

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**Nájila Souza da Rocha**

**EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA SOBRE A  
DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A PECUÁRIA FAMILIAR NA  
SUB-BACIA DO ALTO CAMAQUÃ, RS.**

Santa Maria, RS  
2016



**Nájila Souza da Rocha**

**EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA SOBRE A DISPONIBILIDADE  
HÍDRICA PARA A PECUÁRIA FAMILIAR NA SUB-BACIA DO ALTO CAMAQUÃ,  
RS.**

Dissertação, apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção de título de **Mestre em Engenharia Ambiental.**

Orientador: Prof. Dr. Rafael Cabral Cruz

Santa Maria, RS  
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Rocha, Nájila Souza da  
Efeitos do aumento da temperatura sobre a  
disponibilidade hídrica para a pecuária familiar na sub-  
bacia do Alto Camaquã, RS. / Nájila Souza da Rocha.-  
2016.  
197 p.; 30 cm

Orientador: Rafael Cabral Cruz  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia Ambiental, RS, 2016

1. Fragilidade Ambiental 2. Mudança Climática 3.  
Pecuária Familiar I. Cruz, Rafael Cabral II. Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Nájila Souza da Rocha. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: najila.rocha2011@gmail.com

**Nájila Souza da Rocha**

**EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA SOBRE A DISPONIBILIDADE  
HÍDRICA PARA A PECUÁRIA FAMILIAR NA SUB-BACIA DO ALTO  
CAMAQUÃ, RS.**

Dissertação, apresentada ao Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Área de Concentração em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção de título de **Mestre em Engenharia Ambiental.**