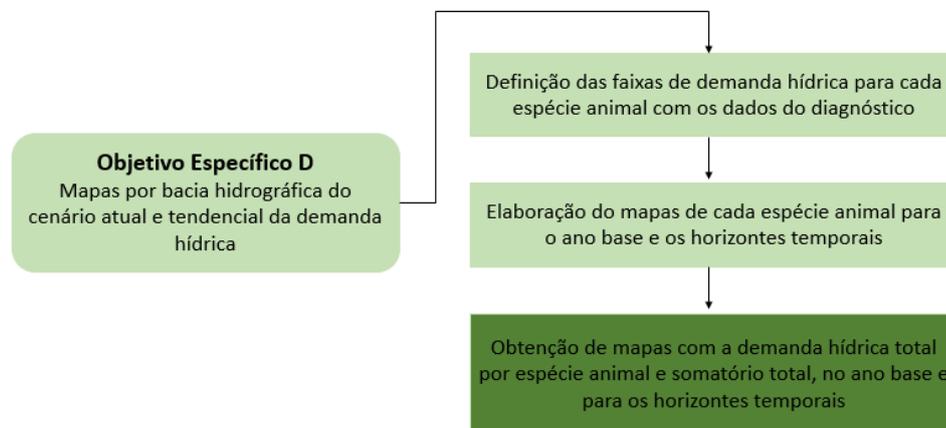


Figura 9 – Fluxograma do objetivo específico D

FONTE: Autor (2024)

5.1. Diagnóstico da Produção de Suínos, Frangos de Corte e Gado

O estado de Santa Catarina conta com o Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – Cepa, é um centro especializado em informação e planejamento para o desenvolvimento agrícola, pesqueiro e florestal do estado. Entre seus objetivos destaca-se a

realização do monitoramento e análise da produção do mercado agrícola e desenvolvimento de estudos e pesquisas sobre o espaço rural, para gerar e disseminar informações. O Cepa é um departamento da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, vinculado à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri.

Os dados obtidos junto ao Epagri/Cepa foram utilizados nesta pesquisa para elaborar o diagnóstico dos rebanhos de suínos, frangos de corte e gado nos 19 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

O diagnóstico dos rebanhos de suínos e frangos de corte foram realizados com dados disponíveis dos anos de 2013 a 2022, correspondendo assim aos últimos 10 anos de produção na região.

Já para o rebanho de gado, os dados disponibilizados compreendem os últimos 13 anos, correspondendo aos anos de 2010 a 2022. Com base nas bibliografias consultadas e em reuniões realizadas com técnicos da Epagri/Cepa, foi categorizada a produção de gado por faixa etária e finalidade. Assim para o diagnóstico da produção de gado foi estudada as 4 categorias: 1) bezerros (machos e fêmeas até 12 meses de vida); 2) novilhos (machos e fêmeas até 24 meses de vida); 3) machos (adultos, acima de 24 meses) e 4) fêmeas (adultas, acima dos 24 meses).

Na Tabela 6 é apresentado o resumo das espécies animais estudadas e o período em que foi realizado o diagnóstico com os dados disponíveis.

Tabela 6 – Período de realização do diagnóstico

Espécie Animal	Período Inicial (ano)	Período Final (ano base)
Suínos	2013	2022
Frangos de corte	2013	2022
Gado - bezerros	2010	2022
Gado - novilhos	2010	2022
Gado - macho adulto	2010	2022
Gado - fêmea adulta	2010	2022

FONTE: Autor (2024)

¹ Reunião presencial com técnico da Epagri – Escritório de Concórdia, responsável pela assistência a produção de gado. Reuniões por videoconferência com técnicos da Epagri/Cepa da sede em Florianópolis responsáveis pela análise e sistematização dos dados da produção estadual.

É importante ressaltar que as informações disponíveis no portal do Infoagro2 estão categorizadas por espécie animal, ano de abate, município entre outras informações. Os dados disponibilizados por município não consideram as divisões e limites das bacias hidrográficas, tampouco se o mesmo está total ou parcialmente inserido na área da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas. Assim não se pode determinar a localização exata dos rebanhos, se foram produzidos nas bacias de estudo ou fora dela, mas sim no município inserido no território em questão.

Portanto foi necessário determinar o percentual do território de cada município nas respectivas bacias e fora da área de abrangência. Ou seja, a área, em km² inserida em cada uma das 8 bacias hidrográficas estudadas. Exemplifica-se por meio do município de Ipumirim, que possui área territorial de 245,921 km², porém apenas 160,915 km² estão inseridos nas bacias hidrográficas de estudo, nas seguintes proporções:

Tabela 7 – Exemplo da metodologia para proporcionalidade municipal na BHRJ

Município	Bacia	Percentual Inserido na Bacia (%)	Urbana (km²)	Urbana (%)	Rural (km²)	Rural (%)	Urbana + Rural (km²)
	Jacutinga	19,83	0,000	0,0	48,754	100	48,754
Ipumirim	Engano	43,01	1,656	1,6	104,105	98,4	105,761
	Ariranha	2,60	0,059	0,9	6,341	99,1	6,400
Área total inserida na BHRJ		65,43	1,715	-	159,2	-	160,915

FONTE: Autor (2024)

Conforme a Tabela 7 apresentou o território do município de Ipumirim, que está inserido parcialmente na região de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas possui 159,2 km² em área rural e 1,619 km² em área urbana. Assim, 65,43 % de toda a área do município insere-se nas bacias de estudo e 34,57% em outra bacia, fora da área de estudo.

Este procedimento configura-se imprescindível para se obter a taxa de concentração de animais, visto que foi considerado apenas a área rural de cada município inserido nas bacias de estudo para os cálculos da criação animal, justificado pelo fato de que esta atividade econômica só é legalmente permitida em áreas não urbanizadas. Logo, o território rural de cada município

² O InfoAgro é uma tecnologia informacional da Epagri, no ar desde 2018, voltada a apresentar informações geradas exclusivamente pelo Sistema de Produção e Mercados (SPM), sob responsabilidade técnica e científica do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola Epagri/Cepa.

foi considerado como uma unidade produtiva e assim calculada a concentração (animal/km²), proporcionalmente a cada tipo de criação animal, metodologia utilizada por Bernardo (et al. 2019).

Abaixo apresenta-se a Equação 1 utilizada para obtenção da concentração de animais por espécies, obtida em animais/km².

$$Ca = \frac{Amb}{Arm} \qquad \text{Equação 1}$$

Em que:

Ca = Concentração animal (animais/km²)

Amb = Animais por espécie no município e no ano base, 2022 (nº/cabeças)

Arm = Área rural do município (km²)

O resultado do cálculo acima apresentado é fundamental para obtenção do diagnóstico do ano base (2022), considerando que este estudo determinou a demanda hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas e que esta engloba municípios inseridos total e parcialmente em sua área de abrangência.

Na próxima e última etapa do diagnóstico foi realizado o somatório da concentração animal de cada espécie e categoria para todas as bacias do território de estudo.

Conforme apresentado no item 4.1 desta pesquisa, a BHRJ compreende 8 bacias. Logo, considerando que esta subdivisão não corresponde as divisas políticas dos municípios, foi necessário determinar a área (em km²) que cada município se insere nas respectivas bacias.

Para exemplificar, novamente é mencionado o município de Ipumirim, referenciando a Tabela 7, em que a área de 48,754 km² está inserida na bacia do Rio Jacutinga, 104,105 km² na bacia do Rio Engano e 6,341 km² na bacia do Rio Ariranha. Na Tabela 8 são apresentadas as áreas rurais dos municípios que se inserem no território de abrangência da bacia do Rio Jacutinga, em km², e a área total da bacia.

Tabela 8 – Detalhamento das áreas das bacias hidrográficas

Bacia	Município	Rural (km ²)	Urbana + Rural (km ²)	Área Total Bacia (Km ²)	Percentual da BH Jacutinga
Jacutinga	Água Doce	10,771	10,771	1003,076	36,3%
	Arabutã	57,208	58,179		
	Catanduvas	197,171	202,225		
	Concórdia	254,199	259,729		
	Ipumirim	48,754	48,754		
	Irani	164,252	164,753		
	Itá	20,742	20,922		
	Jaborá	85,272	85,272		
	Lindóia do Sul	54,15	54,150		
Vargem Bonita	97,135	98,321			

FONTE: Autor (2024)

Assim, para determinar a quantidade de animais em cada uma das 8 bacias, foi aplicada a Equação 2, utilizando o ano base, 2022:

$$Q_{aeb} = (A_{rb} \times C_a) + (A_{rb} \times C_a) + \dots \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

Q_{aeb} = Quantidade de animais de cada espécie no ano base (nº/cabeças)

A_{rb} = Área rural do município na bacia (km²)

C_a = Concentração animal (animais/km²)

A quantidade de somas na fórmula acima é determinada pelo total de municípios inseridos em cada uma das 8 bacias da área de abrangência. Ao final deste procedimento, foi obtido o diagnóstico em número de animais por espécie estudada para cada bacia hidrográfica, além do somatório das 8 bacias da área de abrangência.

Foram incluídas como fonte de pesquisa e utilizadas no presente trabalho, as declarações recebidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde – SEMAE-SC através do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH. As mesmas são referentes ao período compreendido entre os primeiros meses do ano de 2009, quando iniciou o sistema, até o dia 31 de dezembro de 2022 (ano base).

5.2. Cálculo do Cenário Tendencial da Produção Animal

O cenário tendencial da produção animal em cada uma das 8 bacias hidrográficas foi calculado com base no diagnóstico para cada espécie estudada (suínos, frangos de corte, gado bezerros, gado novilhos, gado machos adultos e gado fêmea adulta), em cada um dos 19 municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Inicialmente foi realizado o cálculo da taxa média de variação do período (TMVP) de cada rebanho para cada município no período estudado. Destaca-se que o projeto de pesquisa em questão adotou este método (TMVP) para obtenção da variação no período estudado, no entanto existem outras metodologias, as quais podem ser adotadas, porém convencionou-se sendo esta a que poderia apresentar melhores resultados em relação aos objetivos propostos. Assim, apresenta-se a Equação 3:

$$TMVP = (Qaab/Qaai)^{1/Np} \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

TMVP = Taxa média de variação por período (%)

Qaab = Quantidade de animais no ano base (nº/cabeças)

Qaai – Quantidade de animais no ano inicial (nº/cabeças)

Np = Número de períodos do diagnóstico

Da equação acima o número de animais no ano base se refere ao ano de 2022, e o número de animais no ano inicial é a data em que foram iniciados os registros de cada espécie animal e disponibilizados para consulta, conforme demonstrado anteriormente na Tabela 6. Já o número de períodos representa o tempo decorrido, em anos no qual os dados foram analisados.

Em prosseguimento, após obtida a TMVP, foi calculado o percentual de crescimento de cada rebanho para cada horizonte temporal em cada um dos municípios, aplicando a Equação 4:

$$Cr = (1 + TMVP)^{Ht} \quad \text{Equação 4}$$

Em que:

Cr = Crescimento do rebanho (%)

TMVP = Taxa média de variação no período (%)

Ht = Horizonte temporal (5, 10, 15 anos)

O crescimento do rebanho é dado em valor percentual de variação média, positivo ou negativo no período analisado. Já o horizonte temporal, refere-se à projeção em que a informação foi gerada, em 5, 10 ou 15 anos (curto, médio e longo prazo, respectivamente). Conforme os Planos de Recursos Hídricos elaborados mais recentemente em Santa Catarina, incluindo o PERH (SANTA CATARINA, 2018), as projeções são calculadas nestes horizontes temporais supracitados. Assim esta pesquisa seguirá a mesma metodologia de projeção.

Com o percentual de crescimento encontrado, foi possível calcular o quantitativo de animais, para os horizontes de curto, médio e longo prazo, em cada um dos municípios com base na Equação 5:

$$Q_{aht} = (1 + Cr) \times A_b \quad \text{Equação 5}$$

Em que:

Q_{aht} = Quantidade de animais para o horizonte temporal (nº/cabeças)

Cr = Crescimento do rebanho (%)

A_b = Ano base, 2022 (nº/cabeças)

Da equação acima, o percentual de crescimento é o valor encontrado nos horizontes temporais e o ano base refere-se a 2022. Assim foi possível encontrar a número de cabeças de animais em cada um dos 19 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Na sequência, foi necessário obter a concentração de animais por espécies, dada em número de animais/km² para cada horizonte temporal, ano de 2027 (curto prazo), 2032 (médio prazo) e 2037 (longo prazo).

$$C_a = \frac{Q_{amt}}{A_{rm}} \quad \text{Equação 6}$$

Em que:

Ca = Concentração animal (animais/km²)

$Qamt$ = Quantidade de animais por espécie no município e no horizonte temporal (2027, 2032 ou 2037) (nº/cabeças)

Arm = Área rural do município (km²)

Com este cálculo foi possível conhecer a concentração de animais por espécie em todos os municípios estudados.

A Equação 7 foi utilizada para determinar o cenário tendencial da produção animal, por espécie, em cada uma das 8 bacias da área de estudo. Desta forma, foi aplicada a Equação 7, para o ano de 2027 (horizonte de curto prazo – 5 anos), 2032 (horizonte de médio prazo – 10 anos) e 2037 (horizonte de longo prazo – 15 anos):

$$Qaht = (Arb \times Ca) + (Arb \times Ca) + \dots \quad \text{Equação 7}$$

Em que:

$Qaht$ = Quantidade de Animais para o horizonte temporal (nº/cabeças)

Arb = Área rural do município na bacia (km²)

Ca = Concentração animal (animais/km²)

Assim como na etapa de diagnóstico, para determinação do quantitativo de animais no ano base (2022), a Equação 7 é empregada para determinar o prognóstico e está condicionada à quantidade de municípios que possuem parte rural do seu território na bacia estudada. Por exemplo, enquanto na bacia Rio Jacutinga estão inseridas as áreas de 10 municípios, a bacia do Rio dos Queimados apresenta somente parte do território de um município.

Por fim, com essa sequência de cálculos foi possível determinar a quantidade de animais em cada um dos 19 municípios e em cada uma das 8 bacias hidrográficas para os horizontes de curto (2027) médio (2032) e longo (2037) prazo.

5.3. Metodologia de Cálculo da Demanda Hídrica na Bacia Hidrográfica

A determinação do consumo diário de água de cada espécie animal estudada é imprescindível e determinante no resultado final desta etapa. Para tanto, foram utilizados os índices apresentados na Tabela 1, Tabela 2 e

Tabela 3 que compuseram a Equação 8:

$$Dhms = \frac{(Qae \times Cdu \times 365)}{1000} \quad \text{Equação 8}$$

Em que:

Dhms = Demanda hídrica para o ano base ou no horizonte temporal (m³/ano)

Qae = Quantidade de animais de cada espécie (nº/cabeças)

Cda = Consumo unitário diário de água (L/dia)

Por meio da Equação 8, foi calculada a demanda hídrica de cada espécie para o ano base (2022) e para os horizontes temporais (2027, 2032 e 2037). Este resultado é multiplicado por 365 dias e é dividido pelo valor 1000, para assim ser obtida a demanda hídrica, em m³/ano, para cada uma das 8 bacias hidrográficas estudadas.

Também foi realizada a conversão do resultado acima, em litros por segundo, para cada uma das 8 bacias hidrográficas, por meio da Equação 9:

$$Dhls = (Dhms/365)/86400 \times 1000 \quad \text{Equação 9}$$

Em que:

Dhls = Demanda hídrica para o ano base ou no horizonte temporal (L/s)

Dhms = Demanda hídrica para o ano base ou no horizonte temporal (m³/ano)

Na Equação 9, o numeral 365 refere-se à quantidade de dias em um ano, e 86400 é o total de segundos em 24 horas. O resultado é multiplicado por 1000, para assim se obter a demanda hídrica, em L/s, para cada uma das 8 bacias estudadas.

Essas duas equações apresentadas neste item foram aplicadas em cada uma das 8 bacias e para cada espécie animal, ou seja, determinado a demanda hídrica para abastecimento de suínos, frangos de corte, bezeros, novilhos, gado adulto macho e gado fêmea adulta.

Por fim, foi necessário somar todas as demandas hídricas de cada espécie para cada uma das bacias hidrográfica no ano base (2022) e nos horizontes de curto (2027), médio (2032) e longo (2037) prazo. Para isso, utilizou-se a Equação 10.

$$D_{htb} = D_{hs} + D_{hfc} + D_{hb} + D_{hn} + D_{hgam} + D_{hgaf} \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

D_{htb} = Demanda hídrica total da bacia (m^3/s ou L/s)

D_{hs} = Demanda hídrica de suínos (ano base ou horizonte temporal)

D_{hfc} = Demanda hídrica de frangos de corte (ano base ou horizonte temporal)

D_{hb} = Demanda hídrica de bezerro (ano base ou horizonte temporal)

D_{hn} = Demanda hídrica de novilho (ano base ou horizonte temporal)

D_{hgam} = Demanda hídrica de gado adulto macho (ano base ou horizonte temporal)

D_{hgaf} = Demanda hídrica de gado adulto fêmea (ano base ou horizonte temporal)

Esta equação foi realizada com os somatórios das unidades obtidas em m^3/s e L/s em cada uma das 8 bacias de estudo.

As etapas anteriores apresentadas nesse item referem-se à elaboração do prognóstico da demanda hídrica a partir dos dados do diagnóstico. Para os dados cadastrados, obtidos no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CEURH), o esquema metodológico da sequência indicará os procedimentos adotados. Informa-se que os dados do CEURH, apresentam apenas o total da demanda hídrica para determinado setor na data requerida, ou seja, a demanda hídrica para o setor da criação animal no dia 31/12/2022.

Neste sentido, é importante salientar que os dados do CEURH, referentes à criação animal, incluem todas as espécies e rebanhos produzidos e cadastrados na área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, além daqueles que são pesquisados neste trabalho. Logo, na geração dos dados do cadastro, não é possível selecionar as espécies,

e sim o setor de forma geral. Outra limitação quanto aos dados do CEURH é que não será possível gerar as informações para cada uma das 8 bacias hidrográficas de estudo, pelo fato de que a planilha com os dados dos cadastros da BHRJ consta apenas o declarante, data de envio, município, e demanda hídrica em L/s. Porém com esta planilha é possível identificar a demanda hídrica total da área de abrangência da Bacia do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas para o setor da criação animal.

Outra informação importante a ser destacada é de que as declarações recebidas pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde – SEMAE-SC, através do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos, é realizada por meio auto declaratório, e parte dos cadastros ainda não foram revisados pela SEMAE, e, por isso, alguns cadastros podem conter dados inconsistentes. No entanto, por se tratar de uma informação sob análise do estado e até que o cadastro não seja submetido para a correção do declarante, foi realizado, por meio deste trabalho, uma análise da vazão média de retirada, em L/s, de cada cadastro. Com isso, foram identificadas possíveis inconsistências, principalmente se a solicitação apresentar a vazão de retirada muito acima da média geral dos cadastros.

Em prosseguimento, para determinar a demanda hídrica da criação animal, nos horizontes temporais, com os dados do CEURH foi calculado inicialmente o percentual de crescimento da demanda hídrica, com os dados do diagnóstico, conforme a Equação 11.

$$Cdh = \frac{(Dhht - Dhab)}{Dhab} \quad \text{Equação 11}$$

Em que:

Cdh = Crescimento da demanda hídrica (%)

$Dhht$ = Demanda hídrica no horizonte temporal (L/s)

$Dhab$ = Demanda hídrica no ano base (L/s)

Posteriormente, foi realizada a multiplicação do percentual encontrado na Equação 11, obtendo o resultado da demanda hídrica cadastrada no CEURH até o final do ano base, 2022, conforme a Equação 12

$$Dhtht = (1 + Cdh) \times Dhabc \quad \text{Equação 12}$$

Em que:

Dh_{tht} = Demanda hídrica total para os horizontes temporais (L/s)

C_{dh} = Crescimento da demanda hídrica (%)

Dh_{abc} = Demanda hídrica no ano base com os dados do CEURH (L/s)

Realizados esses cálculos, foi possível determinar a demanda hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas para os horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, com os dados do diagnóstico e os dados cadastrados.

5.4. Apresentação da Demanda Hídrica em Mapas

As informações geradas sobre a demanda hídrica atual e o cenário tendencial foram especializadas por bacias hidrográficas. Utilizando o programa QGIS3 foram gerados mapas interpretativos que indicam as áreas de concentração da demanda hídrica para cada espécie estudada bem como um mapa com o somatório da demanda hídrica com todas as espécies animais para o ano base e os horizontes temporais de curto médio e longo prazo.

Estes mapas apresentam a concentração por tipo de criação animal por bacia hidrográfica e as demandas hídricas de cada região. Através de escalas de cores baseadas na concentração animal e demanda hídrica, foi possível identificar visualmente quais os locais que requerem maior atenção no planejamento e gestão da água no território.

5.5. Tratamento dos Dados

Nesta pesquisa foram utilizados os programas Microsoft Excel 2016, para organização do banco de dados e realização de cálculos e o QGIS 3.34, para a elaboração dos mapas.

³ O QGIS é um programa 100% gratuito e pode ser baixado por qualquer interessado, de código aberto, que funciona em multiplataformas e manteve seu crescimento por meio de uma comunidade de desenvolvedores voluntários, que mantém o programa sempre atualizado. Permite a visualização, gestão, edição, análise de dados e criação de mapas para impressão. Com ferramentas gráficas excelentes, o QGIS permite criar, dimensionar, remodelar, medir e unir diversas camadas a fim de entregar um trabalho de alta qualidade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. Diagnóstico da Produção de Suínos, Frangos de Corte e Gado

O diagnóstico foi realizado para cada uma das espécies de animais (suínos, frangos de corte, bezerro, novilho, gado adulto macho e gado adulta fêmea). Foram pesquisados os 19 municípios da BHRJ, e os resultados foram obtidos, proporcionalmente, para cada uma das 8 bacias hidrográficas da área de estudo.

Para tanto, serão apresentados inicialmente os resultados do diagnóstico da produção por espécie animal para cada um dos municípios. Na sequência, serão mostrados os resultados referentes às produções e suas proporcionalidades, para cada bacia hidrográfica.

6.1.1. Diagnóstico da Produção de Suínos nos 19 Municípios

Na Tabela 9 é apresentado o resultado do diagnóstico da produção de suínos em cada um dos 19 municípios, inseridos total ou parcialmente na BHRJ. As primeiras informações disponíveis pela Epagri/Cepa são do ano de 2013. Foi definido o ano de 2022 como o ano base nesta pesquisa.

Tabela 9 – Diagnóstico da criação animal por município – Suínos

Município	Ano/Total de Cabeças - Abatidos									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	82.934	88.279	91.242	96.586	91.123	90.253	86.911	99.127	96.403	108.895
Alto Bela Vista	33.506	40.027	38.457	39.256	33.474	36.872	41.525	47.506	50.821	60.367
Arabutã	166.887	189.503	195.488	211.096	222.566	241.976	247.485	261.167	278.496	299.264
Arvoredo	97.936	122.961	137.349	154.558	158.588	184.173	206.349	208.578	238.423	241.143
Catanduvas	16.908	14.720	17.367	19.081	15.676	17.680	16.213	14.690	12.952	16.927
Concórdia	529.174	596.243	615.820	703.337	737.467	783.324	843.162	894.400	971.772	1.072.684
Ipira	21.974	26.718	27.607	33.124	36.514	38.531	43.654	48.988	55.618	52.312
Ipumirim	160.556	179.266	189.537	193.215	205.225	216.527	208.320	209.907	231.967	243.732
Irani	201.423	235.877	240.621	251.055	248.708	243.095	226.916	224.157	243.787	269.253
Itá	135.524	159.744	169.059	180.083	183.096	211.410	222.898	239.214	266.232	306.487
Jaborá	191.177	202.338	224.768	239.425	230.821	232.644	233.092	251.369	268.770	271.757
Lindóia do Sul	197.586	227.577	225.905	229.891	241.740	260.060	294.957	318.003	346.857	391.454
Ouro	85.195	92.452	108.935	113.825	116.565	124.225	148.693	173.498	212.611	230.314
Paial	45.796	48.646	51.257	55.932	57.795	63.474	68.368	68.623	81.279	86.352
Peritiba	30.943	34.979	37.243	36.783	44.831	54.150	59.296	68.549	75.169	86.311
Presidente Castello Branco	90.833	100.081	109.390	117.096	117.031	121.257	129.092	153.790	166.553	179.198
Seara	288.771	332.062	342.849	386.109	388.118	415.868	389.527	431.237	481.864	513.558
Vargem Bonita	18.028	19.661	20.496	22.113	17.379	18.513	17.860	16.343	19.382	18.180
Xavantina	199.868	236.278	236.687	252.987	256.905	279.057	288.892	304.815	349.088	380.001
Total	2.595.019	2.947.412	3.080.077	3.335.552	3.403.622	3.633.089	3.773.210	4.033.961	4.448.044	4.828.189

FONTE: Autor (2024)

A partir da análise da Tabela 9 o município que apresenta maior número absoluto de suínos no ano base (2022) é Concórdia, com o plantel de animais abatidos procedentes deste em 1.072.684 animais. Com pouco menos da metade de suínos produzidos e abatidos no ano base aparece o município de Seara (com 513.558), seguido de Lindóia do Sul (391.454) e Xavantina (380.001). Já os municípios que apresentaram menor produção foram Catanduvas (16.927) e Vargem Bonita (18.180).

Em relação ao somatório dos 19 municípios, o ano em que houve registro de menor plantel foi em 2013, com 2.595.019 suínos produzidos e abatidos. Já o ano com maior produção registrada no período corresponde ao ano base, ano de 2022, com 4.828.189, registrando assim um aumento de aproximadamente 86% neste período, em que foi realizado o diagnóstico da produção de suínos, conforme mostra a Figura 10.

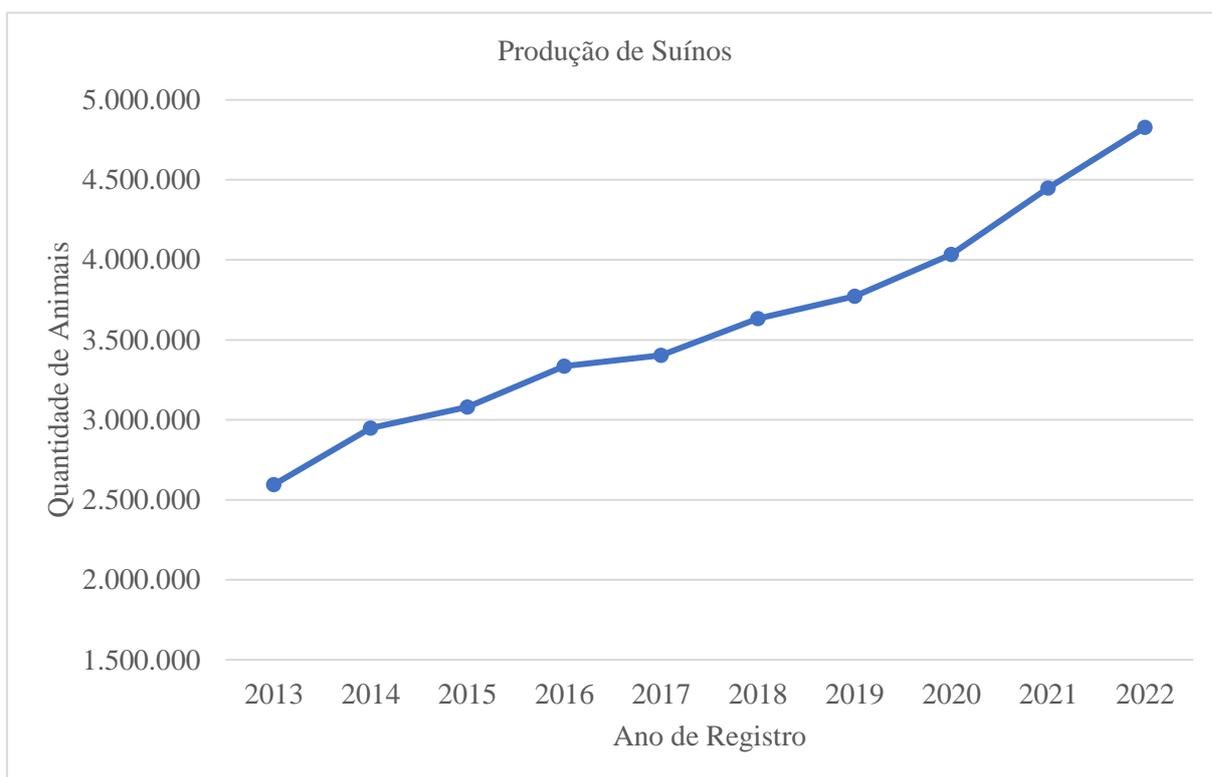


Figura 10 – Diagnóstico da criação animal – Suínos

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

6.1.2. Diagnóstico da Produção de Frangos de Corte nos 19 Municípios

Da mesma forma que o diagnóstico da produção de suínos, apresentado no item anterior, as informações para a produção de frangos de corte também foram obtidas e compiladas da Epagri/Cepa. Os primeiros registros são datados do ano de 2013 e estendem-se até o ano base da pesquisa, ano de 2022, referente aos animais produzidos e abatidos em cada município.

Assim, na Tabela 10 são apresentadas as informações da criação de frangos de corte referentes a cada município da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, além do somatório total para cada ano.

Tabela 10 – Diagnóstico da criação animal por município – Frangos de corte

Município	Ano/Total de Cabeças - Abatidas									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	6.359.190	6.346.997	6.262.476	5.741.018	6.187.831	4.983.781	5.703.605	5.321.825	4.749.915	4.589.409
Alto Bela Vista	2.141.653	2.069.999	2.049.150	2.527.143	2.604.412	2.641.382	3.089.764	3.189.882	3.354.957	2.932.797
Arabutã	19.442.693	19.459.417	19.592.552	17.697.642	17.292.072	17.717.511	18.689.799	18.482.804	18.569.906	17.043.755
Arvoredo	4.355.202	5.249.586	5.333.528	5.989.170	6.126.825	6.494.043	7.103.483	6.762.775	6.937.699	6.411.271
Catanduvas	4.880.530	4.868.759	4.233.511	3.744.580	3.877.786	3.104.935	3.196.113	3.188.458	3.146.787	3.531.016
Concórdia	22.274.255	22.969.601	22.262.964	20.875.626	21.810.352	21.736.032	21.863.259	21.209.449	21.290.437	22.051.571
Ipira	11.008.358	11.563.805	10.012.538	9.235.895	8.809.526	6.934.225	7.481.130	6.866.905	6.280.630	5.426.682
Ipumirim	27.429.076	29.347.585	28.749.464	26.218.315	24.920.954	23.089.787	22.952.305	21.917.507	21.607.481	19.848.027
Irani	3.997.713	4.141.840	4.207.635	3.796.358	3.522.617	3.226.548	3.184.742	3.052.563	3.400.149	3.325.547
Itá	13.761.189	14.341.689	14.010.211	15.198.612	14.747.187	15.121.158	16.550.369	16.719.010	16.810.027	16.282.235
Jaborá	9.631.036	9.337.201	8.913.672	8.326.209	8.238.037	7.171.587	7.532.559	7.184.551	6.699.256	6.162.819
Lindóia do Sul	7.251.535	6.475.630	6.418.461	6.185.669	7.008.144	7.384.167	7.562.456	7.042.851	7.077.350	6.964.856
Ouro	18.394.318	19.158.194	19.809.650	18.546.615	21.137.254	19.129.459	22.066.540	20.923.688	20.206.780	18.078.877
Paial	4.013.819	3.944.286	3.778.986	4.120.591	4.048.661	3.702.262	3.581.736	3.916.490	3.850.546	3.230.613
Peritiba	2.019.666	2.311.893	2.004.458	1.916.517	2.063.508	1.764.880	1.809.578	1.668.260	1.783.508	1.616.197
Presidente Castello Branco	3.496.132	3.471.040	3.234.020	2.963.164	2.847.599	2.331.125	2.416.722	2.208.163	2.179.722	2.082.134
Seara	22.161.796	24.975.304	25.018.048	25.536.780	24.881.343	25.035.605	25.469.733	25.004.748	25.772.918	23.907.638
Vargem Bonita	6.704.370	6.832.384	7.022.551	6.094.213	6.582.477	5.926.648	6.332.726	5.900.883	6.112.973	5.708.184
Xavantina	4.995.409	6.158.931	6.382.485	5.921.683	6.049.745	5.393.854	6.071.322	5.699.169	6.142.806	5.398.633
Total	194.317.940	203.024.141	199.296.360	190.635.800	192.756.330	182.888.989	192.657.941	186.259.981	185.973.847	174.592.261

FONTE: Autor (2024)

Por se tratar de uma espécie com menor tempo de vida, entre nascimento e abate e que demanda menos espaço físico, nutrientes e insumos entre outras questões produtivas, o número total de frangos de corte produzidos é elevado em comparação a produção das outras espécies estudadas.

Os municípios com maiores produções em números totais no ano base são Seara (23.907.638), Concórdia (22.051.571) e Ipumirim (19.848.027). Já os municípios de Peritiba (1.616.197), Presidente Castello Branco (2.082.134) e Alto Bela Vista (2.932.797) são aqueles com menor produção de frangos de corte.

O ano em que houve maior produção, no somatório dos 19 municípios, foi em 2014, totalizando 203.024.141 animais produzidos neste território. Para o ano base foi registrado o período em que houve menor produção, com 174.592.261 animais. A partir da comparação entre o primeiro ano com dados disponíveis neste diagnóstico para o ano base, verifica-se a diminuição de -10,14% na produção. A Figura 11 apresenta a variação da produção de frangos de corte ao longo dos 10 anos do diagnóstico, referentes aos 19 municípios da BHRJ.

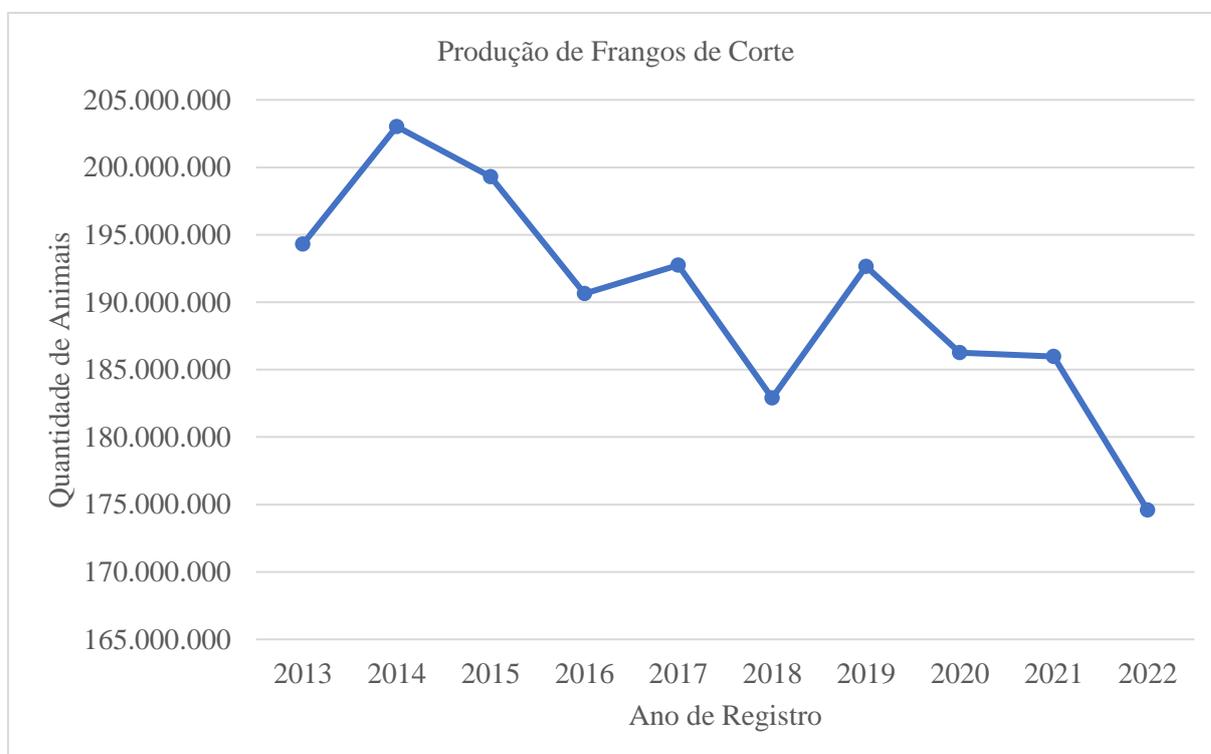


Figura 11 – Diagnóstico da criação animal – Frangos de corte

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

6.1.3. Diagnóstico da Produção de Bezerro nos 19 Municípios

Os registros para a produção de gado no estado de Santa Catarina, disponibilizada pela Epagri/Cepa, foram coletados em maior período, em comparação com as espécies de suínos e frangos. Assim, para a produção de gado, as primeiras informações obtidas datam do ano de 2010, estendendo-se até o ano base, 2022.

Essa produção corresponde a faixa etária de bovinos, machos e fêmeas até 12 meses de vida. Conforme pesquisa realizada, para esta classe e faixa etária, o sexo dos animais torna-se irrelevante para o sistema produtivo, considerando que ambos demandam a mesma quantidade de água para abastecimento.

Na Tabela 11 apresenta as formações da criação de gado na categoria bezerro, para todos os municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas e a soma para cada ano do período contemplado.

Tabela 11 – Diagnóstico da criação animal por município – Bezerros

Município	Ano/Total de Cabeças												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	13.988	14.029	14.337	16.551	16.561	16.688	16.392	10.449	17.795	11.237	10.538	11.094	11.299
Alto Bela Vista	2.174	2.179	2.318	2.466	2.563	2.645	2.545	2.083	2.772	2.057	2.124	2.302	2.253
Arabutã	2.916	2.923	3.035	3.174	3.476	3.517	3.629	3.146	3.741	3.369	3.482	3.378	2.964
Arvoredo	2.243	2.230	2.269	2.338	2.244	2.200	2.060	1.608	2.122	1.634	1.529	1.946	1.892
Catanduvas	1.323	1.479	1.536	1.628	1.724	1.803	1.417	887	1.784	1.149	922	1.150	1.325
Concórdia	15.706	15.940	16.222	16.959	17.257	16.748	16.675	14.116	18.208	14.384	14.851	15.355	14.277
Ipirá	3.194	2.996	3.565	3.332	3.751	3.566	3.638	2.835	3.681	2.912	2.837	3.026	3.277
Ipumirim	4.173	4.089	4.335	4.546	4.745	4.213	3.952	3.037	4.697	3.831	3.910	4.262	3.929
Irani	3.679	3.998	3.647	4.214	4.058	3.925	4.002	2.879	4.285	2.912	3.090	3.333	3.192
Itá	3.270	3.445	3.747	3.786	3.695	3.486	3.528	2.994	3.999	3.055	3.176	3.280	2.705
Jaborá	3.338	3.660	3.658	3.883	3.981	3.894	3.748	2.921	3.942	2.979	3.071	3.220	3.157
Lindóia do Sul	3.859	4.063	4.481	4.562	4.836	4.635	4.283	3.541	4.862	3.657	4.123	3.892	4.216
Ouro	5.458	5.659	5.947	5.926	6.169	6.462	6.484	5.199	6.943	4.910	5.333	5.363	5.244
Paial	1.502	1.556	1.605	1.646	1.550	1.570	1.320	1.067	1.506	1.136	1.211	1.188	1.254
Peritiba	2.079	2.128	2.151	2.228	2.382	2.397	2.041	1.816	2.314	1.978	2.070	2.116	2.041
Presidente Castello Branco	1.678	1.702	1.878	1.992	1.996	2.020	1.918	1.663	2.035	1.632	1.802	1.821	1.566
Seara	7.234	7.307	7.094	7.297	7.337	7.277	6.916	6.224	7.476	6.269	6.554	6.407	6.471
Vargem Bonita	2.341	2.198	2.626	2.658	2.787	2.687	2.459	2.167	2.771	1.665	1.764	1.850	2.057
Xavantina	6.495	6.572	6.755	7.324	7.849	7.113	7.576	6.870	8.459	6.634	6.390	6.567	5.670
Total	86.650	88.153	91.206	96.510	98.961	96.846	94.583	75.502	103.392	77.400	78.777	81.550	78.789

FONTE: Autor (2024)

Em razão da gestão das produções e manejo da espécie, a maior parte dos bezerros não são abatidos. Portanto os números apresentados na Tabela 11 anterior correspondem a animais que passaram para outra faixa etária/classificação, enquadrando-os posteriormente na categoria novilhos.

Em análise aos dados do diagnóstico se observa que no ano base (2022) os municípios de Concórdia, com 14.277 animais, Água Doce, 11.299 animais e Seara, 6.471 animais, foram os que apresentaram maior produção. Por outro lado, os municípios com a menor produção registrada foram Paial (1.254), Catanduvas (1.325) e Presidente Castello Branco (1.566) bezerros produzidos no ano de 2022.

No ano de 2018 houve maior registro de bezerros, no somatório dos 19 municípios da BHRJ, com 103.392 animais. Em contraponto, no ano de 2017 foram registrados 75.502 bezerros. Neste intervalo de 12 anos de produção, a variação entre os períodos inicial e final foi -9,07%, registrando decréscimo na produção de bezerros. Na Figura 12 é apresentado o valor total de bezerros para cada ano avaliado, nos municípios inseridos na bacia hidrográfica.

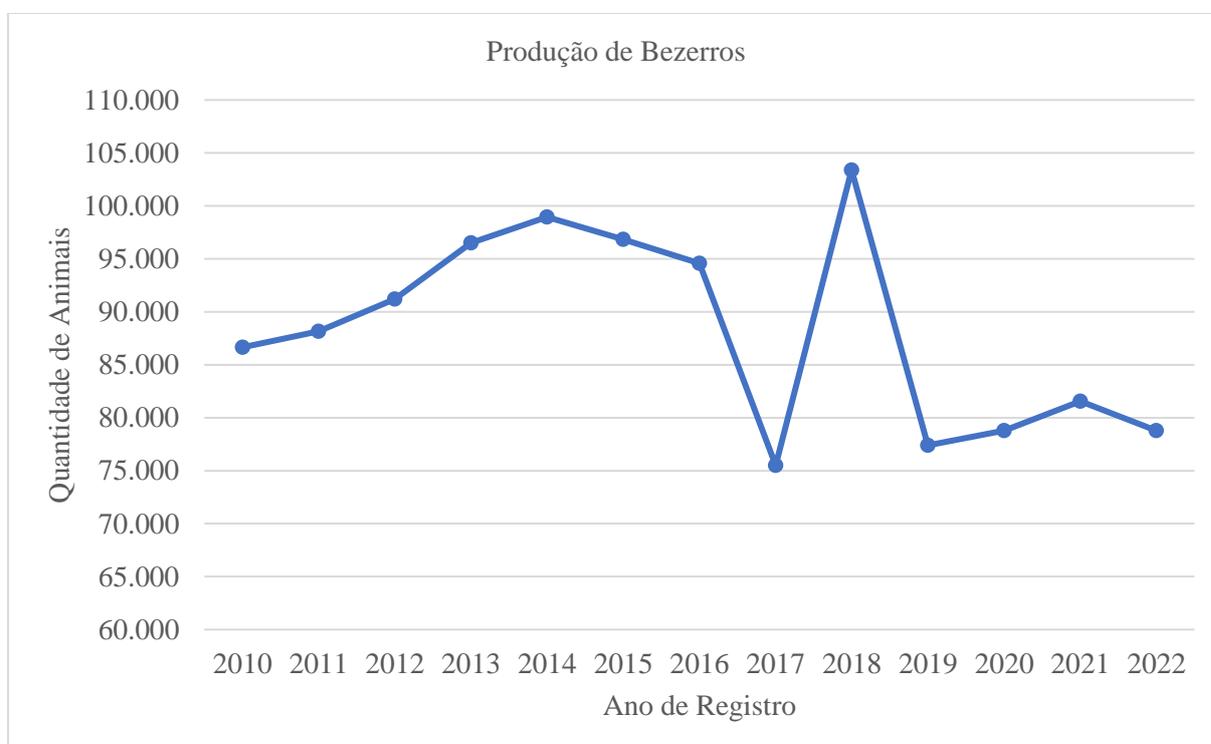


Figura 12 – Diagnóstico da criação animal – Bezerro

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

6.1.4. Diagnóstico da Produção de Novilho nos 19 Municípios

Conforme já mencionado no item anterior, os dados para a produção de gado correspondem ao ano de 2010 até o ano base, 2022, incluindo a produção de novilho, macho e fêmea.

Ressalta-se que as informações geradas através deste trabalho não especificam o sexo do rebanho de gado até 24 meses (novilho e bezerro). Isto se deve principalmente pelo sistema produtivo adotado nas propriedades rurais, no qual os animais são produzidos até esta idade, sem distinção de sexo para posterior direcionamento, seja, para o abate (gado de corte, macho ou fêmea) ou seja para a produção de leite. Destaque-se que muitos dos animais inseridos nesta faixa etária (fêmeas) que não apresentam aptidão para produção de leite, são destinados para o abate e conseqüentemente para produção de carne.

Desta forma, é apresentado a Tabela 12 que detalha o diagnóstico da produção de novilhos nos 19 municípios da área de estudo.

Tabela 12 – Diagnóstico da criação animal por município – Novilhos

Município	Ano/Total de Cabeças												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	9.458	10.327	10.271	10.759	12.299	12.609	11.373	12.153	10.322	11.392	11.669	11.688	11.045
Alto Bela Vista	1.335	1.365	1.353	1.480	1.566	1.695	1.734	1.684	1.785	1.914	1.741	1.968	2.049
Arabutã	1.463	1.557	1.751	1.842	2.068	2.265	2.460	2.497	2.446	2.479	3.010	3.131	3.332
Arvoredo	1.454	1.564	1.758	1.682	1.902	1.798	1.915	1.773	2.056	2.007	2.195	2.055	2.621
Catanduvas	769	803	924	965	980	995	1.098	1.081	1.057	971	882	882	925
Concórdia	10.501	10.579	11.073	11.154	11.915	12.200	11.495	12.111	11.558	12.017	13.030	13.748	15.008
Ipira	2.303	2.174	2.269	2.676	2.767	2.924	2.792	2.735	2.597	2.562	2.726	2.782	2.902
Ipumirim	2.494	2.644	2.845	3.077	3.114	3.580	3.138	2.925	3.013	3.199	3.543	3.520	3.875
Irani	2.458	2.784	3.350	3.029	3.241	3.220	2.902	2.809	2.775	3.183	3.050	2.873	3.508
Itá	2.497	2.345	2.598	2.823	2.804	2.931	2.787	2.563	3.010	3.088	2.936	3.231	3.580
Jaborá	2.224	2.375	2.809	2.851	2.942	2.975	2.659	2.712	2.677	2.600	2.897	2.619	3.016
Lindóia do Sul	2.458	2.458	2.747	3.000	2.888	2.978	2.868	2.846	2.942	3.038	3.154	3.242	3.281
Ouro	3.650	3.778	3.907	4.192	4.163	4.384	4.229	4.446	4.114	4.075	4.461	4.317	4.426
Paial	914	1.001	1.119	1.095	1.085	1.089	1.075	876	1.026	952	1.017	1.161	1.130
Peritiba	1.230	1.168	1.300	1.307	1.438	1.489	1.711	1.627	1.538	1.663	1.638	1.707	2.068
Presidente Castello Branco	1.075	1.040	1.193	1.255	1.237	1.208	1.181	1.152	1.228	1.190	1.328	1.412	1.561
Seara	4.331	4.461	4.879	4.691	4.828	4.855	4.690	4.911	4.773	4.883	5.028	5.398	5.833
Vargem Bonita	1.923	1.987	1.763	1.916	2.064	2.005	1.833	1.806	1.856	1.909	1.630	1.536	1.874
Xavantina	4.015	4.299	4.436	4.634	5.157	5.276	4.689	5.095	5.195	5.251	5.944	6.032	6.317
Total	56.552	58.709	62.345	64.428	68.458	70.476	66.629	67.802	65.968	68.373	71.879	73.302	78.351

FONTE: Autor (2024)

A partir da análise dos dados do diagnóstico apresentados na Tabela 12, é possível observar que no ano base (2022) os municípios destaque nos rebanhos foram Concórdia, com 15.008 animais e Água Doce, 11.045 animais. Os municípios que apresentaram menor produção registrada neste ano foram Catanduvas, com 925 animais e o município de Paial com 1.130 cabeças.

Na Figura 13 é representado em gráfico o resultado do diagnóstico da produção de novilhos, ilustrando o somatório dos 19 municípios.

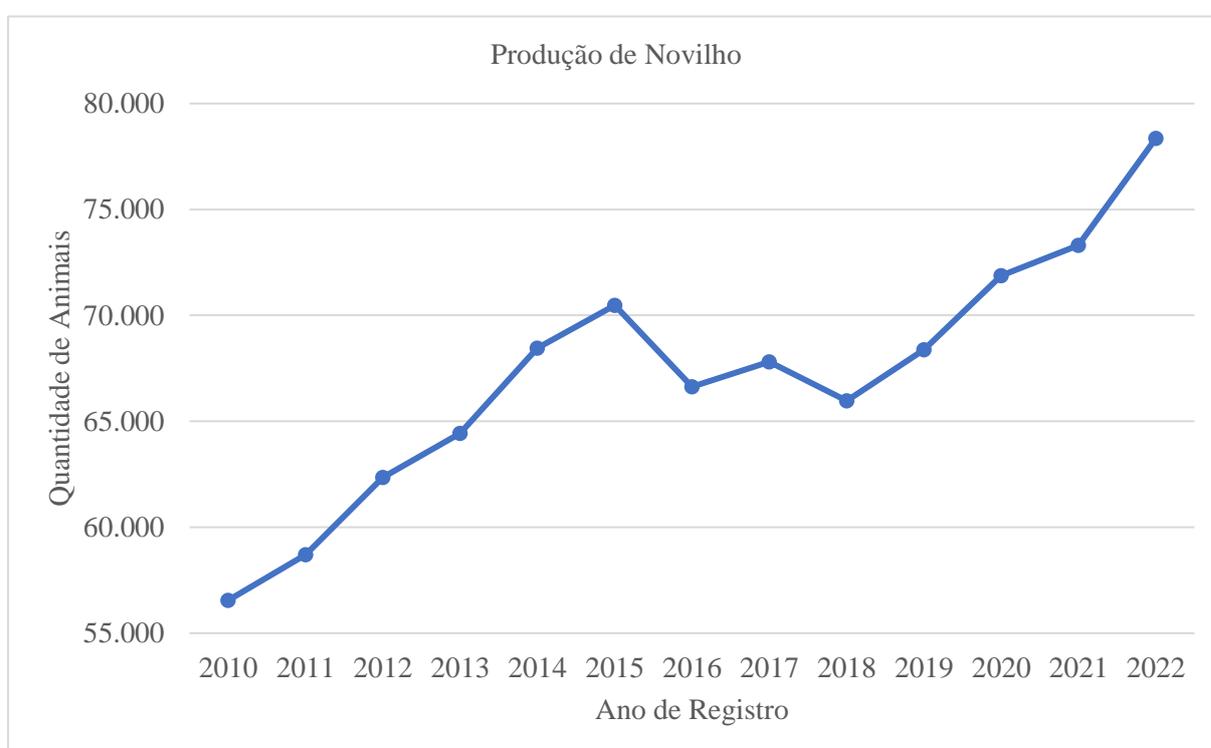


Figura 13 – Diagnóstico da criação animal – Novilho

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

Analisando a Figura 13 é possível concluir que o ano base, foi o ano em que houve maior registro de animais no rebanho de novilhos, com 78.351 animais produzidos. Já o ano em que houve menor registro foi 2010, com 56.552 novilhos. A variação percentual no rebanho observada no diagnóstico, entre o período inicial e período final, foi 38,5%, registrando aumento significativo na produção de novilhos.

6.1.5. Diagnóstico da Produção de Gado Macho Adulto nos 19 Municípios

A produção de gado macho adulto, normalmente está condicionada e destinada ao abate para produção de carne, tanto ao mercado nacional quanto a exportação. Assim os dados apresentados neste item referem-se principalmente a criação para tal finalidade. Nesta classe foram agrupados todos os animais com mais de 24 meses de vida.

Da mesma forma que as demais classes de gado, apresentadas neste trabalho, os dados do diagnóstico, são provenientes da Epagri/Cepa e correspondem às informações coletadas no período de 2010 a 2022, para os 19 municípios da bacia hidrográfica de estudo.

Tabela 13 – Diagnóstico da criação animal por município – Gado macho adulto

Município	Ano/Total de Cabeças												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	4.402	4.394	4.570	5.464	5.521	6.274	6.993	7.848	7.389	7.447	6.418	5.406	5.123
Alto Bela Vista	601	564	513	518	511	597	685	741	699	744	805	678	741
Arabutã	671	617	640	677	786	817	938	993	893	879	778	672	752
Arvoredo	643	591	608	656	702	713	797	883	694	787	720	562	569
Catanduvas	310	373	370	396	558	583	600	658	638	633	559	341	362
Concórdia	3.667	3.780	3.817	4.149	4.341	4.719	5.063	5.384	5.223	5.336	4.864	4.323	4.461
Ipira	1.207	1.242	1.174	1.289	1.456	1.519	1.710	1.713	1.609	1.537	1.391	1.088	1.128
Ipumirim	1.026	1.032	1.176	1.250	1.326	1.387	1.585	1.685	1.463	1.471	1.357	1.132	959
Irani	1.805	1.564	1.788	1.915	2.116	2.324	2.262	2.206	2.037	1.987	1.841	1.859	1.801
Itá	1.030	1.028	1.014	1.154	1.316	1.497	1.602	1.602	1.062	1.145	1.148	1.126	1.344
Jaborá	759	768	825	981	1.119	1.241	1.326	1.457	1.459	1.591	1.615	1.241	1.081
Lindóia do Sul	964	943	1.131	1.249	1.248	1.225	1.289	1.455	1.386	1.516	1.348	1.132	1.061
Ouro	1.241	1.247	1.412	1.552	1.702	1.815	2.027	2.006	1.510	1.394	1.438	1.326	1.350
Paial	496	471	515	550	543	568	694	790	751	734	514	502	455
Peritiba	528	528	477	525	480	493	590	668	646	685	542	452	355
Presidente Castello Branco	264	263	284	282	296	277	303	334	268	300	207	200	295
Seara	1.582	1.533	1.621	1.716	1.770	1.890	1.979	2.152	2.028	2.033	1.625	1.537	1.749
Vargem Bonita	544	550	641	835	876	936	1.052	1.158	1.015	1.023	928	815	707
Xavantina	1.423	1.405	1.443	1.540	1.648	1.743	1.931	2.004	1.608	1.761	1.735	1.695	1.862
Total	23.163	22.893	24.019	26.698	28.315	30.618	33.426	35.737	32.378	33.003	29.833	26.087	26.155

FONTE: Autor (2024)

Nesta classe, há visível baixa em números totais em relação a classe anterior (novilhos). Este fato é atribuído à parte do rebanho serem fêmeas e seguirem para a classe de fêmeas adultas (que será abordado no próximo item). Em relação aos machos novilhos, muitos deles seguiram para o abate para produção de carne, de acordo com a gestão da produção.

No entanto, analisando a Tabela 13, percebe-se que os municípios de Água Doce (5.123 animais) e Concórdia (4.461 animais) são os principais plantéis de gado macho adulto na região. Já o município de Presidente Castello Branco, com 295 animais, é aquele que apresenta o menor rebanho. Todos os dados se referem à produção no ano base (2022).

Ademais, é importante apresentar de forma visual o desempenho dos rebanhos de machos adultos no período estudado. O gráfico com essas informações é demonstrado através da Figura 14.

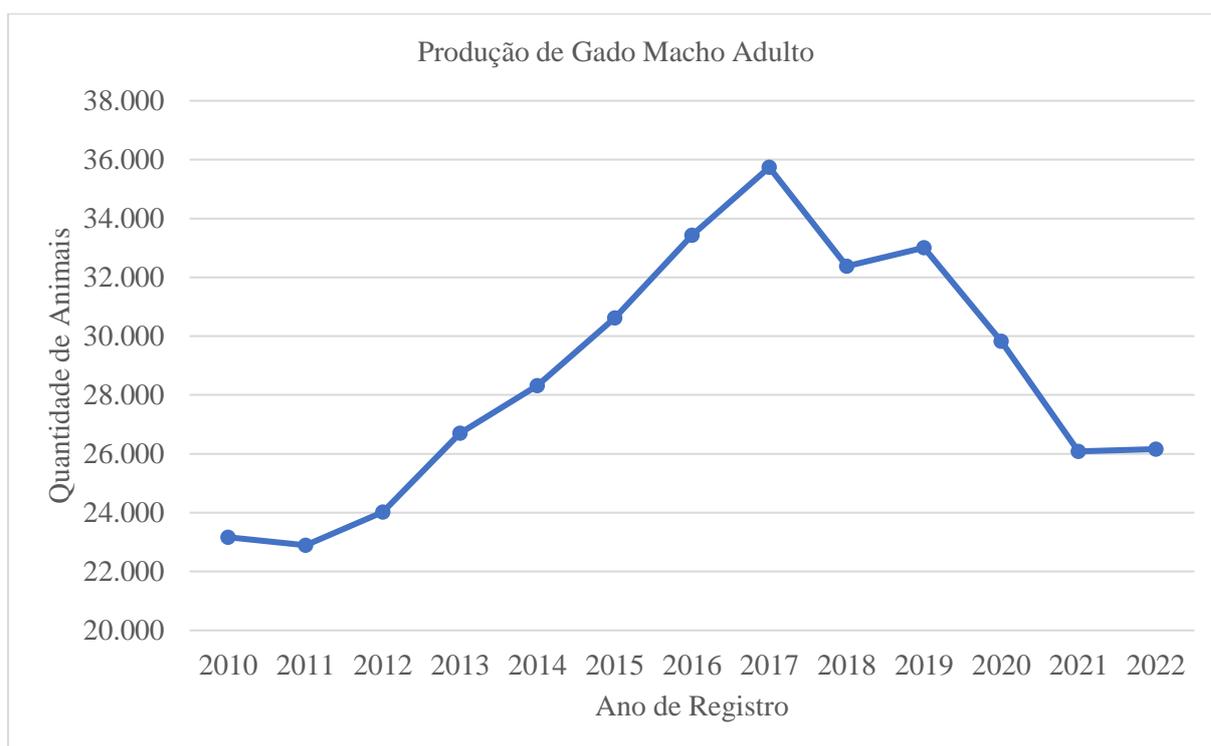


Figura 14 – Diagnóstico da criação animal –Gado macho adulto

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

O ano de 2017 foi o que apresentou a maior concentração de animais no território (35.737 machos adultos) e em 2011 foram apenas 22.893 animais produzidos nessa classe, configurando-se como o ano com menor concentração de animais com estas características.

Assim, houve uma variação média positiva de 12,9% no rebanho, no período compreendido entre o ano inicial e final (2010-2022) que foram coletados os dados.

6.1.6. Diagnóstico da Produção de Gado Fêmea Adulta nos 19 Municípios

Na classe gado fêmea adulta foram agrupados todos os animais com idade superior a 24 meses, com os dados obtidos junto a Epagri/Cepa, referentes ao período de 2010 a 2022. Nesta faixa etária, as fêmeas já estão aptas a procriar e, conseqüentemente, produzir leite, podendo ser caracterizadas como a classe que agrupa o rebanho de gado leiteiro.

Na Tabela 14 estão apresentadas as informações do diagnóstico desta classe referente a cada um dos 19 municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Tabela 14 – Diagnóstico da criação animal por município – Gado fêmea adulta

Município	Ano/Total de Cabeças												
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Água Doce	23.824	24.807	26.488	28.342	29.618	31.572	33.270	34.561	35.478	35.124	32.389	32.182	32.198
Alto Bela Vista	3.986	4.020	4.106	4.109	4.401	4.687	4.884	5.101	5.100	5.197	5.427	5.174	5.281
Arabutã	5.327	5.133	5.217	5.705	6.363	6.512	6.871	6.951	6.932	6.930	6.745	6.588	6.818
Arvoredo	4.263	4.176	4.178	4.389	4.402	4.689	4.991	5.045	4.937	5.147	4.877	4.748	4.790
Catanduvras	2.316	2.485	2.814	3.074	3.286	3.412	3.406	3.671	3.770	3.856	3.645	3.357	3.356
Concórdia	30.552	30.514	31.375	32.715	33.831	35.917	37.409	38.179	38.498	39.149	37.982	36.373	36.909
Ipira	5.728	5.887	5.860	5.872	6.126	6.586	7.086	7.304	7.197	7.519	7.561	7.224	7.668
Ipumirim	8.601	8.568	9.145	9.556	9.971	10.251	10.807	11.224	11.231	11.452	11.301	10.718	10.457
Irani	7.724	8.067	8.290	8.760	8.992	9.146	9.469	9.590	9.773	10.026	9.800	9.772	9.429
Itá	7.555	7.723	7.997	8.280	8.482	8.864	9.240	9.459	8.331	8.427	8.342	8.083	8.334
Jaborá	5.888	6.013	6.412	7.031	7.527	7.492	8.036	8.365	8.494	8.648	8.627	8.296	8.195
Lindóia do Sul	8.111	8.304	8.723	9.131	9.453	9.576	9.971	10.427	10.681	11.034	10.636	10.147	10.088
Ouro	10.023	10.198	10.642	11.257	12.021	12.788	13.205	13.580	12.926	13.495	13.423	13.301	13.602
Paial	3.494	3.357	3.552	3.567	3.698	3.691	3.892	4.133	4.048	4.114	3.848	3.534	3.436
Peritiba	3.578	3.671	3.760	3.951	4.009	4.051	4.275	4.447	4.616	4.683	4.792	4.621	4.572
Presidente Castello Branco	2.824	2.981	3.130	3.359	3.585	3.713	3.810	3.892	3.663	3.777	3.561	3.570	3.785
Seara	13.857	13.905	13.982	14.694	15.295	15.540	15.590	15.954	15.910	16.167	15.533	15.342	15.573
Vargem Bonita	3.791	4.007	4.195	4.684	5.019	5.559	5.686	5.957	5.884	5.959	6.252	6.046	5.731
Xavantina	12.331	12.491	13.058	13.749	14.257	14.744	15.447	15.795	15.795	15.932	15.842	15.453	15.422
Total	163.773	166.307	172.924	182.225	190.336	198.790	207.345	213.635	213.264	216.636	210.583	204.529	205.644

FONTE: Autor (2024)

Vários municípios apresentam importante plantel de gado fêmea adulta, mas destacam-se dois em especial, no ano base (2022), Concórdia, com 36.909 animais, e Água Doce, com 32.198. Já o município que apresenta menor concentração desta classe é Catanduvas com 3.356 animais.

Outra informação relevante para o diagnóstico da classe em questão é a variação apresentada ao longo dos anos, conforme é ilustrado na Figura 15.

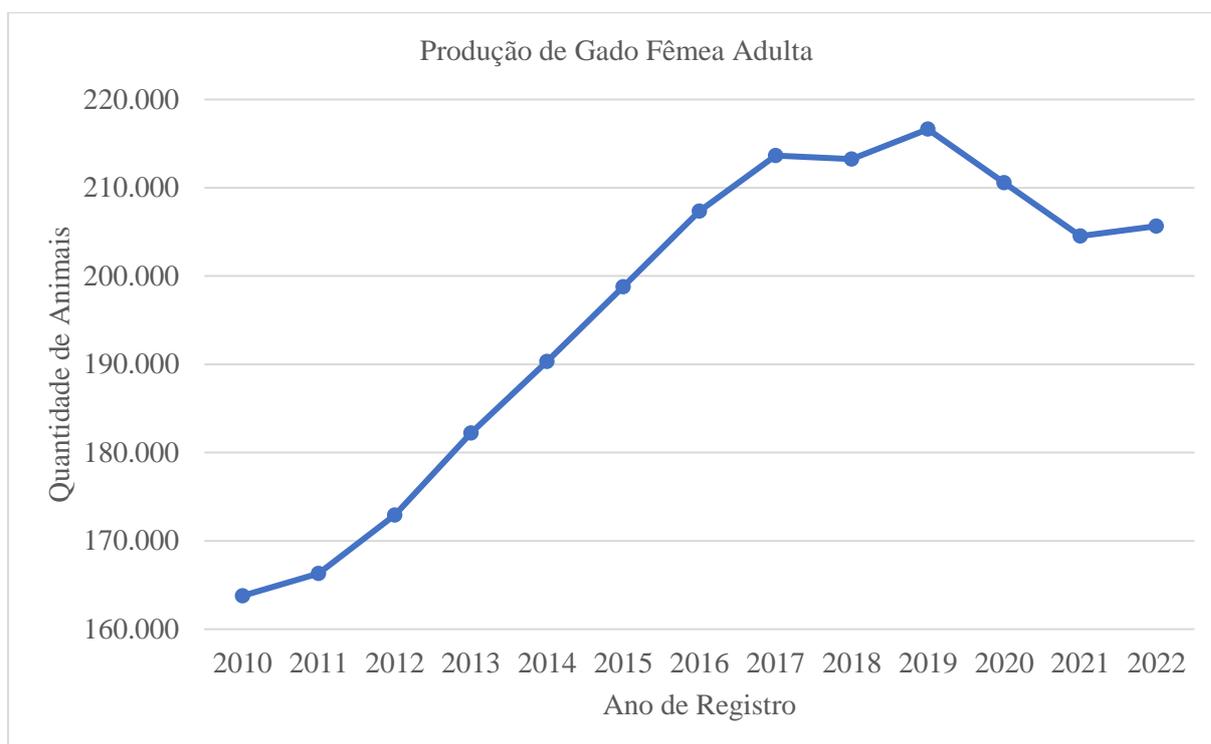


Figura 15 – Diagnóstico da criação animal –Gado fêmea adulta

FONTE: Adaptado de Epagri/Cepa (2023)

Foi possível observar, na Figura 15 que o ano de 2019 teve destaque em números absolutos, com o montante de 216.636 animais naquele período. Também se observa um crescimento significativo ao longo dos 13 anos, resultando em variação entre o ano de 2010 a 2022 de 25,6% de crescimento.

6.1.7. Diagnóstico da Produção Animal por Bacia Hidrográfica

Com os resultados obtidos nas etapas anteriores, em que foi encontrada a quantidade de animais produzidos durante o período do diagnóstico em cada município e para cada espécie estudada, foi possível e necessário determinar a concentração de animais no território rural de cada município.

Na Tabela 15 apresentam-se os resultados obtidos através da aplicação da Equação 1. Essa tabela também apresenta a área (em km²) correspondente à zona urbana ou rural de cada município da bacia hidrográfica de estudo, resultado que foi obtido através da utilização do programa QGIS.

Tabela 15 – Concentração de animais por espécie em cada município

Município	Área Total (km ²)	Urbano (km ²)	Rural (km ²)	Suínos/km ²	Frangos de corte/km ²	Bezerro/km ²	Novilho/km ²	Gado macho adulto/km ²	Gado fêmea adulta/km ²
				2022	2022	2022	2022	2022	2022
Água Doce	1.319,137	2,198	1.316,939	82,69	3.484,91	8,58	8,39	3,89	24,45
Alto Bela Vista	103,433	0,821	102,612	588,30	28.581,42	21,96	19,97	7,22	51,47
Arabutã	132,779	1,353	131,426	2.277,05	129.683,28	22,55	25,35	5,72	51,88
Arvoredo	90,503	0,935	89,568	2.692,29	71.579,93	21,12	29,26	6,35	53,48
Catanduvas	199,166	5,105	194,061	87,23	18.195,39	6,83	4,77	1,87	17,29
Concórdia	799,194	30,366	768,828	1.395,22	28.682,06	18,57	19,52	5,80	48,01
Ipira	155,651	3,311	152,340	343,39	35.622,17	21,51	19,05	7,40	50,33
Ipumirim	245,921	2,199	243,722	1.000,04	81.437,16	16,12	15,90	3,93	42,91
Irani	325,862	3,140	322,722	834,32	10.304,68	9,89	10,87	5,58	29,22
Itá	166,265	2,691	163,574	1.873,69	99.540,48	16,54	21,89	8,22	50,95
Jaborá	182,483	1,520	180,963	1.501,73	34.055,69	17,45	16,67	5,97	45,29
Lindóia do Sul	190,171	1,139	189,032	2.070,83	36.844,85	22,30	17,36	5,61	53,37
Ouro	213,543	8,185	205,358	1.121,52	88.035,90	25,54	21,55	6,57	66,24
Paial	86,048	0,477	85,571	1.009,13	37.753,60	14,65	13,21	5,32	40,15
Peritiba	96,168	1,151	95,017	908,37	17.009,56	21,48	21,76	3,74	48,12
Presidente Castello Branco	65,433	0,391	65,042	2.755,11	32.012,15	24,08	24,00	4,54	58,19
Seara	309,627	5,257	304,370	1.687,28	78.547,94	21,26	19,16	5,75	51,16
Vargem Bonita	299,807	2,009	297,798	61,05	19.167,97	6,91	6,29	2,37	19,24
Xavantina	218,032	1,334	216,698	1.753,60	24.913,16	26,17	29,15	8,59	71,17
Total	5.199,223	73,582	5.125,641	-	-	-	-	-	-

FONTE: Autor (2024)

Os dois municípios com maior área territorial são Água Doce e Concórdia, com 1.319,137 km² e 799,194 km² respectivamente. No entanto há uma grande diferença entre estes dois municípios quanto a área de estudo, enquanto o município de Água Doce insere-se menos de 1% na área da BHRJ, o município de Concórdia, por sua vez, está totalmente inserido. Em relação aos municípios que apresentam no ano base, maior concentração de suínos são Presidente Castello Branco, com 2.755,11 suínos/km² e Arvoredo com 2692,29 suínos/km².

Em relação à produção de frangos de corte, o município de Arabutã apresenta a concentração de 129.683,28 animais/km² e Itá possui 99.540,48 animais/km². Quanto à produção de gado, de forma geral o destaque na bacia hidrográfica é o município de Xavantina, com a concentração de 26,17 bezerros/km², 29,15 novilhos/km², 8,59 machos adulto/km² e 71,17 fêmeas adulta/km².

Em prosseguimento, a Tabela 16 apresenta a composição das áreas de cada uma das bacias hidrográficas de estudo, os municípios que estão inseridos e suas respectivas áreas rurais e urbanas, além de apresentar a totalidade da bacia em questão e o percentual que representa na região de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Tabela 16 – Composição das áreas das bacias hidrográficas

Bacia hidrográficas	Município	Município inserido na bacia (%)	Urbana (km ²)	Urbana (%)	Rural (km ²)	Rural (%)	Urbana + rural (km ²)	Área total bacia (Km ²)	Percentual geral da BH Jacutinga
Rancho Grande	Alto Bela Vista	15,50%	0	0,0%	16,033	100%	16,033	509,14	18,4%
	Concórdia	30,76%	2,164	0,9%	243,691	99,1%	245,855		
	Ipira	7,29%	0,000	0,0%	11,35	100%	11,35		
	Jaborá	51,77%	1,522	1,6%	92,949	98,4%	94,471		
	Ouro	15,76%	0,248	0,7%	33,413	99,3%	33,661		
	Peritiba	43,70%	0,000	0,0%	42,023	100%	42,023		
	Presidente Castello Branco	100,48%	0,391	0,6%	65,356	99,4%	65,747		
Suruvi	Concórdia	10,97%	3,151	3,6%	84,557	96,4%	87,708	87,708	3,2%
Queimados	Concórdia	13,10%	18,105	17,3%	86,589	82,7%	104,694	104,694	3,8%
Jacutinga	Água Doce	0,82%	0,000	0,0%	10,771	100%	10,771	1.003,076	36,3%
	Arabutã	43,82%	0,971	1,7%	57,208	98,3%	58,179		
	Catanduvás	101,54%	5,054	2,5%	197,171	97,5%	202,225		
	Concórdia	32,50%	5,530	2,1%	254,199	97,9%	259,729		
	Ipumirim	19,83%	0,000	0,0%	48,754	100%	48,754		
	Irani	50,56%	0,501	0,3%	164,252	99,7%	164,753		
	Itá	15,76%	0,180	0,9%	20,742	99,1%	20,922		
	Jaborá	46,73%	0,000	0,0%	85,272	100%	85,272		
	Lindóia do Sul	28,47%	0,000	0,0%	54,15	100%	54,150		
Vargem Bonita	32,79%	1,186	1,2%	97,135	98,8%	98,321			
Engano	Arabutã	57,19%	0,362	0,5%	75,572	99,5%	75,934	576,511	20,9%
	Ipumirim	43,01%	1,656	1,6%	104,105	98,4%	105,761		
	Irani	23,78%	2,640	3,4%	74,836	96,6%	77,476		
	Itá	42,93%	1,540	2,2%	69,834	97,8%	71,374		
	Lindóia do Sul	48,15%	1,139	1,2%	90,427	98,8%	91,566		
Seara	49,87%	4,640	3,0%	149,76	97,0%	154,400			
Ariranhazinho	Itá	10,99%	0,000	0,0%	18,273	100%	18,273	58,177	2,1%

Bacia hidrográficas	Município	Município inserido na bacia (%)	Urbana (km ²)	Urbana (%)	Rural (km ²)	Rural (%)	Urbana + rural (km ²)	Área total bacia (Km ²)	Percentual geral da BH Jacutinga
	Paial	2,35%	0,000	0,0%	4,282	100%	4,282		
	Seara	11,50%	0,000	0,0%	35,622	100%	35,622		
Ariranha	Arvoredo	16,35%	0,000	0,0%	14,794	100%	14,794	237,438	8,6%
	Ipumirim	2,60%	0,059	0,9%	6,341	99,1%	6,400		
	Paial	16,93%	0,000	0,0%	14,565	100%	14,565		
	Seara	31,26%	0,462	0,5%	96,324	99,5%	96,786		
	Xavantina	48,11%	1,147	1,1%	103,746	98,9%	104,893		
Contribuições Independentes	Concórdia	16,21%	1,041	0,8%	128,484	99,2%	129,525	186,928	6,7%
	Itá	34,53%	0,971	1,7%	56,432	98,3%	57,403		
Total								2.763,672	100,0%

FONTE: Autor (2024)

A Figura 16 ilustra o percentual correspondente de cada uma das 8 bacias hidrográficas da região em relação à área total da BHRJ.

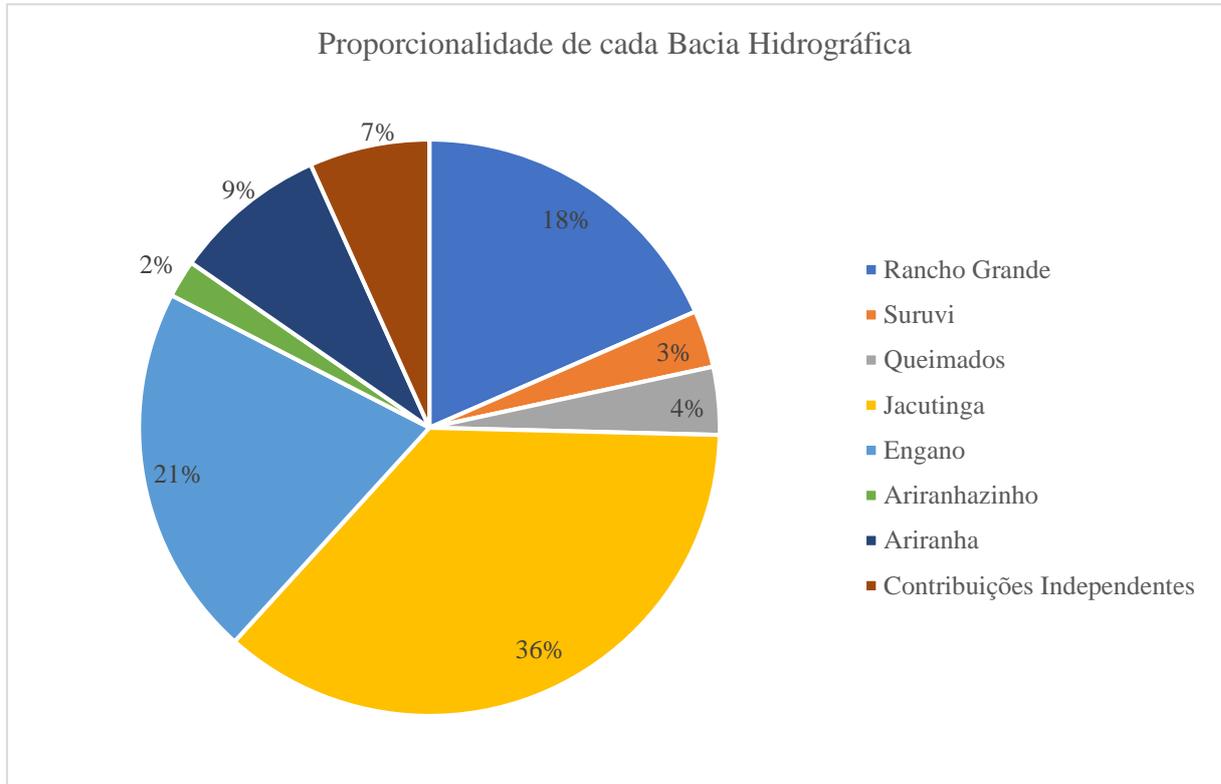


Figura 16 – Proporcionalidade de cada bacia hidrográfica na área de estudo

FONTE: Autor (2024)

Observa-se que 36% da área é composta pela Bacia do Rio Jacutinga, a qual dá o nome a este mesmo território e ao próprio Comitê de Bacia Hidrográfica, ocupando a área de 1.003,076 km² e incorporando parcialmente o território de 10 municípios. Por outro lado, a bacia com menor área territorial e conseqüente percentual de ocupação é a bacia do Rio Ariranhazinho, 58,177 km² e 2,1% respectivamente, englobando parcialmente os municípios de Itá, Paial e Seara.

Após a obtenção da concentração de animais por município, referente a cada espécie e posterior definição das áreas municipais e suas respectivas inserções em cada bacia hidrográfica, foi utilizada a Equação 2. Por meio dessa foi obtida a quantidade de animais por espécie no ano base para cada bacia da área de estudo, conforme demonstrado nos resultados da Tabela 17. Destaca-se que, a partir deste ponto, as informações passam a ser apresentadas por

bacia hidrográfica e pela espécie animal, não mais informando o município, já apresentados na composição por meio dos itens, tabelas e figuras anteriores.

Tabela 17 – Quantitativo de animais no ano base

Bacia	Suínos Total de Cabeças (n°)	Frangos de Corte Total de Cabeças (n°)	Bezerro(a) Total de Cabeças (n°)	Novilho(a) Total de Cabeças (n°)	Gado Macho Adulto Total de Cabeças (n°)	Gado Fêmea Adulta Total de Cabeças (n°)
	2022	2022	2022	2022	2022	2022
Rancho Grande	748.625	16.766.082	10.072	10.046	2.842	25.343
Suruvi	117.976	2.425.269	1.570	1.651	491	4.059
Queimados	120.811	2.483.551	1.608	1.690	502	4.157
Jacutinga	973.797	32.823.658	13.569	13.430	4.535	35.412
Engano	909.422	410.960.21	10.478	10.353	3.202	26.620
Ariranhazinho	98.663	4.778.599	1.122	1.139	378	2.926
Ariranha	405.323	122.759.21	5.391	5.596	1.641	13.960
Contribuições Independentes	284.999	9.302.454	3.319	3.743	1.209	9.043
Total	3.659.617	121.951.555	47.130	47.647	14.800	121.520

FONTE: Autor (2024)

O resultado do diagnóstico acima apresentado revela as bacias da área de estudo com as maiores concentrações de animais para cada espécie. Conhecer estes valores é estratégico para a gestão ambiental do território, uma vez que identifica as bacias com as maiores concentrações de animais e, conseqüentemente, aquelas com maior demanda por recursos naturais.

Ainda sobre a Tabela 17, em números gerais, a produção de frangos de corte no ano base foi responsável por 96,91% do total de animais produzidos e abatidos. O percentual que corresponde ao total de suínos é de 2,91% e toda a produção de gado somada todas as classes representa a 0,18% do total de animais no ano base (2022) oriundos da bacia hidrográfica.

Outra informação importante apontada na Tabela 17, refere-se à concentração ou quantidade de animais produzidos no ano base por bacia hidrográfica. Embora essa informação possa ter relação com a área de cada bacia, ou seja, aquelas com maiores abrangências territoriais podem abrigar mais animais, destaca-se que essa relação direta não foi constatada. A razão disso é que determinado município pode ter maior aptidão do que outro em relação à produção e aos seus rebanhos.

Assim, a Figura 17 apresenta a concentração de animais por bacia hidrográfica da área de estudo no ano base.

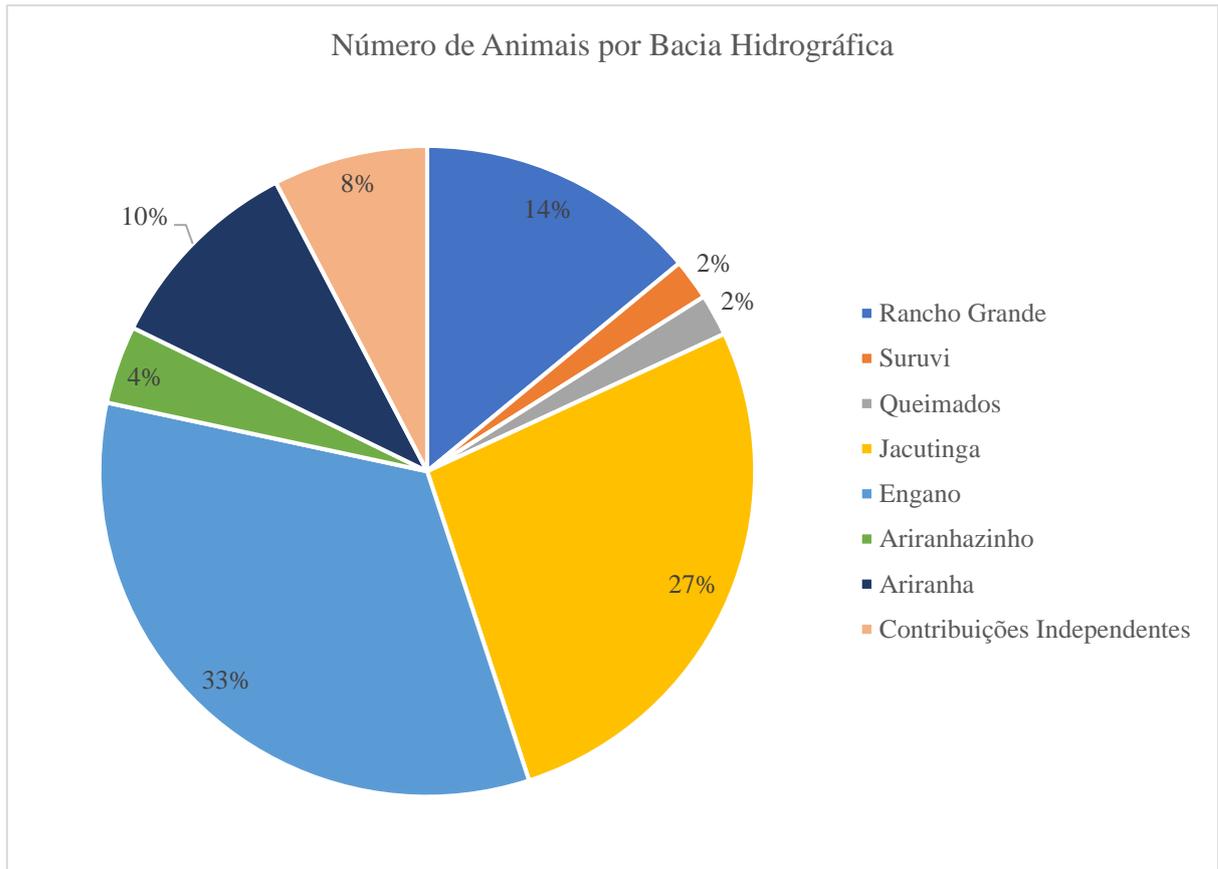


Figura 17 – Concentração total de animais por bacia hidrográfica no ano base

FONTE: Autor (2024)

A bacia hidrográfica com a maior concentração animal é a bacia do Rio Engano, com o percentual do somatório total de 33%. No entanto, essa mesma bacia ocupa área de 21%, representando a segunda bacia em território, com área muito inferior à bacia do Rio Jacutinga que possui 36% do território.

Na sequência, as Figura 21, Figura 22 e Figura 23 apresentam a concentração de cada espécie animal por bacia hidrográfica de estudo.

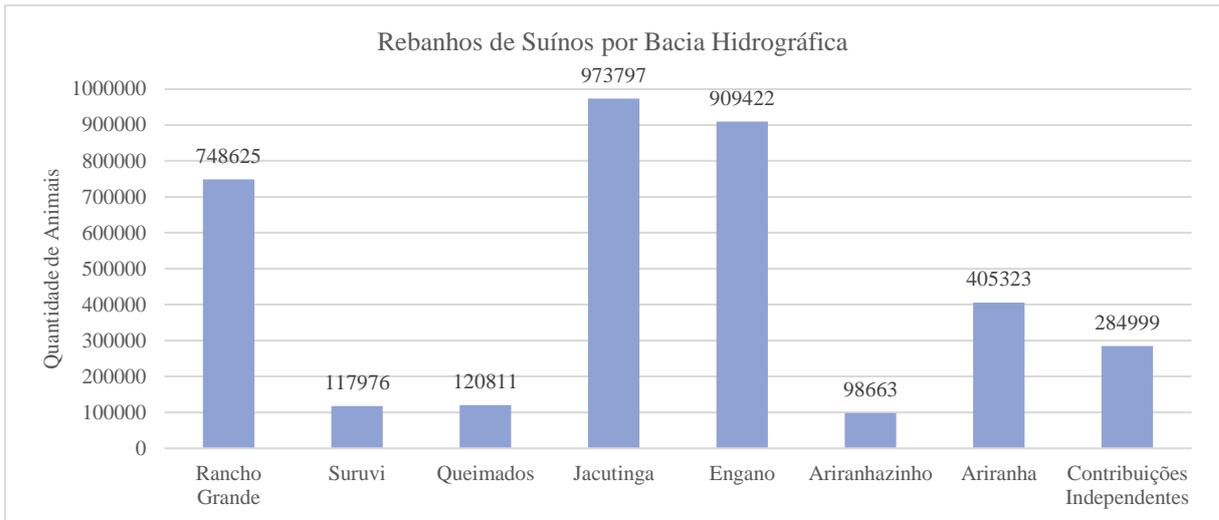


Figura 18 – Concentração de suínos por bacia hidrográfica no ano base

FONTE: Autor (2024)

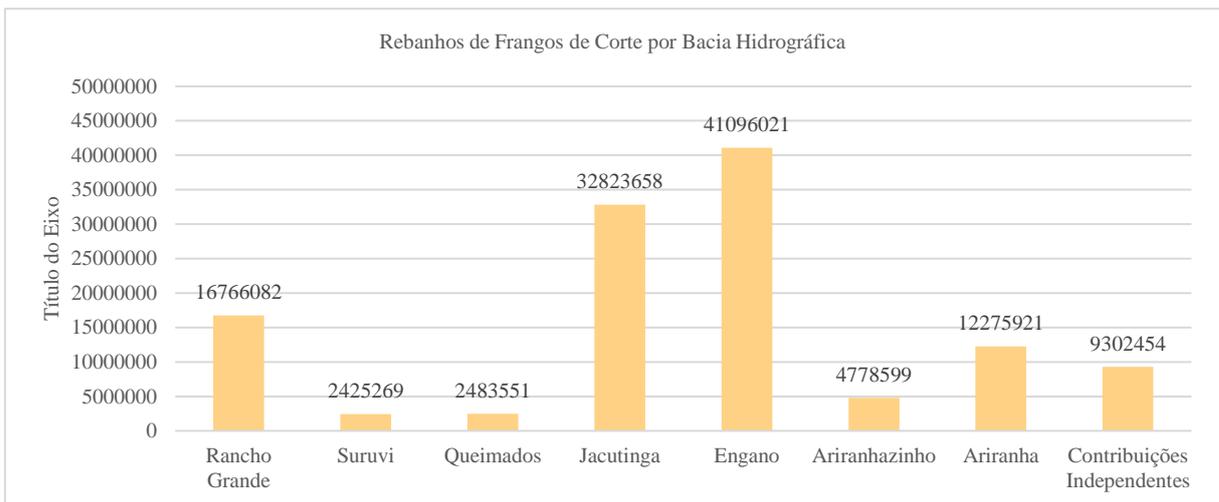


Figura 19 – Concentração de frangos de corte por bacia hidrográfica no ano base

FONTE: Autor (2024)

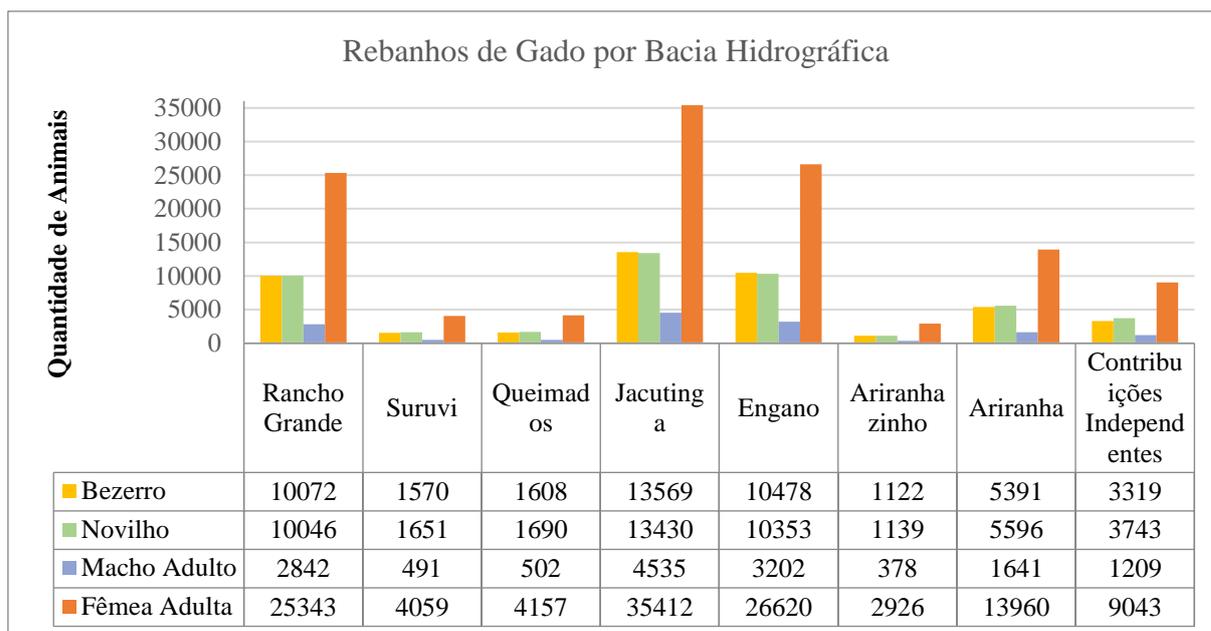


Figura 20 – Concentração das classes de gado por bacia hidrográfica no ano base

FONTE: Autor (2024)

A bacia do Rio Jacutinga é onde estão concentradas as maiores produções de suínos e todas as classes de gado. Já a bacia do Rio Engano é a que apresenta maior concentração de frangos de corte.

A bacia do Rio dos Queimados está entre aquelas com menor concentração de animais. Isso se deve, principalmente, às características urbanas em grande parte do terço superior e médio da bacia, onde situa-se o perímetro urbano do município de Concórdia e áreas de interesse para expansão imobiliária do município, além de corresponder a cerca de 4% do território da BHRJ.

6.1.8. Diagnóstico da Demanda Hídrica por Bacia Hidrográfica

Depois de identificadas as espécies e concentrações de animais em cada bacia da área de estudo, foi possível calcular, para o ano base, a demanda hídrica do abastecimento animal com os dados do diagnóstico, a partir da utilização da Equação 8, Equação 9 e Equação 10.

Nas equações anteriormente mencionadas, o consumo unitário diário de água (Cda) adotado para cada espécie foi obtido através de referências bibliográficas consultadas,

adotando-se o cenário mais conservador, no sentido de utilizar os coeficientes com maiores demandas.

Assim, para a produção de suínos foi utilizada vazão de 92 L/dia, conforme referência adotada pela IMA (2021) e, para a produção de frangos de corte, 0,23 L/dia, descrito em Palhares (2013). Para as classes de gado, foi adotada vazão de 12 L/dia para bezerro, 45 L/dia para novilho e 78 L/dia para gado macho adulto, valores apresentados por Palhares (2013). Por fim, para gado fêmea adulta em lactação, adotou-se 127,5 L/dia, conforme ANA (2019).

Na Tabela 18 são apresentados os resultados dos cálculos da demanda hídrica conforme descrição anterior.

Tabela 18 – Demanda Hídrica ano base

Nome	Suíno m³/ano	Suíno L/s	Frango de Corte m³/ano	Frango de Corte L/s	Bezerro m³/ano	Bezerro L/s	Novilho m³/ano	Novilho L/s	Gado Macho Adulto m³/ano	Gado Macho Adulto L/s	Gado Fêmea Adulta m³/ano	Gado Fêmea Adulta L/s	Abastecimen to Animal Total m³/ano	Abasteci mento Animal Total L/s
	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
Rancho Grande	25.138.843	797	1.407.513	45	44.117	1,4	165.002	5,2	80.915	2,6	1.179.399	37,4	28.015.789	888
Suruvi	3.961.620	126	203.601	6	6.878	0,2	27.111	0,9	13.968	0,4	188.910	6,0	4.402.089	140
Queimados	4.056.823	129	208.494	7	7.043	0,2	27.763	0,9	14.304	0,5	193.450	6,1	4.507.876	143
Jacutinga	32.700.119	1.037	2.755.546	87	59.433	1,9	220.580	7,0	129.106	4,1	1.648.008	52,3	37.512.792	1.190
Engano	30.538.384	968	3.450.011	109	45.895	1,5	170.041	5,4	91.149	2,9	1.238.820	39,3	35.534.300	1.127
Ariranhazinho	3.313.116	105	401.163	13	4.916	0,2	18.710	0,6	10.750	0,3	136.147	4,3	3.884.803	123
Ariranha	13.610.759	432	1.030.564	33	23.611	0,7	91.920	2,9	46.729	1,5	649.658	20,6	15.453.239	490
Contribuições Independentes	9.570.283	303	780.941	25	14.538	0,5	61.481	1,9	34.425	1,1	420.852	13,3	10.882.521	345
Total da Bacia	122889947	3897	10.237.833	325	206.430	6,5	782.608	24,8	421.347	13,4	5.655.244	179,3	140.193.409	4.446

FONTE: Autor (2024)

A informações detalhadas na Tabela 18 para cada espécie animal e o somatório total representam a demanda hídrica em m^3/ano e L/s, duas unidades comumente utilizadas nas bibliografias consultadas. Dentre essas, destaca-se o valor em L/s, a qual é a mesma unidade adotada nos dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CEURH).

No ano base a demanda hídrica total calculada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas é de 4.446 L/s para abastecimento animal das espécies de suínos, frangos de corte e gado. A unidade adotada a partir deste ponto é expressa em L/s, e correspondem aquelas descritas na tabela anterior.

A Figura 21 apresenta a demanda hídrica para os rebanhos de animais estudados nesta pesquisa. Nesta mesma representação foram agrupadas todas as classes de gado afim de ilustrar os resultados por tipo de animal.

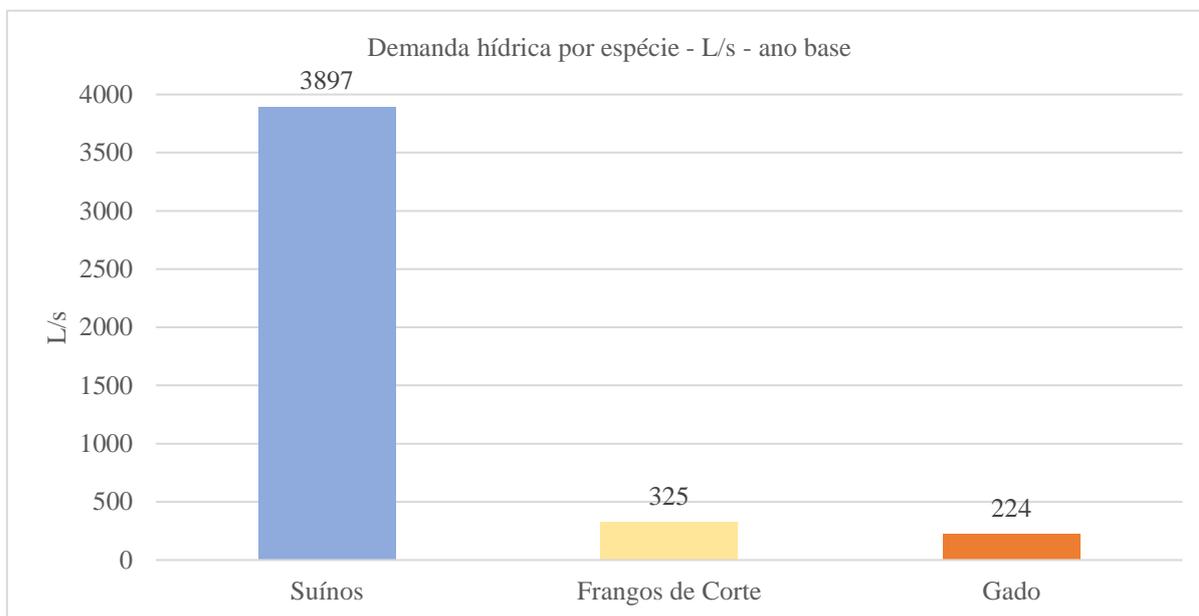


Figura 21 – Demanda hídrica em L/s no ano base por espécie animal

FONTE: Autor (2024)

Conforme observado, suínos representam a maior parcela da demanda hídrica (3897 L/s) com 88% do total. Frangos de corte correspondem a parcela de 7% (ou 325 L/s) e todas as classes de gado (bezerro, novilho, macho adulto e fêmea adulta) representam 5% da demanda hídrica total, ou 224 L/s.

A Figura 22 ilustra a demanda hídrica em cada uma das bacias hidrográficas de estudo no ano de 2022.

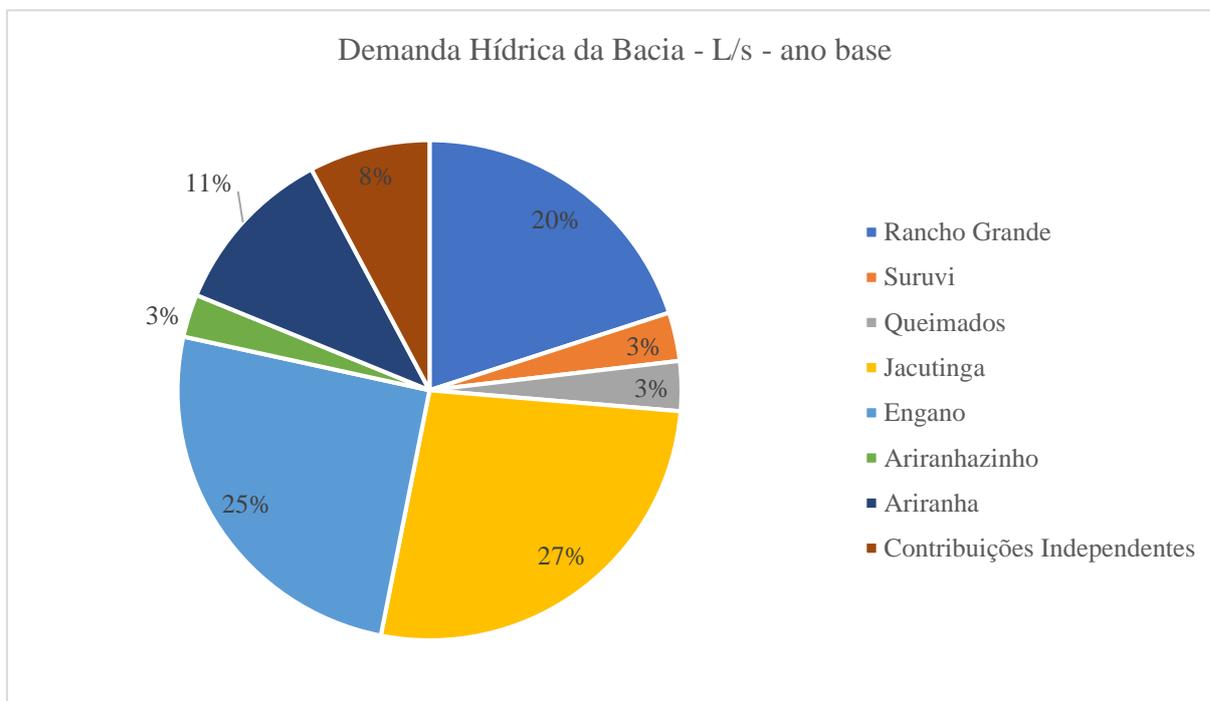


Figura 22 – Demanda hídrica L/s no ano base

FONTE: Autor (2024)

Neste ponto a análise passa a ser embasada na interpretação dos resultados da Figura 16, Figura 17 e Figura 22, devido à importância e relação do cruzamento destas informações até aqui apresentadas.

Embora a maior bacia hidrográfica no território seja a bacia do Rio Jacutinga (36%), a área apresenta o plantel de 27% dos animais e corresponde aos mesmos 27% da demanda hídrica para abastecimento animal. Sendo assim, é uma bacia que apresenta grande área, porém a proporção de animais e demanda hídrica não acompanha este percentual. Situação diferente foi observada na bacia do Rio Engano, a qual possui área de 21%, 33% dos rebanhos e 25% do total da demanda hídrica, ou seja, uma grande concentração de animais em uma área muito menor em relação a bacia do Rio Jacutinga.

Outra bacia que precisa ser analisada é a bacia do Rio Rancho Grande. Nesta região que corresponde a 18% da área total da BHRJ, possui 14% dos rebanhos. Contudo a demanda hídrica é muito elevada, representando 20% do total, fato atribuído principalmente às espécies animais produzidas naquele território, demandantes de maior quantidade de água, como é o

caso da produção de suínos (conforme resultado apresentado na Figura 21). Se observada a Figura 18, é percebido que a concentração de suínos na bacia do Rio Rancho Grande é a responsável pelo terceiro maior plantel, logo torna-se evidente e justificada a elevada demanda hídrica.

6.1.9. Dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos

As declarações recebidas pelas Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde – SEMAE-SC através do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH e disponibilizadas para a realização desta pesquisa foram compiladas e detalhadas na Tabela 19.

Tabela 19 – Dados da demanda hídrica para criação animal - CEURH

Dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina	
Nº de declarações até 31/12/2022	6.459
Soma das vazões - L/s	9.989,63
Valor máximo declarado - L/s	6.849,32
Valor médio das declarações - L/s	1,54
Nº de cadastros acima do valor médio (nº)	63
Valor médio das declarações subtraindo o valor máximo cadastrado - L/s	0,486
Valor máximo adotado na pesquisa para cadastros válidos – L/s	48,62
Nº total de declarações não consideradas (nº)	19
Nº total de declarações utilizadas (nº)	6.440
Soma das vazões das declarações utilizadas - L/s	1.115,92

FONTE: Adaptado de Santa Catarina (2024)

O período de análise das declarações, fixado no presente projeto, foi entre os primeiros meses do ano de 2009 até o dia 31 de dezembro de 2022, representando os registros desde o início da funcionalidade do CEURH. Assim, considera-se que todas as declarações inseridas no sistema, sejam aquelas avaliadas e não avaliadas pela SEMAE, compõem o rol de declarações que foram estudadas nesse trabalho, com exceção das declarações avaliadas e rejeitadas pelo órgão gestor estadual, as quais não foram inseridas no acima na Tabela 19.

O número de cadastros declarados no sistema estadual é de 6.459, até o final do ano base (2022), com a vazão requerida de 9.989,63 L/s. Após análise criteriosa, foi possível observar que alguns cadastros apresentam valores de vazão muito acima da média geral (1,54 L/s), por exemplo uma única declaração apresenta a vazão de 6.849,32 L/s, o que representa

cerca de 70% da vazão total requerida para a bacia. Ainda, somente este valor é maior que toda a demanda hídrica no ano base encontrada com os dados do diagnóstico Epagri/Cepa, conforme apresentado na Tabela 18. Assim, interpreta-se que este cadastro foi preenchido e enviado de forma errônea. Portanto, para obtenção da média geral foi realizado um novo cálculo para obter a média das vazões, desconsiderando este cadastro supracitado, resultando em 0,486 L/s.

Na planilha geral do CEURH, considerando as 6.459 declarações, ainda foi realizada a pesquisa da quantidade de declarações que apresentavam vazões acima da média calculada (1,546622 L/s) e o resultado obtido foi de apenas 63 declarações.

Entendendo que ainda muitas declarações poderiam apresentar valores de vazão de forma equivocada, a pesquisa adotou o critério de que todas declarações maiores que a multiplicação de 100 vezes o valor médio obtido, deveriam ser descartadas. Ou seja, foram 19 declarações não consideradas para efeito de diagnóstico dos dados do CEURH que apresentaram a vazão superior a 48,6267 L/s. Na Tabela 20 são apresentados os cadastros desconsiderados.

Tabela 20 – Relação dos cadastros desconsiderados

Classificação	Vazão requerida CEURH (L/s)	Município da declaração CEURH	Demanda calculada diagnóstico (L/s)
1º	6.849,32	Irani	313
2º	410,96	Jaborá	321
3º	239,73	Presidente Castello Branco	203
4º	171,24	Presidente Castello Branco	203
5º	136,99	Presidente Castello Branco	203
6º	114,16	Itá	385
7º	114,16	Itá	385
8º	114,16	Jaborá	321
9º	95,13	Presidente Castello Branco	203
10º	91,32	Presidente Castello Branco	203
11º	82,19	Peritiba	105
12º	57,08	Seara	639
13º	57,08	Irani	313
14º	57,08	Presidente Castello Branco	203
15º	57,08	Presidente Castello Branco	203
16º	57,08	Concórdia	1.269
17º	57,08	Presidente Castello Branco	203
18º	57,08	Presidente Castello Branco	203
19º	54,79	Irani	313
Total	8.873,71		

FONTE: Adaptado do CEURH (2024)

Na Tabela 20 os cadastros desconsiderados na pesquisa são apresentados em ordem decrescente, indicando a vazão requerida através do cadastro auto declaratório e o município de origem do cadastro. Também é apresentado nesta tabela os resultados da demanda hídrica total calculada para cada um dos respectivos municípios, por meio dos dados do diagnóstico.

Com o objetivo de realizar o cruzamento de informações, entre a vazão requerida e a demanda calculada, foi pesquisado no IBGE (2017) o número de estabelecimentos agropecuários nos municípios de origem dos cadastros. Por conseguinte, foi realizada a média da demanda hídrica com os resultados do diagnóstico em relação ao número de estabelecimentos agropecuários por município, conforme resultados da Tabela 21.

Tabela 21 – Estabelecimentos Agropecuários nos municípios da BRHJ

Município	Quantidade de Estabelecimentos Agropecuários	Média da demanda diagnóstico versus nº de estabelecimentos (L/s)
Água Doce	866	0,52
Alto Bela Vista	354	0,66
Arabutã	727	0,78
Arvoredo	385	0,78
Catanduvás	206	0,78
Concórdia	2.765	0,62
Ipira	594	0,62
Ipumirim	872	0,66
Irani	598	0,78
Itá	617	0,78
Jaborá	487	0,30
Lindóia do Sul	660	0,54
Ouro	674	0,52
Paial	356	0,78
Peritiba	354	0,78
Presidente Castello Branco	261	0,46
Seara	1.193	0,78
Vargem Bonita	326	0,78
Xavantina	738	0,52
Total	13.033	

FONTE: Adaptado do IBGE (2017)

Por meio destes cruzamentos de informações conclui-se que o 1º e 19º cadastros são cerca de 22 vezes superiores a toda demanda hídrica calculada para o município de Irani, corroborando com a tese de que estes cadastros foram preenchidos de forma equivocada.

O 2º cadastro e o 8º cadastro, somados resultam em 525,12 L/s, valor 1,6 vezes superior ao total da demanda calculada para o município. Considerando que no município de Jaborá são 487 estabelecimentos agropecuários, é possível concluir que estes dois cadastros apresentam inconsistência e, portanto, para este trabalho serão desconsiderados.

Os cadastros 3º, 4º, 5º, 9º, 10º, 14º, 15º, 17º e 18º, tem como município de origem Presidente Castello Branco e somados estão requerendo a vazão de 962,73 L/s. Neste município a demanda hídrica calculada com os dados do diagnóstico é de 203 L/s enquanto a média da demanda é de 0,78 L/s. Ou seja, apenas estes 9 cadastros são responsáveis por aproximadamente 5 vezes toda a água demandada para o município. Considerando este cruzamento é possível ter segurança para desconsiderar estes cadastros.

Para o município de Itá, que apresenta 617 estabelecimentos agropecuários e a demanda hídrica calculada em 385 L/s serão descartados os cadastros 6º e 7º. Somados resultam em 228,32 L/s o equivalente a aproximadamente 60% de toda a vazão necessária para abastecimento do plantel de animais do município.

O cadastro 11º tem como origem de vazão requerida o município de Peritiba, que apresenta 354 estabelecimentos agropecuários e demanda hídrica calculada de 105 L/s. Considerando que este cadastro foi preenchido com o valor de 82,19 L/s, somente este é responsável por aproximadamente 80% de toda a demanda de água do município. Portanto, entende-se que há justificativa para desconsiderá-lo nesta pesquisa.

Com a vazão requerida de 57,08 L/s o 12º cadastro, proveniente do município de Seara também foi desconsiderado em razão de que somente este, requer cerca de 10% de toda a água necessária para os 1.193 estabelecimentos agropecuários do município.

Por fim, o cadastro 16º apresenta a vazão requerida de 57,08 L/s, cerca de 5% de toda a vazão calculada para o município de Concórdia, município de origem do cadastro. Assim, este cadastro foi desconsiderado nesta pesquisa.

Os 19 cadastros desconsiderados, juntos somados perfazem o total de 8.873,71 L/s valor equivalente a 88,83% da vazão total demanda para a Bacia do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

O cadastro muitas vezes preenchido pelo próprio declarante pode apresentar inconsistências, ou erro de unidade.

Desta forma foram utilizados para o diagnóstico 6.440 cadastros, os quais representam 99,7% dos cadastros. Por fim, para efeito de diagnóstico com os dados do CEURH, a demanda hídrica para abastecimento animal foi de 1.115,92 L/s.

6.1.10. Análise Comparativa da Demanda Hídrica entre os Dados do Diagnóstico e os Dados Cadastrados

O diagnóstico realizado na pesquisa, com os dados do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – CEPA, departamento vinculado a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, evidenciou o plantel das 3 principais espécies de animais produzidos no território dos 19 municípios inseridos na bacia hidrográfica de estudo, frangos de corte, suínos e as 4 classes de gado (bezerro, novilho, macho adulto e fêmea adulta).

Além identificar o plantel para o ano de 2022, também foram realizados cálculos para determinar a estimativa da densidade de animais por espécie em cada uma das 8 bacias hidrográficas. Por fim obteve-se a demanda hídrica para cada uma das espécies e identificação das bacias com maiores demandas.

O somatório das demandas hídricas, calculado e apresentado em L/s, no ano base, contabilizando as 3 espécies estudadas são apresentadas na ordem decrescente por bacias hidrográficas: (1) Jacutinga 1.190 L/s, (2) Engano 1.127 L/s, Rancho Grande 888 L/s (3), Ariranha 490 L/s (4), Contribuições Independentes 345 L/s (5), Queimados 143 L/s (6), Suruvi 140 L/s (7), Ariranhazinho 123 L/s (8). A soma total da demanda hídrica encontrada com os dados do diagnóstico foi de 4.446 L/s, para o território da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Após análise e estudos dos dados do cadastro, cedidos pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde – SEMAE-SC através do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH, foi identificada a necessidade de realizar e adotar critérios para validá-los nesta pesquisa. Primeiramente, foi adotado o critério de manter todos os cadastros

ativos (avaliados e não avaliados), descartando apenas aqueles rejeitados. Nessa condição, foram estudadas as 6.459 declarações.

Após análise dos cadastros, visando elaborar o cálculo da média de vazão requerida, foi desconsiderado um cadastro que representou cerca de 70% de toda a água requerida. Posteriormente foi gerada a média de vazão para todos os cadastros, resultando em 0,48 L/s. Adotando-se o critério para validar e utilizar todos os cadastros com até 100 vezes o valor da média geral, foram descartados apenas 19 cadastros acima do valor de 48 L/s, resultando em 6.440 cadastros utilizados. Somados os cadastros utilizados na pesquisa correspondem à demanda de 1.115,92 L/s para o setor da criação animal em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Por meio dessa análise dos dados, foi possível compreender que o resultado do diagnóstico é aproximadamente 3,8 vezes maior que a vazão requerida dados do CEURH. Esta diferença nos resultados pode ser atribuído a alguns fatores, dentre eles destacam-se o total de 13.033 estabelecimentos agropecuários nos 19 municípios, conforme apresentado na Tabela 21, dos quais somente 6.459 realizaram a declaração e solicitação de outorga pelo uso da água na bacia de estudo. Ou seja, muitas propriedades rurais que demandam de recursos hídricos para abastecimento animal ainda não procederam o cadastramento junto ao sistema de cadastro e outorga de Santa Catarina. Outro fator determinante pode ser atribuído ao fato de que a maioria dos cadastros ainda não foram avaliados pela SEMAE, portanto poderão sofrer alterações em suas vazões requeridas, ou seja a diferença encontrada entre as duas fontes estudadas poderá ser ainda maior, caso mais cadastros sejam considerados como inconsistentes.

6.2. Cenário Tendencial da Produção Animal para Horizontes Temporais de Curto, Médio e Longo Prazo

O cenário tendencial foi realizado para todas as espécies de animais do escopo de estudo, suínos, frangos de corte, bezerro, novilho, gado adulto macho e gado adulto fêmea para cada um dos 19 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas. Também foi desenvolvido o cálculo para cada uma das 8 bacias hidrográficas da área de estudo.

A partir dos próximos itens, serão detalhados separadamente os cenários tendenciais, em que inicialmente serão apresentados os resultados dos cálculos por município para o quantitativo de animais e, posteriormente por bacia hidrográfica. Todas as informações destas etapas apresentarão o cenário tendencial para os horizontes temporais de curto (5 anos), médio (10 anos) e longo prazo (15 anos), correspondendo aos anos de 2027, 2032 e 2037, respectivamente.

6.2.1. Cenário Tendencial da Produção de Suínos nos 19 Municípios

O cenário tendencial da produção de suínos começa a ser detalhado na Tabela 22, em que é apresentada a taxa média de variação do período (TMVP). Para tanto foi aplicada a Equação 3, considerando o diagnóstico realizado para a produção de suínos de 2013 a 2022. Para obtenção dos horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, foi utilizada a Equação 4, e os resultados são apresentados na sequência.

Tabela 22 – Taxa média de variação e horizontes temporais para produção de suínos

Município	TMVP (%)	Horizontes Temporais (%)		
		5 anos	10 anos	15 anos
Água Doce	3,07	16,33	35,34	57,44
Alto Bela Vista	6,76	38,69	92,35	166,76
Arabutã	6,70	38,33	91,34	164,68
Arvoredo	10,53	64,97	172,15	348,97
Catanduvas	0,01	0,06	0,12	0,19
Concórdia	8,17	48,08	119,27	224,68
Ipira	10,12	61,91	162,15	324,44
Ipumirim	4,75	26,10	59,01	100,51
Irani	3,28	17,50	38,06	62,21
Itá	9,49	57,36	147,61	289,64
Jaborá	3,99	21,58	47,81	79,71
Lindóia do Sul	7,89	46,20	113,75	212,52

Município	TMVP (%)	Horizontes Temporais (%)		
		5 anos	10 anos	15 anos
Ouro	11,68	73,76	201,92	424,62
Paial	7,30	42,24	102,33	187,79
Peritiba	12,07	76,81	212,61	452,72
Presidente Castelo Branco	7,84	45,86	112,75	210,32
Seara	6,61	37,69	89,59	161,05
Vargem Bonita	0,09	0,47	0,94	1,41
Xavantina	7,40	42,90	104,20	191,79
Total	7,14	41,19	99,34	181,45

FONTE: Autor (2024)

Conforme é observado na Tabela 22, a produção de suínos é crescente em todos os municípios da bacia. Alguns municípios apresentam a TMVP menos acentuada, como é o caso de Catanduvras, com 0,01% no período. Por outro lado, o município de Peritiba é o destaque com 12,07%. Na média geral dos 19 municípios da bacia a TMVP é de 7,14%.

Com os resultados anteriores e aplicando a Equação 5 foi possível realizar a estimativa do plantel de suínos em cada município para cada horizonte temporal, conforme apresentado na Tabela 23.

Tabela 23 – Estimativa de suínos nos municípios para os horizontes temporais

Criação Animal - Suínos				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	Ano 2027	Ano 2032	Ano 2037
Água Doce	108.895	126.682	147.375	171.448
Alto Bela Vista	60.367	83.723	116.114	161.038
Arabutã	299.264	413.963	572.622	792.090
Arvoredo	241.143	397.815	656.279	1.082.668
Catanduvras	16.927	16.938	16.948	16.959
Concórdia	1.072.684	1.588.389	2.352.026	3.482.790
Ipira	52.312	84.698	137.135	222.035
Ipumirim	243.732	307.346	387.562	488.715
Irani	269.253	316.366	371.722	436.764
Itá	306.487	482.279	758.901	1.194.186
Jaborá	271.757	330.399	401.696	488.378
Lindóia do Sul	391.454	572.320	836.752	1.223.362
Ouro	230.314	400.192	695.370	1.208.270
Paial	86.352	122.828	174.712	248.512
Peritiba	86.311	152.605	269.818	477.059
Presidente Castelo Branco	179.198	261.380	381.250	556.095
Seara	513.558	707.129	973.660	1.340.652
Vargem Bonita	18.180	18.265	18.350	18.436

Criação Animal - Suínos				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	Ano 2027	Ano 2032	Ano 2037
Xavantina	380.001	543.010	775.945	1.108.802
Total	4.828.189	6.926.326	10.044.238	14.718.258

FONTE: Autor (2024)

Os resultados da Tabela 23 mostram que os municípios da bacia terão aumento significativo no plantel de suínos, praticamente triplicando o número de animais encontrados no ano base (2022). O município que continuará com a maior concentração de animais é Concórdia, enquanto o que detém o menor quantitativo é o município de Vargem Bonita.

6.2.2. Cenário Tendencial da Produção de Frangos de Corte nos 19 Municípios

O cenário tendencial referente à produção de frangos de corte para os municípios é apresentado na Tabela 24. Igualmente ao cenário tendencial para produção de suínos, também foi utilizada a Equação 3 e a Equação 4 para se obter os resultados dos 19 municípios da BHRJ.

Tabela 24 – Taxa média de variação e horizontes temporais da produção frangos de corte

Município	TMVP (%)	Horizontes Temporais (%)		
		5 anos	10	5 anos
Água Doce	-3,56	-16,57	-30,40	-41,93
Alto Bela Vista	3,55	19,08	41,81	68,87
Arabutã	-1,45	-7,05	-13,61	-19,71
Arvoredo	4,39	23,96	53,67	90,50
Catanduas	-3,53	-16,46	-30,21	-41,69
Concórdia	-0,11	-0,56	-1,11	-1,66
Ipira	-7,56	-32,49	-54,43	-69,24
Ipumirim	-3,53	-16,45	-30,19	-41,68
Irani	-2,02	-9,72	-18,50	-26,42
Itá	1,89	9,80	20,55	32,36
Jaborá	-4,84	-21,97	-39,11	-52,48
Lindóia do Sul	-0,45	-2,22	-4,38	-6,50
Ouro	-0,19	-0,96	-1,90	-2,84
Paial	-2,38	-11,36	-21,43	-30,36
Peritiba	-2,45	-11,65	-21,93	-31,03
Presidente Castelo Branco	-5,60	-25,02	-43,78	-57,84
Seara	0,85	4,30	8,79	13,47
Vargem Bonita	-1,77	-8,55	-16,37	-23,52
Xavantina	0,87	4,41	9,01	13,81
Total	-1,18	-5,77	-11,21%	-16,34%

FONTE: Autor (2024)

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se um decréscimo na produção de frangos de corte na região e assim a taxa média de variação no período para todos os municípios da bacia é de -1,18%. Embora alguns municípios apresentem taxas positivas, a maioria apresenta diminuição da produção.

Na Tabela 25 é apresentado, com base no cálculo da Equação 5, o plantel de frangos de corte para os horizontes temporais de curto, médio e longo prazo.

Tabela 25 – Estimativa de frangos de corte nos municípios para os horizontes temporais

Criação Animal -frangos de corte				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Água Doce	4.589.409	3.828.821	3.194.283	2.664.905
Alto Bela Vista	2.932.797	3.492.477	4.158.965	4.952.641
Arabutã	17.043.755	15.841.359	14.723.789	13.685.061
Arvoredo	6.411.271	7.947.706	9.852.343	12.213.417
Catanduvás	3.531.016	2.949.896	2.464.415	2.058.832
Concórdia	22.051.571	21.928.821	21.806.754	21.685.367
Ipira	5.426.682	3.663.315	2.472.943	1.669.376
Ipumirim	19.848.027	16.583.081	13.855.209	11.576.065
Irani	3.325.547	3.002.253	2.710.388	2.446.896
Itá	16.282.235	17.877.296	19.628.614	21.551.497
Jaborá	6.162.819	4.809.066	3.752.685	2.928.353
Lindóia do Sul	6.964.856	6.810.516	6.659.596	6.512.021
Ouro	18.078.877	17.905.975	17.734.727	17.565.117
Paial	3.230.613	2.863.592	2.538.267	2.249.902
Peritiba	1.616.197	1.427.988	1.261.697	1.114.771
Presidente Castelo Branco	2.082.134	1.561.222	1.170.633	877.762
Seara	23.907.638	24.936.303	26.009.228	27.128.318
Vargem Bonita	5.708.184	5.220.196	4.773.927	4.365.808
Xavantina	5.398.633	5.636.547	5.884.945	6.144.290
Total	174.592.261	168.286.432	164.653.408	163.390.398

FONTE: Autor (2024)

O município de Seara é destaque para a produção de frangos de corte e apresenta TMVP positiva, porém na soma geral dos municípios o cenário tendencial mostra que haverá pequena diminuição da produção.

6.2.3. Cenário Tendencial da Produção de Gado nos 19 Municípios

Os dados do diagnóstico, com informações dos anos de 2010 a 2022, foram utilizados para a obtenção da taxa média de variação do período, em percentual, para a produção das 4 classes de gado estudadas.

Para obtenção destes percentuais da TMVP e do horizonte temporal para curto, médio e longo prazo foi utilizada a Equação 3 e a Equação 4, respectivamente. Assim, os resultados destas equações para os 19 municípios, referente às classes de gado (bezerro, novilho, macho adulto e fêmea adulta) são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 – Taxa média de variação e horizontes temporais para produção de gado

Município	TIMVP (%)				Horizontes Temporais (%)											
					5 anos				10 anos				15 anos			
	Bezerro	Novilho	Macho Adulto	Fêmea Adulta	Bezerro	Novilho	Macho Adulto	Fêmea Adulta	Bezerro	Novilho	Macho Adulto	Fêmea Adulta	Bezerro	Novilho	Macho Adulto	Fêmea Adulta
Água Doce	-1,76	1,30	1,27	2,54	-8,51	6,68	6,52	13,37	-16,30	13,80	13,47	28,53	-23,42	21,40	20,88	45,72
Alto Bela Vista	0,30	3,63	1,76	2,37	1,50	19,54	9,12	12,44	3,02	42,91	19,07	26,42	4,56	70,83	29,92	42,14
Arabutã	0,14	7,10	0,95	2,08	0,68	40,91	4,86	10,83	1,37	98,56	9,96	22,83	2,06	179,79	15,31	36,13
Arvoredo	-1,41	5,03	-1,01	0,98	-6,85	27,83	-4,97	4,98	-13,22	63,40	-9,69	10,20	-19,16	108,87	-14,17	15,68
Catanduvas	0,01	1,55	1,30	3,14	0,06	8,00	6,67	16,71	0,13	16,64	13,79	36,22	0,19	25,97	21,39	58,98
Concórdia	-0,79	3,02	1,65	1,59	-3,90	16,04	8,51	8,19	-7,64	34,66	17,74	17,06	-11,24	56,27	27,76	26,65
Ipira	0,21	1,95	-0,56	2,46	1,07	10,11	-2,78	12,92	2,16	21,25	-5,48	27,52	3,26	33,51	-8,11	44,00
Ipumirim	-0,50	3,74	-0,56	1,64	-2,48	20,15	-2,77	8,48	-4,90	44,37	-5,47	17,68	-7,25	73,47	-8,10	27,67
Irani	-1,18	3,01	-0,02	1,68	-5,74	15,98	-0,09	8,67	-11,16	34,50	-0,18	18,08	-16,26	55,99	-0,28	28,32
Itá	-1,57	3,05	2,24	0,82	-7,60	16,20	11,73	4,17	-14,62	35,02	24,83	8,52	-21,11	56,88	39,46	13,05
Jaborá	-0,46	2,57	2,99	2,79	-2,30	13,53	15,88	14,77	-4,54	28,90	34,27	31,72	-6,73	46,34	55,59	51,17
Lindóia do Sul	0,74	2,44	0,80	1,83	3,76	12,79	4,08	9,51	7,65	27,21	8,32	19,93	11,69	43,48	12,73	31,34
Ouro	-0,33	1,62	0,70	2,58	-1,65	8,36	3,57	13,57	-3,28	17,43	7,27	28,97	-4,88	27,25	11,10	46,47
Paial	-1,49	1,78	-0,72	-0,14	-7,24	9,24	-3,53	-0,70	-13,96	19,34	-6,94	-1,39	-20,19	30,37	-10,22	-2,07
Peritiba	-0,15	4,42	-3,25	2,06	-0,77	24,17	-15,25	10,75	-1,53	54,18	-28,17	22,67	-2,28	91,45	-39,12	35,86
Presidente Castelo Branco	-0,57	3,16	0,93	2,47	-2,84	16,81	4,73	12,98	-5,59	36,46	9,69	27,64	-8,27	59,40	14,89	44,21
Seara	-0,92	2,51	0,84	0,98	-4,54	13,21	4,27	4,98	-8,87	28,16	8,72	10,22	-13,01	45,09	13,37	15,71
Vargem Bonita	-1,07	-0,21	2,21	3,50	-5,25	-1,07	11,54	18,79	-10,22	-2,13	24,41	41,11	-14,93	-3,17	38,76	67,63
Xavantina	-1,13	3,85	2,27	1,88	-5,50	20,78	11,86	9,77	-10,70	45,89	25,12	20,49	-15,62	76,21	39,95	32,26
Total	-0,79	2,75	1,02	1,92	-3,89	14,55	5,19	9,95	-7,62	31,22	10,65	20,89	-11,21	50,31	16,40	32,92

FONTE: Autor (2024)

Da Tabela 26, a classe bezerro apresenta TMVP negativa na maior parte dos municípios e na média geral resulta em -0,79%, consequentemente resultando em percentuais negativos para os horizontes temporais. Todas as demais classes, novilho, macho adulto e fêmea adulta apresentam percentuais positivos, com destaque para os percentuais positivos para as classes novilho e fêmea adulta.

Para transformar estes percentuais apresentados na Tabela 26 em número de animais é utilizada a Equação 5 e os resultados são apresentados por classe. Inicialmente será detalhada a produção de bezerros, conforme Tabela 27 a seguir.

Tabela 27 – Estimativa de bezerros nos municípios para os horizontes temporais

Criação Animal - Bezerro				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Água Doce	11.299	10.337	9.458	8.653
Alto Bela Vista	2.253	2.287	2.321	2.356
Arabutã	2.964	2.984	3.005	3.025
Arvoredo	1.892	1.762	1.642	1.529
Catanduvás	1.325	1.326	1.327	1.328
Concórdia	14.277	13.721	13.186	12.672
Ipirá	3.277	3.312	3.348	3.384
Ipumirim	3.929	3.832	3.737	3.644
Irani	3.192	3.009	2.836	2.673
Itá	2.705	2.499	2.309	2.134
Jaborá	3.157	3.085	3.014	2.944
Lindóia do Sul	4.216	4.374	4.539	4.709
Ouro	5.244	5.157	5.072	4.988
Paial	1.254	1.163	1.079	1.001
Peritiba	2.041	2.025	2.010	1.994
Presidente Castelo Branco	1.566	1.522	1.478	1.436
Seara	6.471	6.177	5.897	5.629
Vargem Bonita	2.057	1.949	1.847	1.750
Xavantina	5.670	5.358	5.063	4.785
Total	78.789	75.880	73.166	70.635

FONTE: Autor (2024)

Os municípios que apresentarão maior concentração de bezerros, de acordo com os cálculos realizados, são Concórdia e Água Doce. Contudo ambos apresentam tendência de decréscimo na produção. Já o município de Lindóia do Sul é o que apresentará, ao final dos 15 anos, maior crescimento no rebanho, comparado ao ano base, 2022.

Em prosseguimento, a Tabela 28 apresenta a estimativa de novilhos nos horizontes temporais.

Tabela 28 – Estimativa de novilhos nos municípios para os horizontes temporais

Criação Animal - Novilho				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Água Doce	11.045	11.782	12.569	13.408
Alto Bela Vista	2.049	2.449	2.928	3.500
Arabutã	3.332	4.695	6.616	9.322
Arvoredo	2.621	3.350	4.283	5.475
Catanduvas	925	999	1.079	1.165
Concórdia	15.008	17.416	20.210	23.452
Ipirá	2.902	3.195	3.519	3.874
Ipumirim	3.875	4.656	5.594	6.722
Irani	3.508	4.068	4.718	5.472
Itá	3.580	4.160	4.834	5.616
Jaborá	3.016	3.424	3.888	4.414
Lindóia do Sul	3.281	3.701	4.174	4.707
Ouro	4.426	4.796	5.197	5.632
Paial	1.130	1.234	1.349	1.473
Peritiba	2.068	2.568	3.189	3.959
Presidente Castelo Branco	1.561	1.823	2.130	2.488
Seara	5.833	6.603	7.476	8.463
Vargem Bonita	1.874	1.854	1.834	1.815
Xavantina	6.317	7.630	9.216	11.131
Total	78.351	90.406	104.801	122.091

FONTE: Autor (2024)

Nesta classe de gado, a maioria dos municípios apresenta crescimento do plantel. No município de Concórdia é onde haverá maior concentração, com a estimativa de 23.452 em 2037. No geral, para os 19 municípios, o plantel em 2022 de 78.351 animais passará, segundo os cálculos realizados, para 122.091 animais, representando um aumento aproximado de 63% no período.

Na sequência, a Tabela 29 apresenta a estimativa da produção de gado macho adulto nos municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Tabela 29 – Estimativa de gado macho adulto nos municípios para horizontes temporais

Criação Animal - Macho Adulto				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Água Doce	5.123	5.457	5.813	6.193

Criação Animal - Macho Adulto				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Alto Bela Vista	741	809	882	963
Arabutã	752	789	827	867
Arvoredo	569	541	514	488
Catanduvas	362	386	412	439
Concórdia	4.461	4.841	5.253	5.699
Ipira	1.128	1.097	1.066	1.036
Ipumirim	959	932	907	881
Irani	1.801	1.799	1.798	1.796
Itá	1.344	1.502	1.678	1.874
Jaborá	1.081	1.253	1.451	1.682
Lindóia do Sul	1.061	1.104	1.149	1.196
Ouro	1.350	1.398	1.448	1.500
Paial	455	439	423	408
Peritiba	355	301	255	216
Presidente Castelo Branco	295	309	324	339
Seara	1.749	1.824	1.902	1.983
Vargem Bonita	707	789	880	981
Xavantina	1.862	2.083	2.330	2.606
Total	26.155	27.651	29.310	31.149

FONTE: Autor (2024)

A classe referente à produção de gado macho adulto em número total, é a menos expressiva, porém apresenta crescimento na maioria dos municípios, o que resulta em uma média positiva. O município de Concórdia é que apresenta o maior rebanho da área de estudo.

Por fim, na Tabela 30 é apresentado o plantel de gado fêmeas adultas, nos horizontes temporais de curto, médio e longo prazo.

Tabela 30 – Estimativa de gado fêmea adulta nos municípios para os horizontes temporais

Criação Animal - Fêmea Adulta				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Água Doce	32.198	36.504	41.385	46.919
Alto Bela Vista	5.281	5.938	6.676	7.507
Arabutã	6.818	7.556	8.375	9.282
Arvoredo	4.790	5.028	5.279	5.541
Catanduvas	3.356	3.917	4.571	5.336
Concórdia	36.909	39.934	43.206	46.746
Ipira	7.668	8.659	9.778	11.042
Ipumirim	10.457	11.344	12.306	13.350

Criação Animal - Fêmea Adulta				
Município	Ano Base	Estimativa da Produção		
	2022	2027	2032	2037
Irani	9.429	10.246	11.134	12.099
Itá	8.334	8.682	9.044	9.422
Jaborá	8.195	9.405	10.794	12.389
Lindóia do Sul	10.088	11.048	12.099	13.250
Ouro	13.602	15.447	17.543	19.923
Paial	3.436	3.412	3.388	3.365
Peritiba	4.572	5.064	5.608	6.211
Presidente Castelo Branco	3.785	4.276	4.831	5.458
Seara	15.573	16.349	17.164	18.020
Vargem Bonita	5.731	6.808	8.087	9.607
Xavantina	15.422	16.928	18.582	20.397
Total	205.644	226.107	248.606	273.343

FONTE: Autor (2024)

Para a produção de fêmeas adultas, normalmente atribuída à produção de leite, o rebanho no ano base e nos horizontes temporais, em quantidade total de animais é muito superior as demais classes de gado. Esta classe apresenta também crescimento para todos os municípios da bacia de estudo tendo como destaque os municípios de Água Doce e Concórdia.

6.2.4. Análise Comparativa do Cenário Tendencial da Produção de Animal nos 19 Municípios

A Figura 23 apresenta a comparação da projeção da produção das diferentes espécies estudadas. A partir da sua avaliação, é possível compreender quais rebanhos terão maior acréscimo ou decréscimo nos horizontes temporais de 5, 10 e 15 anos, respectivamente nos anos de 2027, 2032 e 2037, no somatório dos 19 municípios da bacia hidrográfica.

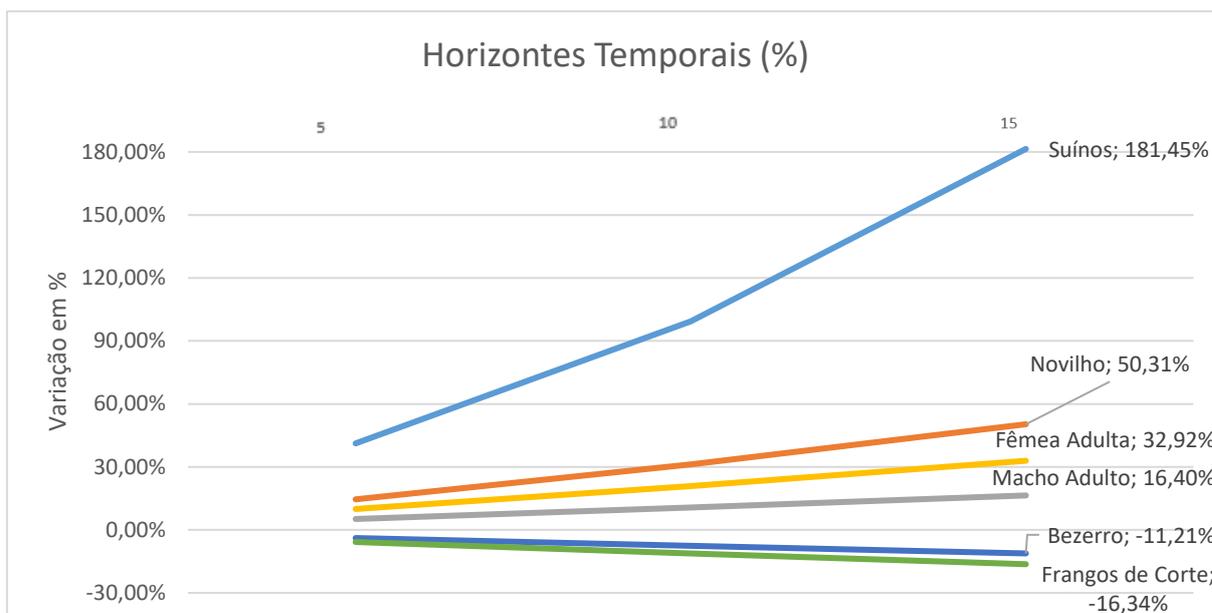


Figura 23 – Cenário Tendencial para os horizontes temporais da criação animal

FONTE: Autor (2024)

Os resultados da Figura 23 indicam que a maioria das espécies de animais estudadas terão aumento expressivo nos seus respectivos plantéis. Realizando a análise do ano base (2022) para o horizonte temporal de longo prazo, 15 anos, o plantel de suínos apresenta uma tendência de crescimento de 181,45%, enquanto os novilhos resultam em 50,31%, gado fêmea adulta com 32,92% e gado macho adulto 16,40% até 2037. Já as espécies de frangos de corte (-16,34%) e bezerro (-11,21%) são aquelas que indicam diminuição da produção na média dos 19 municípios da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

Assim, o cenário tendencial da maior parte das espécies animais estudados, sobretudo incluindo aquelas que demandam maior quantidade de água para seu abastecimento (suínos e vacas fêmeas adultas) apresentam significativa projeção de crescimento de seus respectivos plantéis para os horizontes calculados.

6.2.5. Cenário Tendencial da Produção por Bacia Hidrográfica

Para a obtenção do cenário tendencial da produção de cada espécie nas 8 bacias hidrográficas foi inicialmente utilizada a Equação 6 para determinar a concentração de animais para cada área dos municípios. Posteriormente, utilizando a Equação 7, foi possível realizar o somatório de cada espécie inserida em cada uma das bacias.

Na Tabela 31 é apresentada a estimativa do quantitativo das espécies animais produzidos em cada uma das bacias hidrográficas do estudo.

Tabela 31 – Quantitativo das espécies animais nos horizontes temporais

Bacia	Quantidade de animais																	
	Suínos			Frangos de Corte			Bezerro			Novilho			Gado Macho Adulto			Gado Fêmea Adulta		
	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037
Rancho Grande	1.087.807	1.595.757	2.362.833	15.353.112	14.293.393	13.508.791	9.801	9.539	9.286	11.648	13.518	15.704	3.057	3.301	3.578	28.111	31.200	34.649
Suruvi	174.694	258.680	383.043	2.411.769	2.398.344	2.384.993	1.509	1.450	1.394	1.915	2.223	2.579	532	578	627	4.392	4.752	5.141
Queimados	178.892	264.896	392.248	2.469.726	2.455.979	2.442.307	1.545	1.485	1.427	1.961	2.276	2.641	545	592	642	4.497	4.866	5.265
Jacutinga	1.332.855	1.843.251	2.573.012	30.206.345	28.022.343	26.203.629	13.224	12.899	12.593	15.721	18.520	21.968	4.837	5.172	5.542	39.173	43.379	48.091
Engano	1.270.286	1.784.354	2.520.190	40.048.324	39.376.225	39.045.273	10.249	10.040	9.849	12.427	15.026	18.314	3.336	3.481	3.640	28.602	30.748	33.072
Ariranhazinho	142.781	207.473	302.743	5.058.809	5.363.741	5.695.091	1.060	1.002	947	1.299	1.482	1.692	403	431	462	3.054	3.189	3.330
Ariranha	578.366	827.843	1.188.963	12.821.724	13.468.440	14.228.363	5.109	4.842	4.590	6.627	7.860	9.337	1.763	1.898	2.048	14.985	16.097	17.303
Contribuições Independentes	431.830	654.879	994.019	9.832.227	10.416.021	11.059.118	3.155	3.000	2.854	4.346	5.045	5.857	1.327	1.457	1.599	9.669	10.341	11.063
Total	5.197.511	7.437.132	10.717.052	118.202.036	115.794.485	114.567.564	45.653	44.258	42.941	55.946	65.952	78.093	15.800	16.909	18.138	132.484	144.572	157.914

FONTE: Autor (2024)

O cenário tendencial será detalhado para cada uma das espécies descritas na Tabela 31, nas respectivas bacias, por meio de figuras ilustrando a projeção de desempenho ao longo dos próximos 15 anos.

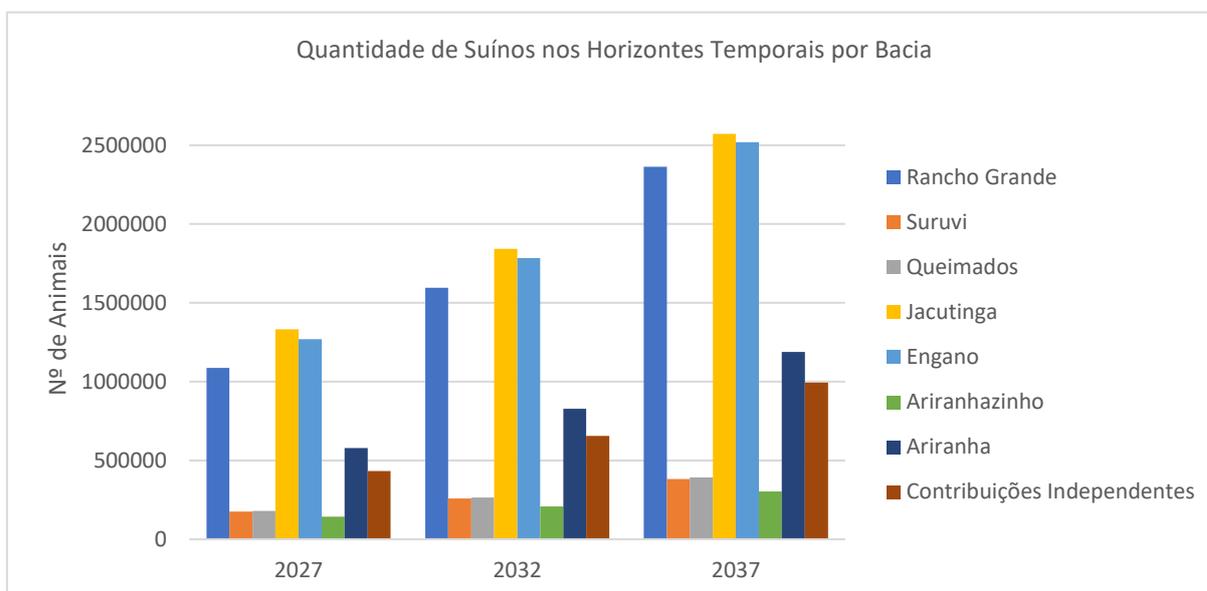


Figura 24 – Quantitativo de suínos nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

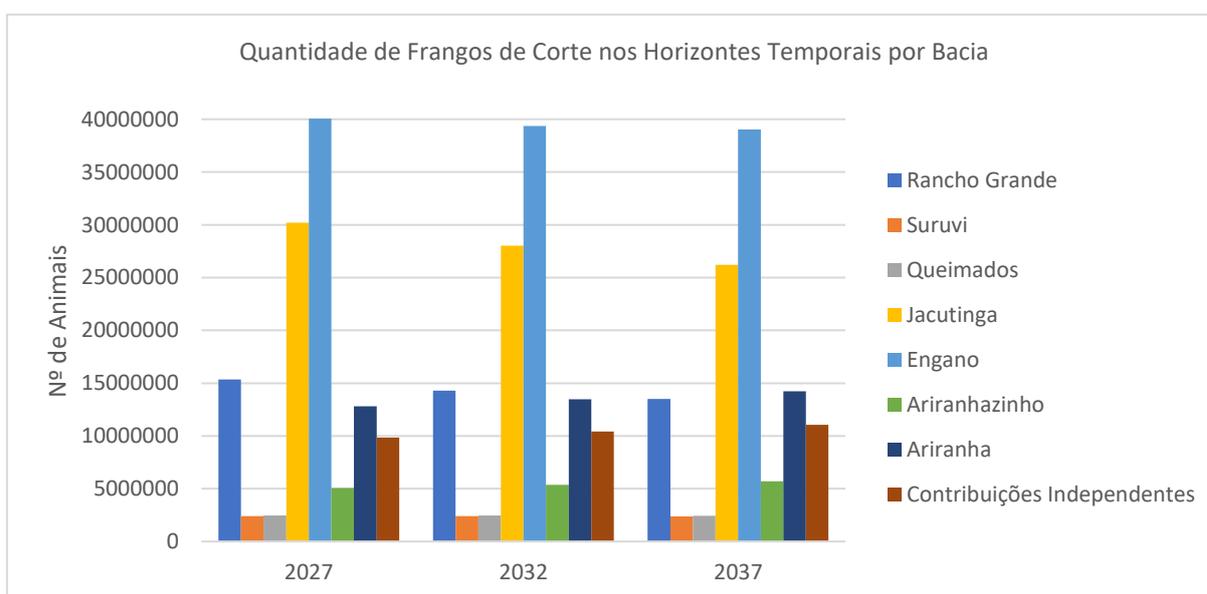


Figura 25 – Quantitativo de frangos de corte nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

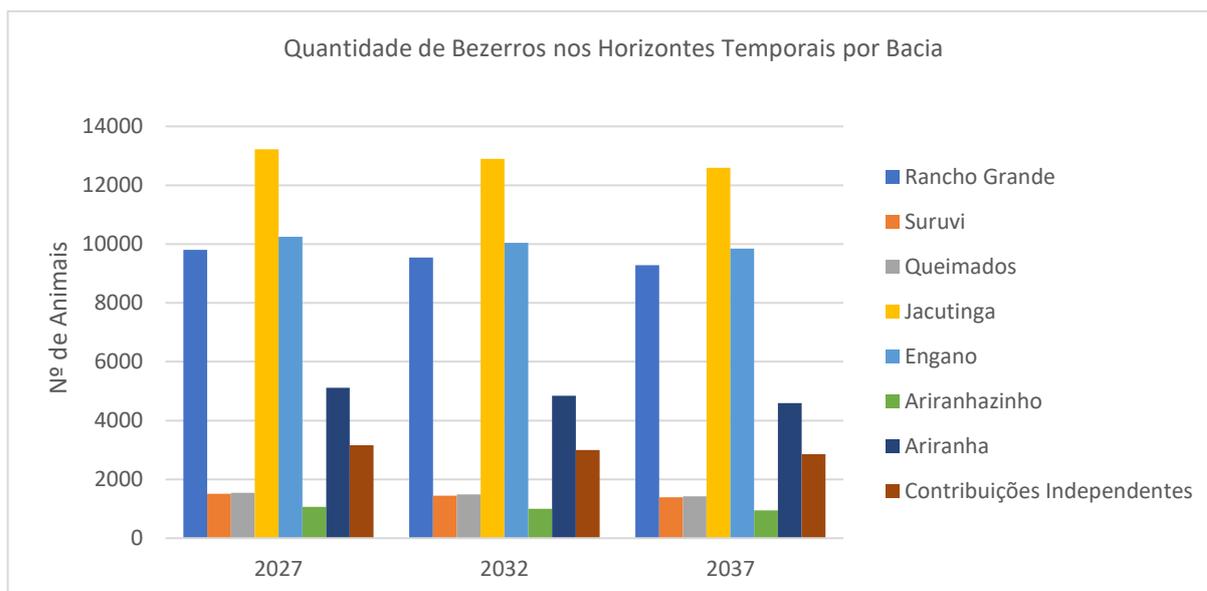


Figura 26 – Quantitativo de bezerros nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

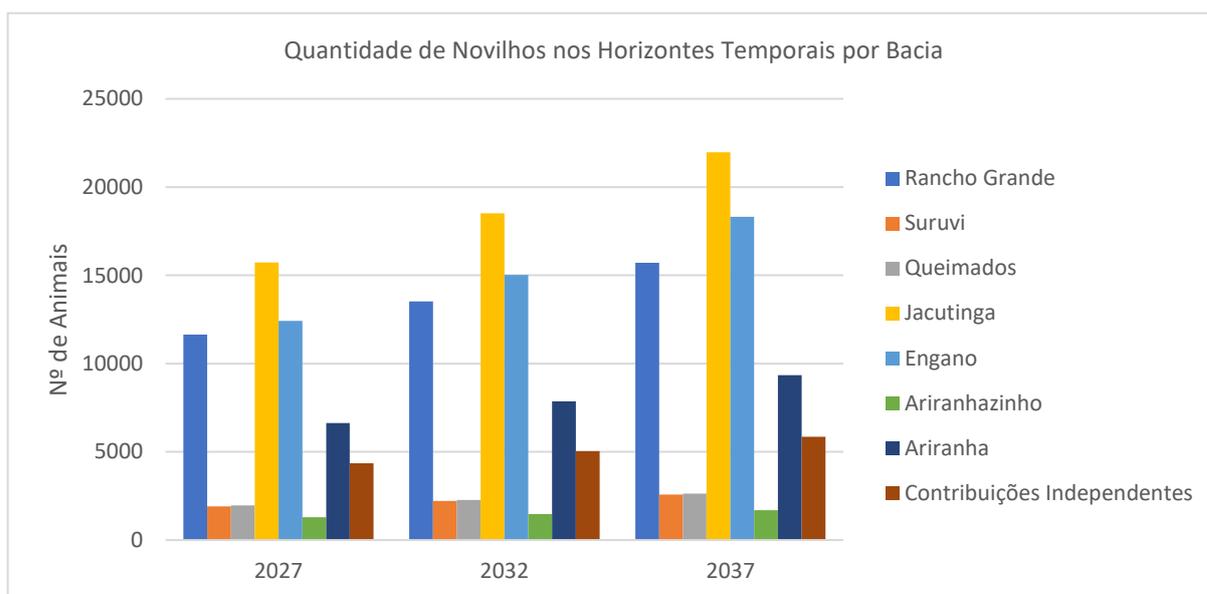


Figura 27 – Quantitativo de novilhos nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

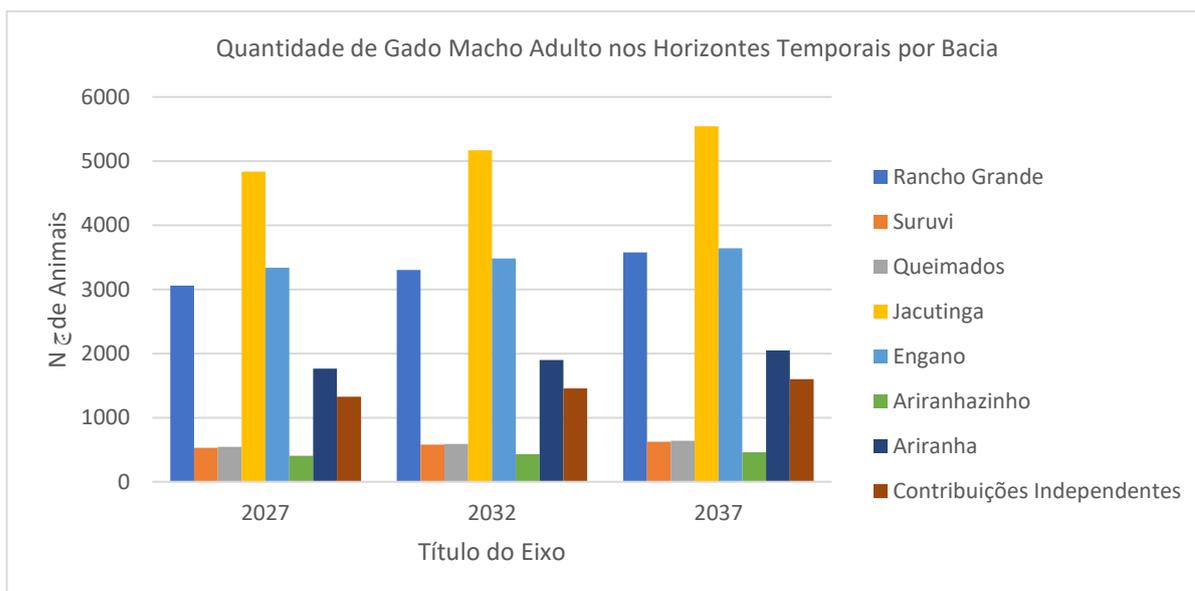


Figura 28 – Quantitativo de gado machos adultos nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

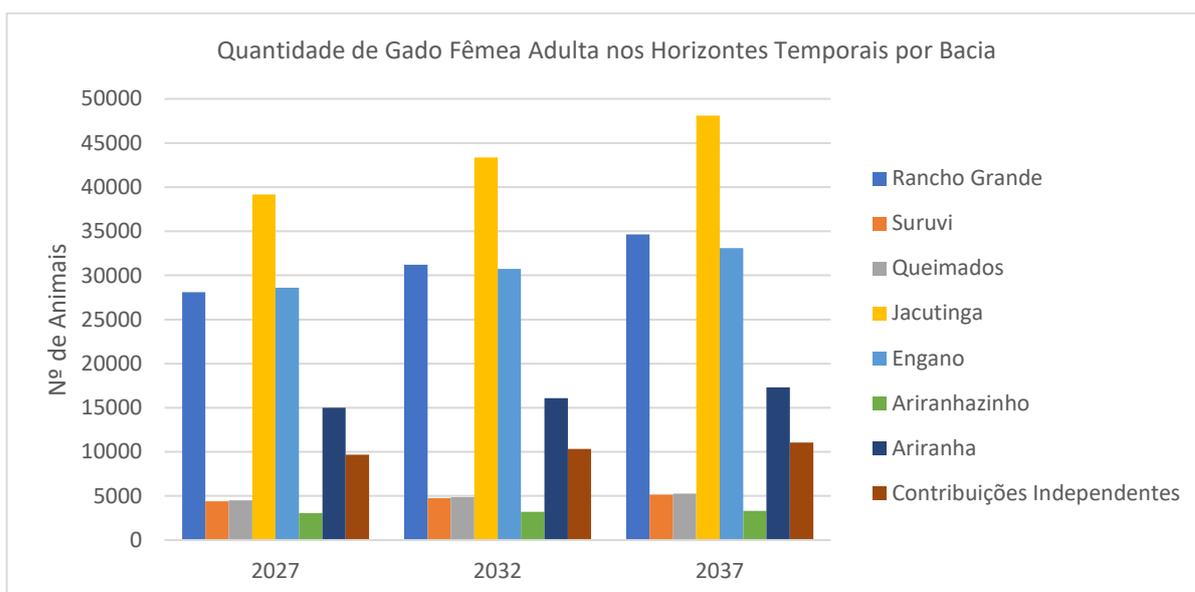


Figura 29 – Quantitativo de gado fêmeas adultas nos horizontes temporais em cada bacia

FONTE: Autor (2024)

A Figura 24, Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 mostram que a bacia do Rio Jacutinga é aquela que com maior projeção da concentração de animais para os horizontes temporais. Já a Figura 25 mostra que a bacia do Rio Engano apresenta maior concentração de frangos de corte para os próximos 15 anos. De forma geral, a bacia com a terceira maior projeção da concentração animal, na área de estudo, é a bacia do Rio Rancho Grande.

6.2.6. Cenário Tendencial da Demanda Hídrica por Bacia Hidrográfica

Com o objetivo de obter a demanda hídrica em cada uma das 8 bacias hidrográficas foi utilizada a Equação 8, inicialmente calculado em m^3 /ano e para posteriormente determinado, através da Equação 9 a demanda hídrica em L/s. Por fim, a Equação 10 foi aplicada para realizar o somatório das demandas hídricas de cada em cada bacia. O resultado destes cálculos são apresentados na Tabela 32, em unidade L/s.

Tabela 32 – Demanda hídrica nos horizontes temporais

Nome	Suínos L/s			Frangos de Corte L/s			Bezerro L/s			Novilho L/s			Gado Macho Adulto L/s			Gado Fêmea Adulta L/s			Demanda de Água - Criação Animal Total L/s		
	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037	2027	2032	2037
Rancho Grande	1.158	1.699	2516	39,09	36,40	34,40	1,4	1,3	1,3	6,1	7,0	8,2	2,8	3,0	3,2	41,5	46,0	51,1	1249	1793	2.614
Suruvi	186	275	408	6,14	6,11	6,07	0,2	0,2	0,2	1,0	1,2	1,3	0,5	0,5	0,6	6,5	7,0	7,6	200	290	424
Queimados	190	282	418	6,29	6,25	6,22	0,2	0,2	0,2	1,0	1,2	1,4	0,5	0,5	0,6	6,6	7,2	7,8	205	297	434
Jacutinga	1.419	1.963	2740	76,91	71,35	66,72	1,8	1,8	1,7	8,2	9,6	11,4	4,4	4,7	5,0	57,8	64,0	71,0	1568	2114	2.896
Engano	1.353	1.900	2684	101,97	100,26	99,42	1,4	1,4	1,4	6,5	7,8	9,5	3,0	3,1	3,3	42,2	45,4	48,8	1508	2058	2.846
Ariranhazinho	152	221	322	12,88	13,66	14,50	0,1	0,1	0,1	0,7	0,8	0,9	0,4	0,4	0,4	4,5	4,7	4,9	171	241	343
Aririnha	616	881	1266	32,65	34,29	36,23	0,7	0,7	0,6	3,5	4,1	4,9	1,6	1,7	1,8	22,1	23,8	25,5	676	946	1.335
Contribuições Independentes	460	697	1058	25,04	26,52	28,16	0,4	0,4	0,4	2,3	2,6	3,1	1,2	1,3	1,4	14,3	15,3	16,3	503	743	1.108
Total da Bacia	5.534	7.919	1.1412	301	295	292	6,3	6,1	6,0	29,1	34,3	40,7	14,3	15,3	16,4	195,5	213,3	233,0	6.081	8.483	11.999

FONTE: Autor (2024)

Na Tabela 32 observa-se, em relação à demanda hídrica total das bacias que haverá aumento significativo na demanda para abastecimento animal, passando de 6.081 L/s em 2027 para 11.999 L/s em 2037. Este aumento é influenciado, principalmente, pela alta na produção da maioria das espécies estudadas, sobretudo na produção de suínos, como principal atividade demandante de água.

Como já mencionado anteriormente, para o ano base, 2022, foi calculada a demanda hídrica de 4.446 L/s, e quando comparado com o horizonte de longo prazo (2037), o aumento da demanda hídrica total da bacia foi de aproximadamente 170%. Esse resultado indica a necessidade de muito planejamento, melhoria e modernização dos sistemas produtivos para otimização do uso da água, e principalmente, gestão integrada da matriz econômica na região, minimizando potenciais impactos sociais, econômicos e ambientais neste território.

Para melhor compreender a evolução das demandas hídricas por bacias hidrográficas é apresentada a Figura 30.

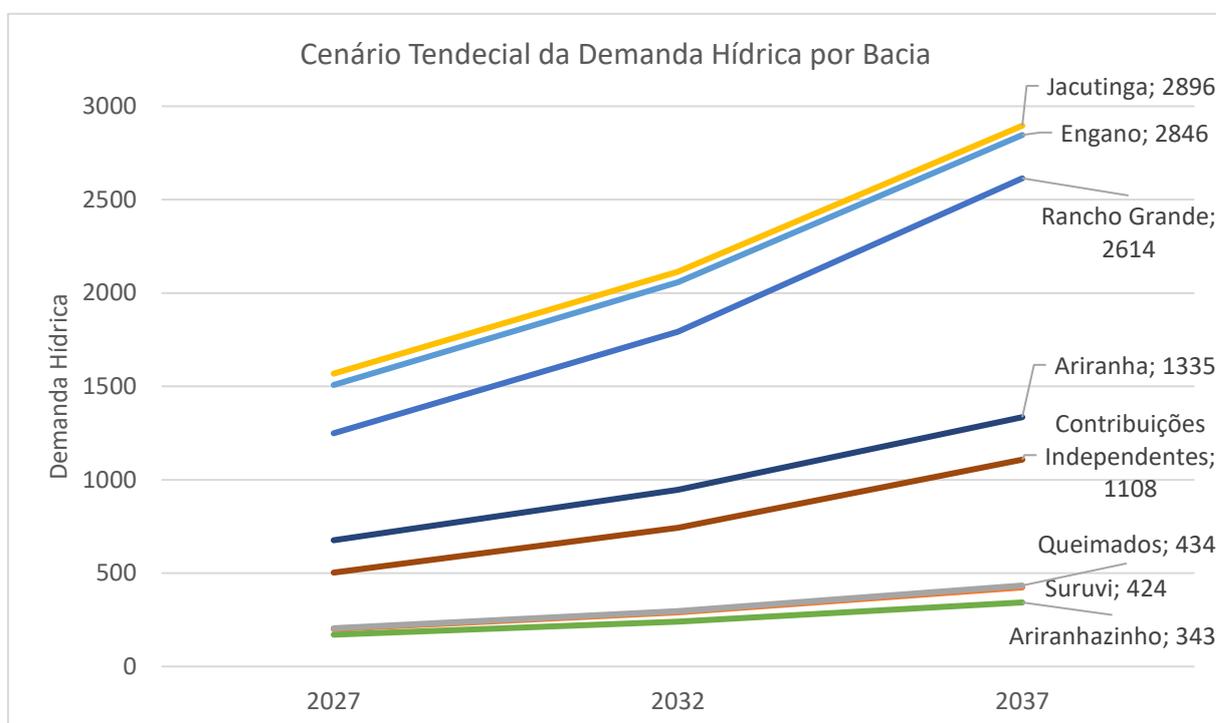


Figura 30 – Demanda hídrica para os horizontes temporais nas bacias de estudo

FONTE: Autor (2024)

A bacia do Rio Jacutinga é aquela que demandará de maior quantidade de água para abastecimento animal nos próximos 15 anos, seguida da bacia do Rio Engano e Rio Rancho

Grande. Embora já apresentado anteriormente que elas possuem espaço territorial distintos (1.003,076 km², 576,511 km² e 509,14 km², respectivamente) as demandas hídricas são semelhantes, visto que a concentração de animais também é diferente nestas bacias.

Portanto, novamente é possível afirmar que, a disponibilidade de área geográfica não tem relação direta com a demanda hídrica e sim com os municípios e regiões onde há maior aptidão para determinadas atividades e produção de espécies animais, sobretudo a criação de suínos, que resulta em maior demanda hídrica.

6.2.7. Cenário Tendencial da Demanda Hídrica com os Dados do CEURH

Posteriormente a determinação da demanda hídrica nos horizontes temporais com os dados do diagnóstico, foi possível e necessário realizar a projeção da demanda hídrica com os dados do Cadastro Estadual de Usuário de Recursos Hídricos de Santa Catarina – CEURH. Utilizando a Equação 11 foi obtido o percentual de crescimento da demanda hídrica e com a aplicação da Equação 12 encontrado a demanda hídrica em L/s para os horizontes temporais.

Na Tabela 33 é apresentado o percentual de variação da demanda hídrica para cada uma das 8 bacias hidrográficas de estudo, respectivamente para os horizontes de curto (ano 2027), médio (ano 2032) e longo prazo (ano 2037), utilizando os dados do diagnóstico.

Tabela 33 – Variação da demanda hídrica nos horizontes temporais
Percentual de Variação da Demanda Hídrica

Bacia	2027	2032	2037
Rancho Grande	40,60%	43,5%	45,8%
Suruvi	43,5%	45,0%	45,9%
Queimados	43,5%	45,0%	45,9%
Jacutinga	31,8%	34,8%	37,0%
Engano	33,8%	36,5%	38,3%
Ariranhazinho	38,5%	41,0%	42,7%
Ariranha	38,0%	39,9%	41,1%
Contribuições Independentes	45,8%	47,8%	49,0%
Média Geral	36,8%	39,5%	41,5%
% Crescimento em relação ao ano base	36,8%	90,8%	169,9%
TMVP	39,2%		
Taxa Anual	11,33%		

FONTE: Autor (2024)

Conforme observado na tabela supracitada, há variação no percentual de crescimento para cada bacia hidrográfica, pelo fato da dinâmica estabelecida em cada região. Este resultado mostra que, embora haja acréscimo da demanda hídrica, os valores percentuais são diferentes ao longo dos horizontes temporais. Aquelas com os crescimentos mais acelerados são a bacia do Rio Jacutinga e bacia do Rio Rancho Grande.

A média geral do crescimento da demanda hídrica na BHRJ será de 36,8% para o horizonte de curto prazo (2027), 39,5% para o médio prazo (2032) e 41,5% para longo prazo (2037). Já a média da taxa anual de crescimento da demanda hídrica para o abastecimento animal em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas resultou em 11,33% ao ano.

Utilizando a média geral de crescimento com os dados do diagnóstico (conforme apresentado na Tabela 33), foi calculada a projeção da demanda hídrica para os dados do CEURH e detalhado na Tabela 34.

Tabela 34 – Resultado da projeção da demanda hídrica - CEURH

Demanda Hídrica CEURH			
Ano base (2022) L/s	Curto prazo (2027) L/s	Médio prazo (2032) L/s	Longo prazo (2037) L/s
1.115,92	1.526,36	2.129,45	3.012,12

FONTE: Autor (2024)

Na Tabela 34 observa-se que no período de 15 anos a demanda hídrica aumentará aproximadamente 270%, iniciando com 1.115,92 L/s em 2022, para 3.012,12 L/s no ano de 2037. Ressalta-se que este resultado é uma projeção tendo como base o percentual de crescimento médio resultante dos dados do diagnóstico.

6.2.8. Análise Comparativa do Cenário Tendencial da Demanda Hídrica entre os Dados do Diagnóstico e CEURH

O cenário tendencial, realizado com os dados do diagnóstico e com os dados do CEURH, para os horizontes de curto, médio e longo prazo, ano de 2027, 2032 e 2037 respectivamente, mostram que a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas apresentarão aumento da demanda hídrica gradativa.

O resultado do diagnóstico com os dados da Epagri/Cepa, para o abastecimento animal resultaram no somatório da BHRJ, para o ano base, 4.446 L/s. Posteriormente com a realização dos cálculos dos horizontes temporais a demanda hídrica será de 6.081 L/s no ano de 2027, 8.483 L/s no ano de 2032 e para o ano de 2037 será de 11.999 L/s.

Em valores percentuais, na média geral da BHRJ a variação entre 2022 para 2027 será acréscimo na demanda hídrica, de 36,8%. Entre os anos de 2027 a 2032 o aumento será de 39,5%, enquanto que para os anos de 2032 a 2037 a variação será de 41,5%.

Conforme apresentado e discutido no decorrer dos itens anteriores, o aumento está diretamente ligado a alta na produção da maioria das espécies estudadas, principalmente na produção de suínos nos 19 municípios, como principal atividade demandante de água.

Em relação aos dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina, observou-se que em 2022, a demanda foi de 1.115,92 L/s. Aplicando os percentuais de crescimento encontrados nos dados do diagnóstico, a demanda hídrica em 2027 será de 1.526,36 L/s, em 2027 resultará em 2.129,45 L/s e para o ano de 2037 será de 3.012,12 L/s.

Quando realizada a comparação dos horizontes temporais, entre as duas fontes de dados pesquisadas, é observado que, para curto prazo (2027) a diferença será de 4.554,64 L/s a mais para os dados do diagnóstico. Para o horizonte temporal de médio prazo (2032) a diferença é de 6.353,55 L/s e para longo prazo (2037) a diferença encontrada foi de 8.986,88 L/s. Este resultado aponta que a demanda hídrica calculada será aproximadamente 4 vezes maior para os dados do diagnóstico em comparação a projeção dos dados do CEURH. A Figura 31 apresenta a demanda hídrica comparativa entre as duas fontes consultadas para os horizontes temporais.

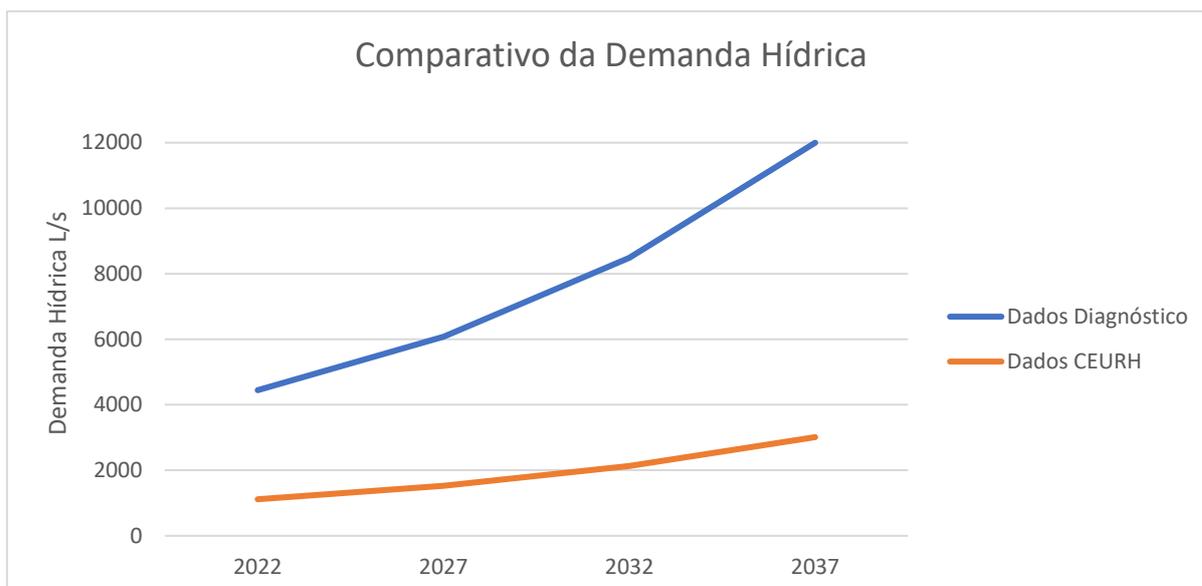


Figura 31 – Análise comparativa das demandas hídricas

FONTE: Autor (2024)

O resultado entre os valores dos horizontes temporais, com as duas fontes de dados utilizadas foram evidenciados na demanda hídrica no ano base. Considerando o percentual de variação encontrado com os dados do diagnóstico e aplicados aos dados do CEURH, consequentemente houve diferença entre as duas fontes pesquisadas.

A diferença entre os valores encontrados evidencia a necessidade de que sejam realizadas campanhas de cadastramento de usuários de recursos hídricos em Santa Catarina. Também traz como necessária a reflexão sobre o uso e a relação com os recursos naturais na região, vez que a projeção da demanda é crescente. Evidencia ainda a necessidade de ações de diminuição e reutilização da água nos sistemas produtivos e por fim, a urgência para que seja atualizado o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica e implementado os demais instrumentos de gestão previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos.

6.3. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica

Para atender ao último objetivo específico desta pesquisa, foi realizado, com os dados do diagnóstico, fonte de dados Epagri/Cepa, o mapeamento da demanda hídrica. Esta etapa foi desenvolvida e apresentada para o cenário atual, ano base 2022 e os horizontes temporais de curto, médio e longo prazo, ano 2027, 2032 e 2037 respectivamente.

Foi proposto um gradiente de cores que representam cada espécie animal e suas respectivas faixas de demandas hídras. Em cada mapa, esta escala de demanda hídrica apresentada tem como base os resultados obtidos para cada espécie animal.

Foi aplicado para bacia hidrográfica o gradiente de cores de acordo com a faixa pré-estabelecida da demanda hídrica. Ou seja, as cores em tons claros representam que a demanda hídrica é menor, ao contrário, as cores escuras representam maiores escalas de demanda hídrica para o abastecimento animal.

Nos itens subsequentes serão apresentados os resultados para cada espécie animal estudada e ao final o mapa com o somatório da demanda hídrica por bacia hidrográfica.

6.3.1. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Suínos

Os resultados da demanda hídrica para abastecimento de suínos por bacia hidrográfica são apresentados na Figura 32. As escalas variam de inferior à 150 L/s até a demanda hídrica superior à 2.000 L/s.

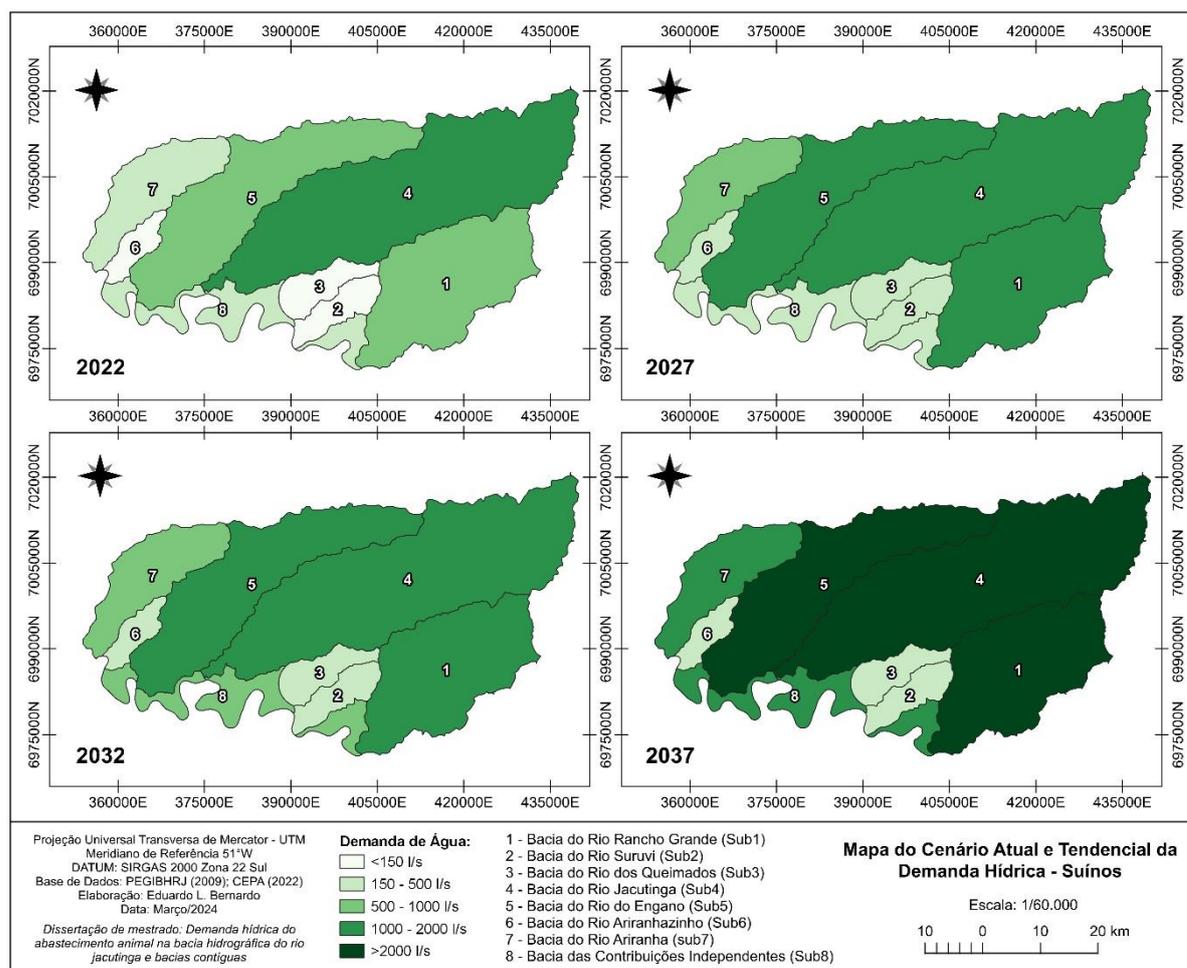


Figura 32 – Mapa da demanda hídrica para suínos

FONTE: Autor (2024)

Conforme observado na Figura 32 as escalas variam de inferior a 150 L/s, 150 L/s a 500 L/s, acima de 500 L/s até 1.000 L/s, acima de 1.000 L/s até 2.000L/s e superior a 2.000 L/s.

No ano base, as bacias hidrográficas do Rio Suruvi, Queimados e Ariranhazinho apresentam as menores demandas hídricas para suínos, inferior a 150 L/s, e a tendência para os horizontes temporais é de que até 2037, nestas bacias a demanda seja inferior a 500L/s.

Por outro lado, a Bacia do Rio Jacutinga já apresentava em 2022 a demanda hídrica superior a 1.000 L/s e no horizonte temporal de longo prazo, esta bacia citada e a Bacia do Rio Rancho Grande e Rio Engano superem 2.000L/s.

6.3.2. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Frangos de Corte

O mapeamento da demanda hídrica para abastecimento de frangos de corte varia de escalas inferiores a 10 L/s até superiores a 80 L/s. Os resultados por bacias hidrográficas são apresentados na Figura 33.

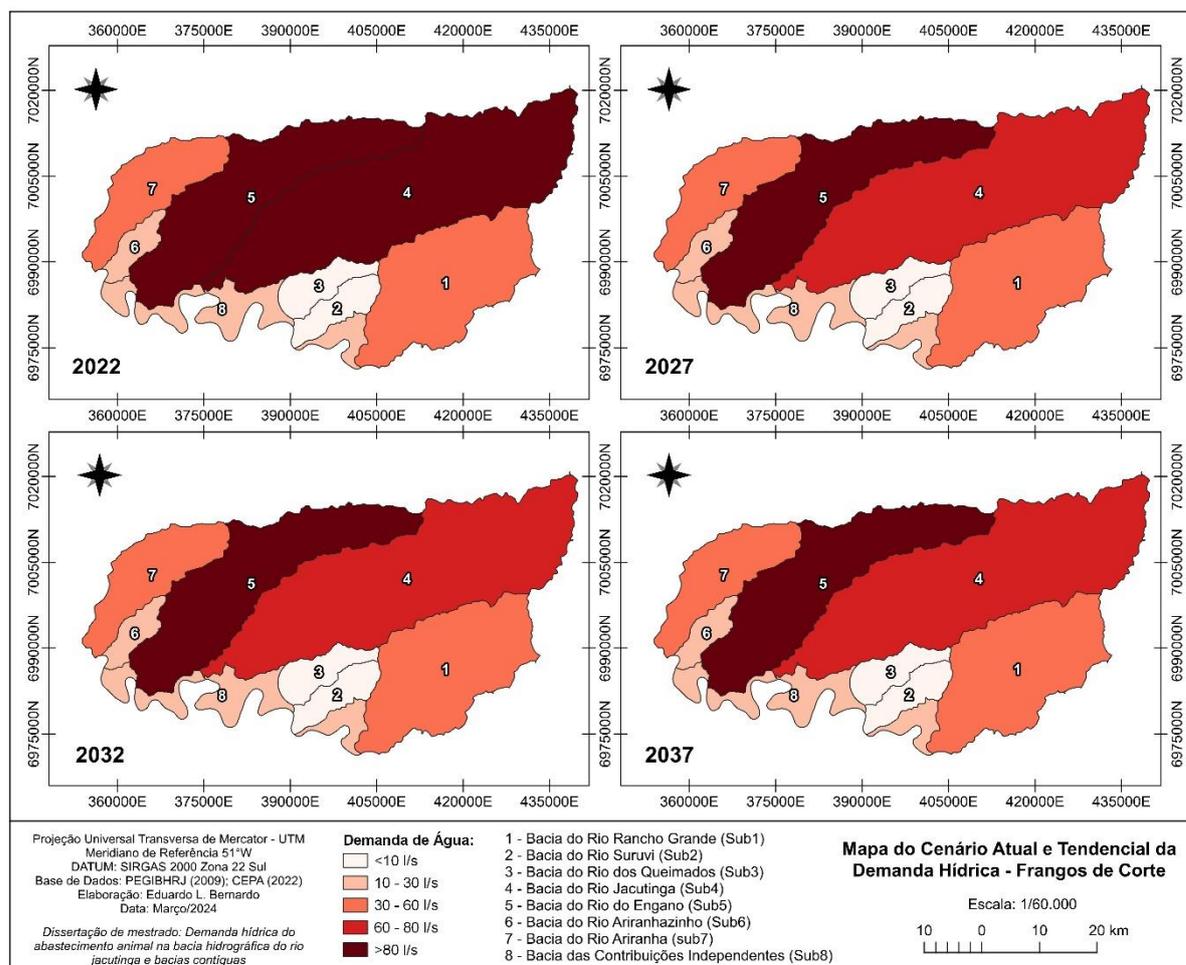


Figura 33 – Mapa da demanda hídrica para frangos de corte

FONTE: Autor (2024)

A Figura 33 apresenta o gradiente de cores destacando em tons escuros as bacias onde há maior demanda hídrica. No ano base a demanda foi superior a 80 L/s na bacia do Rio Engano e Jacutinga. Com a projeção realizada para os horizontes temporais a única bacia que se manteve nesta faixa de demanda hídrica foi a BH do Rio Rancho Grande.

Conforme apresentado nos itens anteriores, a projeção para a produção de frangos de corte, na maioria dos municípios, e consequentemente nas bacias apresentará pequena diminuição na produção, o que reflete na demanda hídrica.

6.3.3. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Bezerro

A demanda hídrica para a produção de bezerros, na BRHJ é bastante inferior as demais espécies. Assim as escalas variam de inferior a 0,2 L/s, à superior a 1,5 L/s. Na Figura 34 é apresentado o resultado do mapeamento por bacia hidrográfica para a demanda hídrica desta espécie.

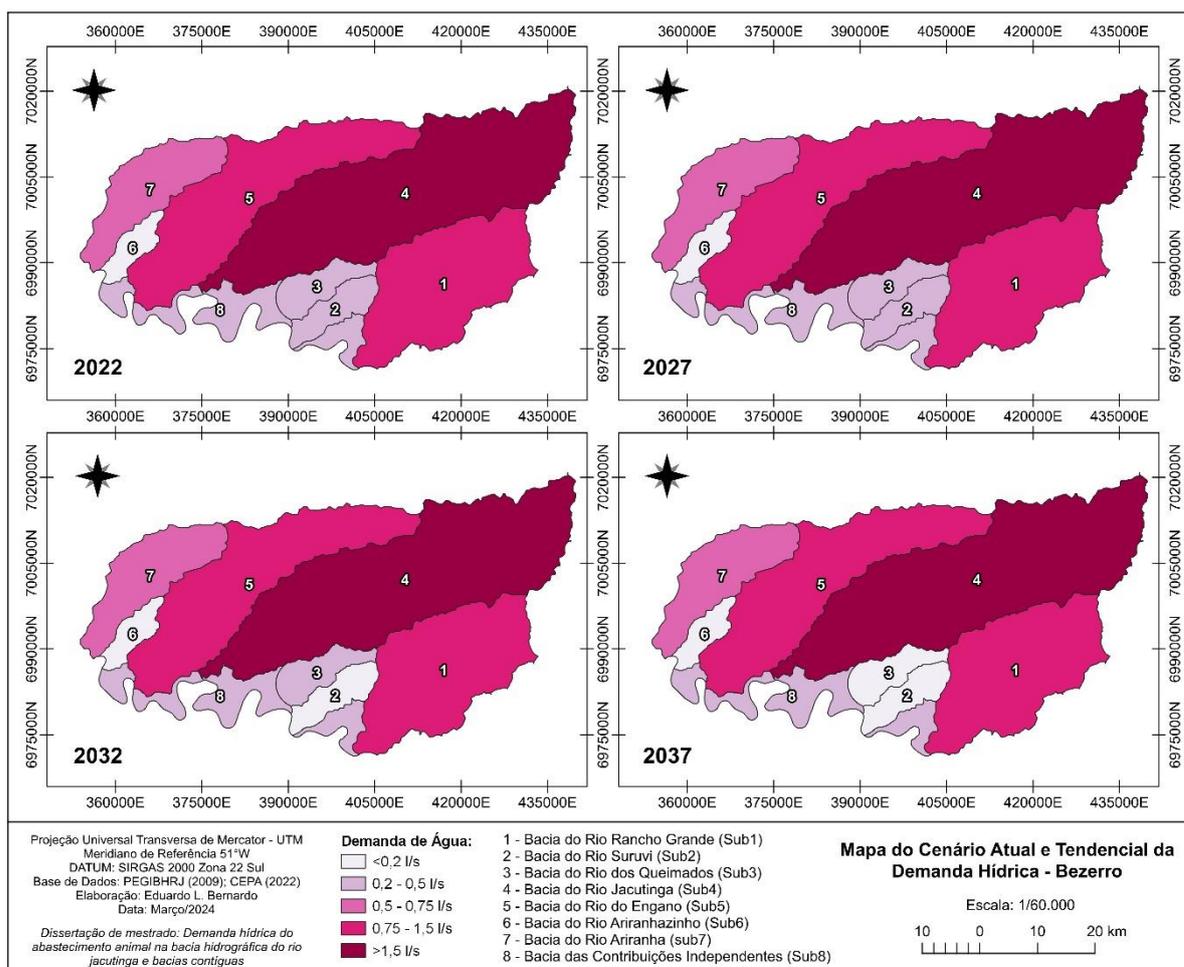


Figura 34 – Mapa da demanda hídrica para bezerro

FONTE: Autor (2024)

A maioria das bacias hidrográficas do estudo apresentam leve decréscimo na produção e consequentemente demanda hídrica para a produção de bezerro. As bacias do Rio dos Queimados e do Rio Suruvi terão diminuição de faixa de demanda hídrica até o horizonte de longo prazo, 2037.

6.3.4. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Novilho

A demanda hídrica no ano base e nos horizontes temporais para a produção de novilho, nas 8 bacias hidrográficas do estudo, estão representadas por meio da Figura 35.

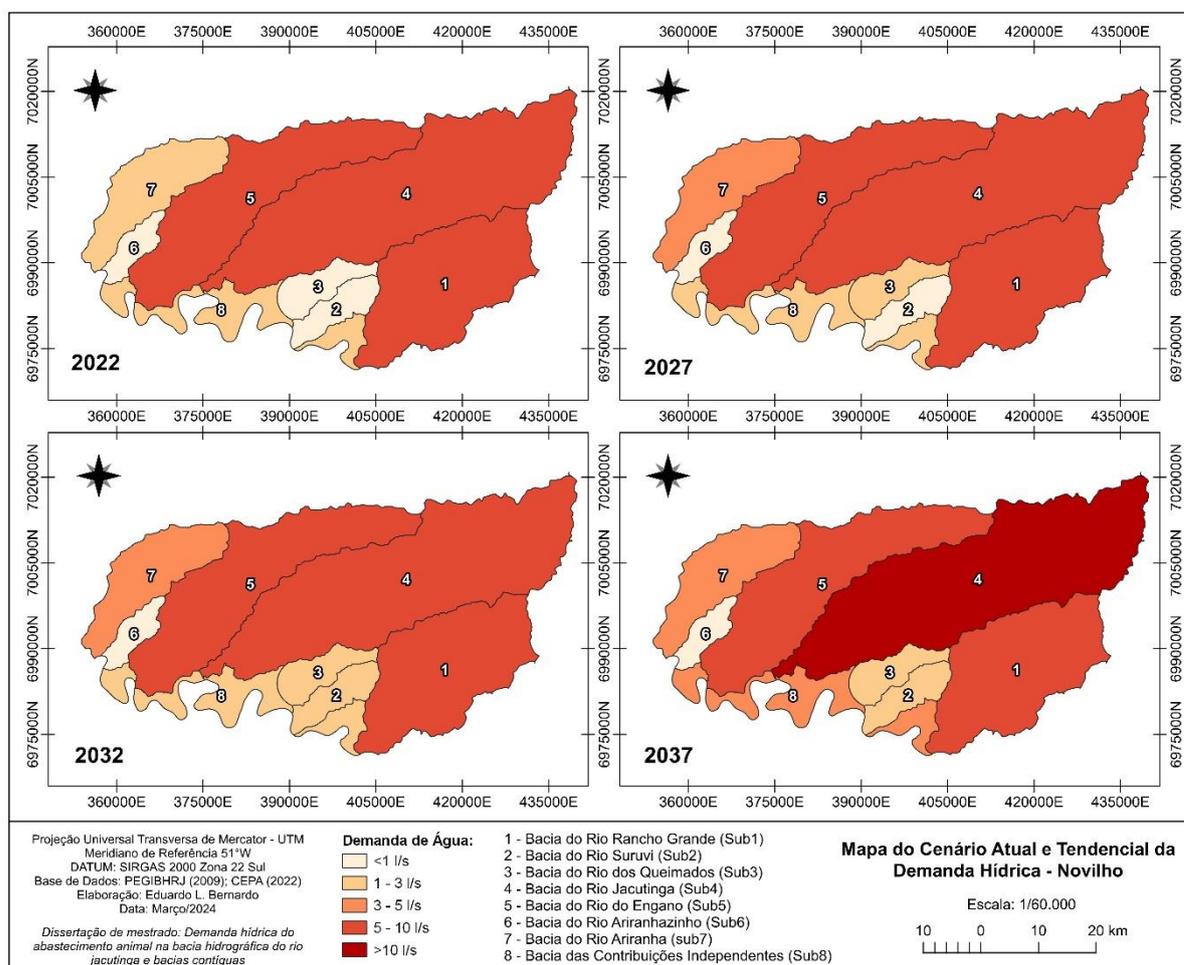


Figura 35 – Mapa da demanda hídrica para novilho

FONTE: Autor (2024)

As faixas de demanda hídrica para a espécie em estudo variam de inferior a 1 L/s superior a 10 L/s, sendo que neste intervalo apresentam-se mais 3 escalas, de 1 L/s a 3 L/s, maior que 3 L/s até 5 L/s e de 5 L/s a 10 L/s.

São três as bacias que correspondem as maiores demandas hídricas, Jacutinga, Engano e Rancho Grande. Ao longo das projeções dos horizontes temporais, estas mesmas bacias permanecem com as maiores demandas para abastecimento de novilhos. No horizonte de longo prazo, 2037, apenas a bacia do Rio Jacutinga ultrapassará 10 L/s, tornando-se a bacia com a maior demanda hídrica na região de estudo.

6.3.5. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Gado Macho Adulto

A produção de gado macho adulto, faixa etária que congrega animais acima dos 24 meses é pouco expressiva na bacia, quando comparado a outras espécies de animais estudada. As faixas determinadas para o gradiente de cores variam de inferior a 0,5 L/s à superior a 4 L/s, de acordo com a Figura 36.

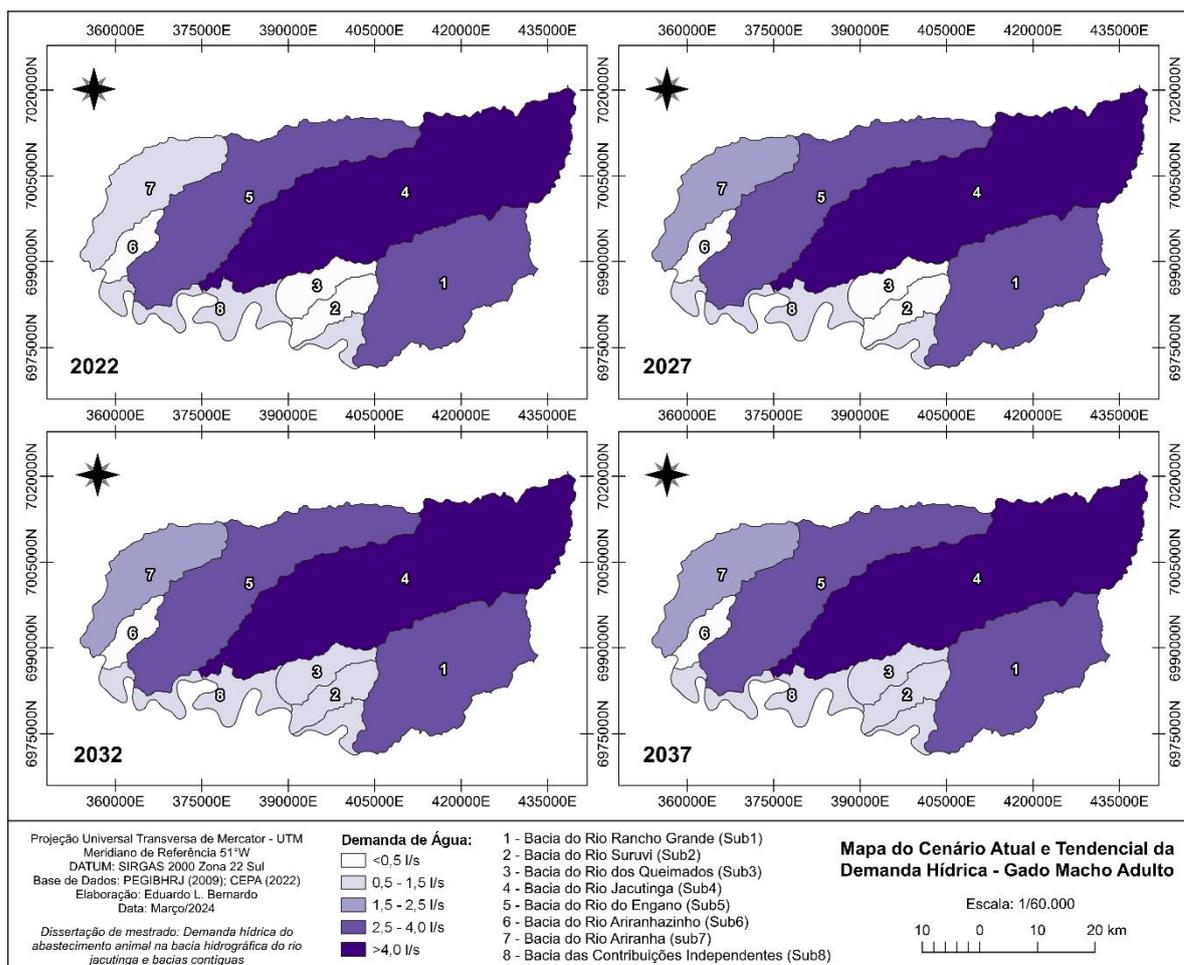


Figura 36 – Mapa da demanda hídrica para gado macho adulto

FONTE: Autor (2024)

Dentre as bacias estudadas, o destaque de crescimento da demanda hídrica para gado macho adulto refere-se a bacia do Rio Jacutinga, mantendo-se acima de 4 L/s desde o ano base até o horizonte de longo prazo. Com exceção das bacias dos rios Queimados e Suruvi, as demais permanecerão nas mesmas faixas de demanda hídrica pré-estabelecidas para a representação da Figura 36.

Embora apresente crescimento dos rebanhos e demanda hídrica é pouco expressiva. Este fato pode ser atribuído ao manejo da produção, onde a maioria dos animais (machos) são abatidos antes de completarem 24 meses de idade, enquadrando assim na classe estudada anteriormente, novilhos.

6.3.6. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica para Gado Fêmea Adulta

A demanda hídrica para a produção de gado fêmea adulta é a mais expressiva entre as espécies de gado. Além de requer maior disponibilidade de água também é o maior rebanho em número de animais. Logo as faixas estabelecidas para elaboração da Figura 37 vão de inferior a 10 L/s à superior a 50 L/s.

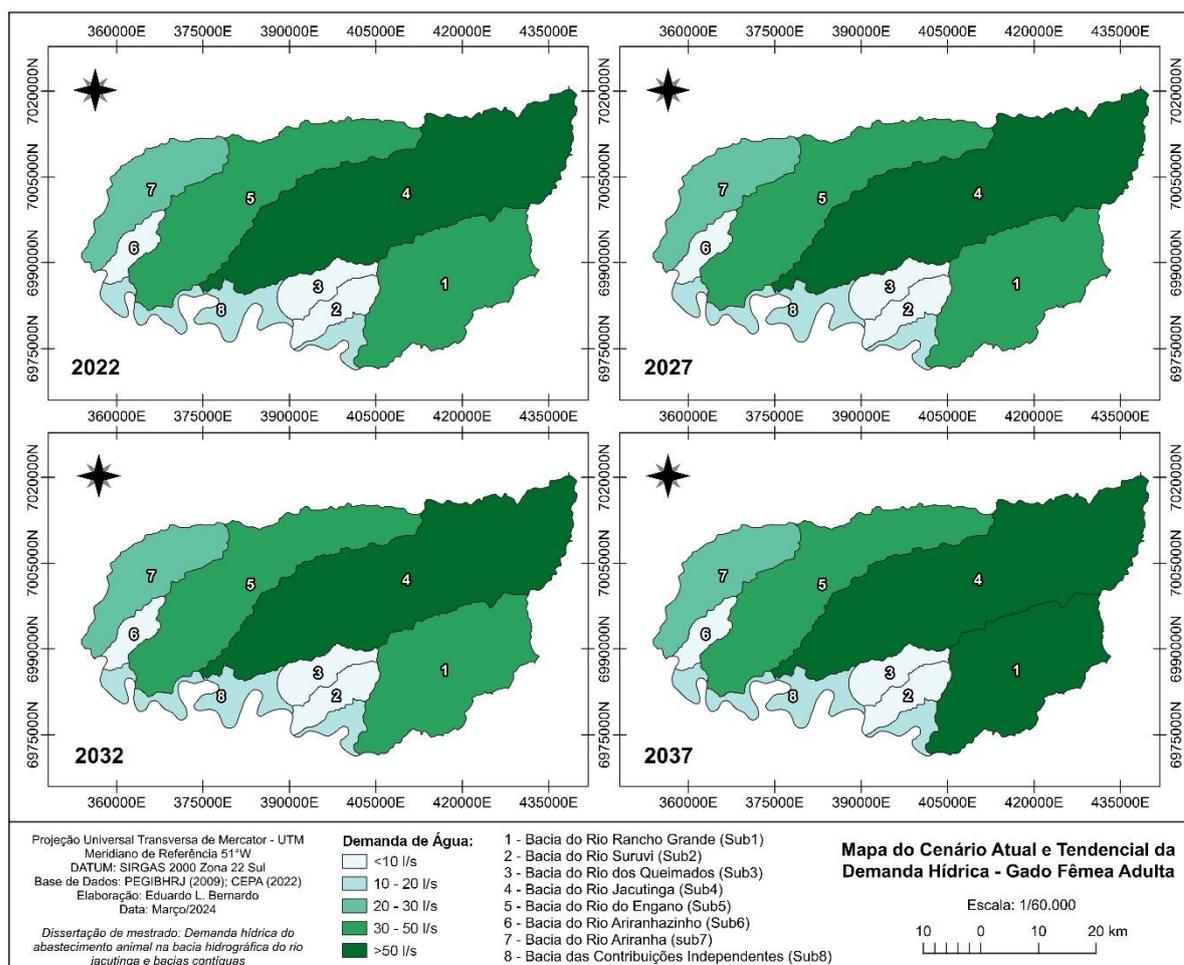


Figura 37 – Mapa da demanda hídrica para gado fêmea adulta

FONTE: Autor (2024)

Conforme pode ser observado nos mapas demonstrados por meio da Figura 37, a bacia do Rio Jacutinga é aquela com a maior demanda hídrica, desde o ano base até o horizonte de longo prazo, acima de 50 L/s. A bacia do Rio Rancho Grande também requer grande demanda hídrica, sobretudo no horizonte de longo prazo, onde passará a faixa de 50 L/s.

6.3.7. Mapa do Cenário Atual e Tendencial da Demanda Hídrica Geral

Com o objetivo de demonstrar a demanda hídrica de todas as espécies somadas, por bacia hidrográfica, foi elaborada a Figura 38. As faixas de demanda hídrica variam de inferior a 250 L/s à superior a 2.000 L/s com o respectivo gradiente de cores, correspondendo aos tons claros aonde a demanda é menor em comparação as cores mais escuras aonde a demanda hídrica é maior.

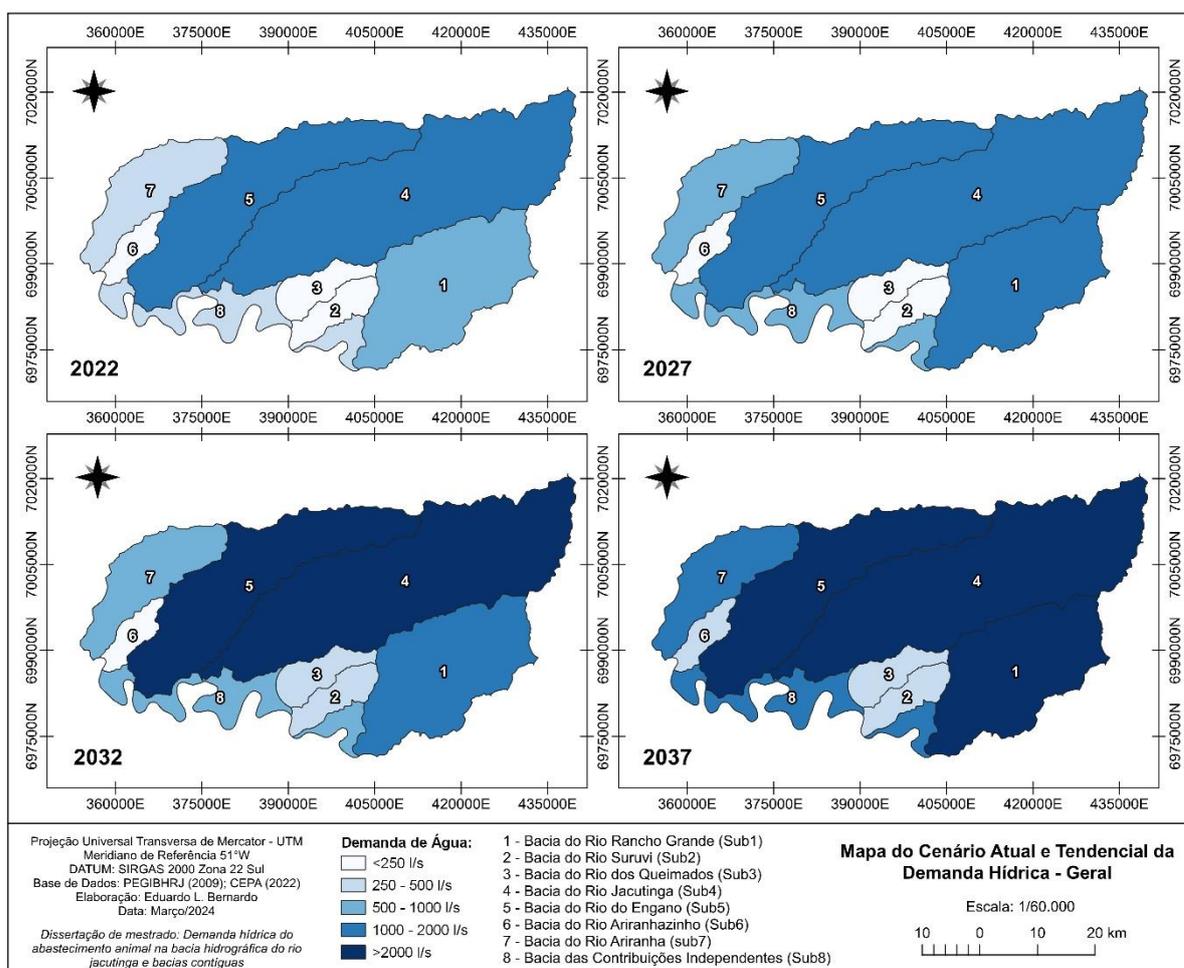


Figura 38 – Mapa da demanda hídrica para abastecimento animal

FONTE: Autor (2024)

Com base na figura supracitada, é possível perceber que no ano base, 2022 todas as bacias de estudo estão na faixa inferior a demanda hídrica de 2000 L/s. Inclusive, a bacia do Rio dos Queimados, Rio Suruvi e Ariranhazinho, ficam abaixo de 250 L/s.

Considerando que os resultados dos cálculos da somatória da demanda hídrica total (suínos, frangos de corte e espécies de gado) é positivo, logo as bacias representadas terão alteração nas faixas de demanda de água.

Assim, no horizonte de médio prazo duas bacias hidrográficas (Rio Jacutinga e Rio Engano) já apresentarão demanda superior a 2.000 L/s e no horizonte de longo prazo, adiciona-se a terceira bacia, do Rio Rancho Grande. Desta forma, o resultado apresentado ilustra que todas as bacias hidrográficas necessitarão de atenção, quanto ao uso e a gestão dos recursos hídricos.

7. Considerações Finais

Através da pesquisa realizada foi possível conhecer as principais criações animais e as respectivas demandas hídricas da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas - BHRJ.

Inicialmente pode ser observado de forma geral, que o histórico de criação animal é crescente em todos os 19 municípios que compõem a BHRJ, por conseguinte a demanda hídrica também. O diagnóstico realizado, primeiro objetivo desta pesquisa, possibilitou entender a dinâmica agropecuária neste território, promovendo a reflexão sobre a dependência cultural, econômica e social com as criações animais.

O ano base estabelecido, ano de 2022 foi utilizado como limite para estudar as dinâmicas da criação animal neste território de estudo. Foram utilizados os dados da Epagri/Cepa para elaboração do diagnóstico e os dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina – CEURH. Desta forma foi possível observar e comparar as demandas hídricas de duas fontes oficiais do estado de Santa Catarina e, por conseguinte, verificar algumas inconsistências e defasagens, sobretudo do CEURH.

A soma total da demanda hídrica encontrada com os dados do diagnóstico foi de 4.446 L/s, enquanto os 6440 cadastros utilizados do CEURH correspondem à demanda de 1.115,92 L/s para o setor da criação animal em toda a Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas. Logo, o resultado do diagnóstico é aproximadamente 3,8 vezes maior que a vazão requerida nos dados do CEURH.

Por meio da elaboração do cenário tendencial de curto, médio e longo prazo, segundo objetivo desta pesquisa, foi possível conhecer as projeções para cada criação animal em cada um dos municípios e posteriormente em cada uma das 8 bacias hidrográficas. Por fim nesta etapa, houve a conversão de animais em consumo de água, gerando a demanda hídrica para os anos de 2027, 2032 e 2037 na Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas.

A demanda hídrica para a criação animal será crescente em todas as 8 bacias hidrográficas que compõem a BRHJ e resultará, com os dados do diagnóstico em 6.081 L/s para o horizonte de curto prazo, 8.483 L/s para médio prazo e 11.999 L/s no horizonte de longo prazo.

A metodologia de cálculo, terceiro objetivo desta pesquisa, a qual foi adaptada dos trabalhos referenciados, poderá ser replicada em outros projetos, sobretudo nas etapas de diagnóstico e prognóstico das elaborações dos planos de recursos hídricos, desta bacia hidrográfica de estudo ou de outras, para o setor da criação animal.

O último objetivo da pesquisa, foi atendido por meio das representações visuais, em mapas por bacias hidrográficas, demonstrando a demanda hídrica para cada espécie estudada e também o resumo do setor da criação animal.

A pesquisa apresenta algumas limitações, destaque principalmente por não contar somente com os cadastros aprovados do CEURH, em razão da baixa quantidade de análises finalizadas pelo estado, em comparação ao montante total. Assim, após estabelecimento de critérios técnicos adotados e justificados na pesquisa, foi possível definir uma faixa de corte para desconsiderar alguns cadastros identificados e caracterizados como inconsistentes.

Outra limitação da pesquisa, deve-se ao fato de ter adotado como padrão apenas a Taxa Média de Variação do Período (TMVP), para calcular a dinâmica das produções animais, referente ao diagnóstico. Destaca-se que existem outros métodos que podem ser adotados, comparados e aplicados, porém, em razão da análise realizada previamente em literaturas, definiu-se pela adoção da TMVP, entendendo como o método mais confiável para atendimento aos objetivos da pesquisa.

Em razão deste trabalho ter como objetivo principal de estudo, a demanda hídrica da produção animal na Bacia do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas, não foi realizada a análise da disponibilidade hídrica para os horizontes temporais. Logo, recomenda-se um estudo da disponibilidade de água na bacia para a produção animal, sejam das fontes superficiais e subterrâneas, assim também produzirá informações que corroboram para a gestão dos recursos hídricos no território.

Isto posto, o projeto pode contribuir efetivamente para o Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Jacutinga e Bacias Contíguas frente ao eminente e necessário processo de revisão, atualização e complementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica. Com os resultados obtidos subsidiará os representantes das organizações-membro do Comitê em discussões e deliberações técnicas voltadas a demanda hídrica do setor da criação animal na

Bacia Hidrográfica. Outro aspecto é que o trabalho trouxe um panorama geral do setor, assim na revisão do PRH o comitê terá subsídios técnicos para comparar, confrontar ou ratificar os futuros resultados a serem apresentados na mencionada revisão.

Esta pesquisa está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU), principalmente ao ODS nº6, Água Potável e Saneamento, em especial a meta 6.4, *“que visa, até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores, assegurando retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez”* (ANA, 2019).

Um importante apontamento deste trabalho é para que o órgão gestor estadual (SEMAE/SC) estude e identifique os cadastros inconsistentes, ou seja, aqueles que apresentam informações superestimadas ou desatualizadas, provenientes do aumento, descontinuidade ou diminuição do plantel e da atividade. Ainda, os resultados alertam para a necessidade de que sejam realizadas ações de cadastramento de usuário de recursos hídricos. Assim poderá haver dados fidedignos e consistentes para gerar informações para a gestão da água no estado de Santa Catarina.

O projeto tem seu alcance social, econômico e ambiental quando apresenta informações relevantes sobre o principal setor produtivo da região. Traz a discussão e apresenta informações sobre a criação animal e demanda hídrica, estimulando o debate sobre a relação do homem com os recursos naturais, sobretudo a água. Provoca e fomenta a necessidade de se haver ferramentas e instrumentos atuais para auxiliar no direcionamento da gestão da água, sobretudo a atualização do plano de recursos hídricos, com dados consistentes e que apresentem a realidade e a dinâmica do território.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual. Brasília, 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Planos de Recursos Hídricos. Brasília, 2022. Disponível em: < https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/ana_encarte_planos_conjuntura2020.pdf> Acesso em: 03/05/2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno. Brasília, DF: ANA, 2017. 177 p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursoshidricos/conj2017_rel-1.pdf> Acesso em: 20/01/2024

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil /Agência Nacional de Águas. - Brasília, 2019.

AMADOR, M. C. P. Guerra do Contestado: marca o fim e o início de modelos de desenvolvimento na região oeste catarinense. Cadernos do CEOM (UNOESC), v. 31, p. 499-507, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. Disponível em: <<https://abcs.org.br/>>. Acesso em: 20/03/2024.

BENEDETTI, E. Ingestão e gasto de água no manejo do rebanho leiteiro. Escola de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte, 1986.

BERNARDO. E. L. Proposta metodológica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de áreas agrícolas que utilizam dejetos de suínos como adubo. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Tese de Doutorado, Florianópolis, 2021.

BERNARDO, E. L.; MIRANDA, C. R.; MATTHIENSEN, A.; BELLI FILHO, P. Determinação da pressão ambiental em bacia hidrográfica com produção intensiva de suínos por meio de ferramentas de geoprocessamento. In: VI Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. SIGERA, 2019, Florianópolis. Anais do VI Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. SIGERA. Concórdia: Sbera/Embrapa, 2019. v. 1. p. 513-515.

BERNARDO, E. L.; MIRANDA, C. R.; BELLI FILHO, P. Pressão ambiental da suinocultura nas bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina. In: V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. SIGERA, 2017, Foz do Iguaçu. Anais do V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. SIGERA. Concórdia: Sbera/Embrapa, v. 1. p. 467-470. 2017.

BRASIL. (1997). Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm>. Acesso em: 23/09/2022.

CALDAS, E. O. L.; LARA, L. J. C.; LIMA, A. L. R. Viabilidade econômica da produção de frangos de corte sob diferentes estruturas de governança. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG; Escola de Veterinária - Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG. 2019. Disponível em:<<https://www.scielo.br/j/abmvz/a/Yk9Px6jBJ8Gw9t8mD5pBJfF/?format=pdf&lang=pt>> Acesso em: 20/03/2024.

CAMPOS, A. T. de; FERREIRA, A. de M.; PIRES, M. de F. A. Composição do rebanho e sua influência na produção de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.

Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. Diretrizes para Elaboração de Plano de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas. Resolução nº 145 de 12 de dezembro de 2012.

CORAZZA, G. Traços da Formação Socioeconômica do Oeste Catarinense. In: Encontro de economia Catarinense; 7.: Políticas Públicas e Desenvolvimento Regional, 2003. Chapecó, SC. Anais Eletrônicos. 2003. Disponível em: <http://www.apec.unesc.net/VII_EEC/sesoes_tematicas/%C3%>

81rea%204%20Hist%20Econ/TRA%C3%87OS%20DA%20FORMA%C3%87%C3%83O%20SOCIOECONOMICA.pdf>. Acesso em: 18/01/2024.

D'ANGELIS, W. R. Para uma história dos índios do Oeste Catarinense. Chapecó: Unoesc, 1995.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPSA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. Dados agrometeorológicos: histórico de precipitação no município de Concórdia/SC entre os anos de 1987 a 2021. Disponível em: <<https://sistemas-ext-cnpsa.nuvem.ti.embrapa.br/meteor/>>. Acesso em: 25/09/2022.

ESPÍNDOLA, C. J. As agroindústrias no Brasil: o caso Sadia. Chapecó, SC: Grifos, 1999.

FERREIRA, A. G. Z. Concórdia: o rastro de sua história. Concórdia, SC: Fundação Municipal de Cultura, 1992.

FONTENELLE, T. H.; FUCKNER, M. A.; SOARES, S. R. A. Produção Animal e Recursos Hídricos: Uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios de consumo. In: PALHARES, J. C. P. org. Brasília, DF, Embrapa Pecuária Sudeste, 2021.

FREITAS, M. A. de.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. F. Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Oeste de Santa Catarina. Projeto Oeste de Santa Catarina – PROESC. CPRM/SDM-SC/SD-SC/EPAGRI. Dezembro de 2002.

FREITAS, M. A.; CAYE, B. R.; MACHADO, J. L. E.; ANTUNES, R. B.; MIRANDA JUNIOR, G.X (2002). Águas subterrânea: um recurso vital para o Oeste Catarinense. In: anais do XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Florianópolis, 2002.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário. 2017. Disponível em: <<https://mapasinterativos.ibge.gov.br/agrocompara>>. Acesso em 02 de março de 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agropecuária Municipal (PPM 2015). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 30 de janeiro de 2024.

IMA - Instituto de Meio Ambiente. Instrução Normativa N° 11 – Suinocultura. Versão Junho/2022. Disponível em: <<https://www.ima.sc.gov.br>>. Acesso em: 18/09/2022.

HOSS, C. G.; TAVARES, J. M. R.; MOREIRA, A. J. G.; BELLI FILHO, P.; MATTHIENSEN, A. Assessing the Potential for Rainwater Harvesting Use in a Concentrated Animal Feeding Operation Region in the South of Brazil. In: Sustainability 2022, 14, 12523. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su141912523>>. Acesso em 15 de outubro de 2022.

KIELING, A. MARCHESAN, J.; COMASSETTO, V.; LEÃO, R.; LEÃO, A.; BERNARDO, E. L.; VERONA, L. B.; WOSIACKI, L. F. K.; NICHELE, M. A. Cálculo da demanda hídrica para o setor de criação animal a partir de dados secundários: um estudo de caso da bacia hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluentes Catarinenses do Rio Negro. In: Anais XXIV Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Anais...Foz do Iguaçu (PR) Raffain Hotel, 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/encob2022/509913-CALCULO-DA-DEMANDA-HIDRICA-PARA-O-SETOR-DE-CRIACAO-ANIMAL-A-PARTIR-DE-DADOS-SECUNDARIOS--UM-ESTUDO-DE-CASO-DA-BH->>>. Acesso em: 05 de janeiro 2024.

KLEIN, R.M. Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina. Flora Ilustrada Catarinense Itajaí, SC: 1 mapa, 24p. 1978.

LEITE, M. A. S.; LEÃO, R. Diagnóstico e caracterização da sub-bacia do Rio dos Queimados. Consórcio Iambari: Comitê do Rio Jacutinga e Contíguos, Instituto Sadia, 211p. 2009.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. V. 1. Nova Odessa: Plantarum, 352p. 2002.

MARCHESAN, J.; ALVES, J.; MILANI, M. L (Org). Água e Desenvolvimento Regional: Análises e propostas tecnológicas para gestão dos recursos hídricos no território do Alto Uruguai Catarinense. Ed. LiberArs. 2016.

MARCHESAN, J. A questão ambiental na produção agrícola: um estudo de socio-histórico-cultural no município de Concórdia (SC). Ijuí, RS: Unijuí, 2003

MARCHIORO, V.; STEINMETZ, R. L. R.; AMARAL, A. C. do.; GASPARETO, T. C.; KUNZ, A.; TREICHEL, H. Produção de biogás por digestão em fase sólida de cama de frango. V Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Foz do Iguaçu, PR. 2017.

MARQUES, G. F., FORMIGA-JOHNSON, R. M., OLIVEIRA, P. P. F., MOLEJON, C., & BRAGA, C. F. C. (2022). Os serviços de gestão de recursos hídricos. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 19, e1. Disponível em: <<https://doi.org/10.21168/rega.v19e1>>. Acesso em 26/09/2022.

MIRANDA, C. R. de. Editor Técnico. Meio Ambiente e Sustentabilidade no alto Uruguai Catarinense: Relato de experiências. Concórdia, Embrapa Suínos e Aves. 2011.

OLIVEIRA, P. A. V. de. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. PNMA II – Programa Nacional do Meio Ambiente, 2004. 109p.

PALHARES, J. C. P. Produção Animal e Recursos Hídricos: Uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios de consumo. Brasília, DF, Embrapa Pecuária Sudeste, 2021.

PALHARES, J. C. P. Consumo de água na produção animal. Comunicado Técnico 102. São Carlos, SP. 2013. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/971085>. Acesso em 12/09/2022.

POLI, J. Caboclo: Pioneirismo e Marginalização. In: Para uma História do Oeste Catarinense: 10 Anos de CEOM. Chapecó-SC: UNOESC, 1995. p. 71-110

PRADO, I. N do.; MOREIRA, F. B.; CECATO, U.; WADA, F. Y.; OLIVEIRA, E. de.; REGO, F. C. de. Crescimento e Terminação de Bovinos de Corte a Pasto: Avaliação do Desempenho Animal e Características da Forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2003.

ROSA, A. Antes do oeste catarinense: economia e sociedade. 2004. Monografia (Licenciatura em História) – UNOCHAPECÓ. Chapecó, SC, 2004.

ROSSETO, S. síntese histórica da região oeste. Cadernos do Centro de Organização da Memória Sociocultural do Oeste de Santa Catarina - CEOM. Chapecó, SC: UNOESC, v. 4, n. 1/2. p. 9-14, 1989.

RUSCHEINSKY, A. Traços da história do oeste de Santa Catarina. Revista Biblos. Rio Grande, RS: FURGS, v. 8, p. 159-178, 1996.

RUTTING, T.; ARONSSON, H.; DELIN, S. Efficient use of nitrogen in agriculture. Nutrient Cycling in Agroecosystems, v. 110, p. 1-5. 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável. Regionalização das Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina. Volume 1. Florianópolis, 2006.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável. Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga. MPB Saneamento. Florianópolis, 2009.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2018.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e da Economia Verde. Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Canoinhas e Afluente Catarinenses do Rio Negro. Universidade do Contestado – UNC, Florianópolis, 2023.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico Sustentável. Plano Estadual de Recursos Hídricos. CERTI, Florianópolis, 2019.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina, diagnóstico geral. Florianópolis, 1997,163p.

SANTA CATARINA. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola – CEPA. Síntese anual da agricultura de Santa Catarina. Florianópolis. 2023.

SANTA CATARINA. Secretaria da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <<http://www.agricultura.sc.gov.br>> Acesso em 29 de janeiro de 2024.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: teoria e prática. Oficina de Textos. São Paulo, 183 p. 2004.

SANTOS, J. L. dos. Produção Animal e Recursos Hídricos: Uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios de consumo. In: PALHARES, J. C. P. org. Brasília, DF, Embrapa Pecuária Sudeste, 2021.

SILVA, A. Contribuição da produção pecuária para o desenvolvimento econômico do oeste de Santa Catarina. Revista de Economia Agrícola e Desenvolvimento Rural. 245-260. 2018.

SOUZA, J. C. P. V. B. Gestão da água na suinocultura. 2.ed. Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 2022.

TAVARES, M. R. J.; SILVA, D.; COLDEBELLA, A.; BELLI FILHO, P. OLIVEIRA, P. A. V. Modelos não lineares para estimação do consumo de água e produção de dejetos em granjas comerciais de suínos. XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA. Florianópolis, 2016.

TESTA, V.; NADAL, R.; MIOR, L.; BALDISSERA, I. CORTINA, N. O desenvolvimento sustentável do Oeste Catarinense. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, 1996.

VIOLA, E. S.; VIOLA, T. H.; LIMA, G. J. M. M. de.; AVILA, V. S. de. Água na avicultura: importância, qualidade e exigências. In: Manejo Ambiental na Avicultura. Documentos 149. Concórdia, Embrapa Suínos e Aves. pp. 37-123. 2011.

WERLANG, A. A. Disputas e ocupação do espaço no oeste catarinense: a atuação da Companhia Territorial Sul Brasil. Chapecó, SC: Argos, 2006.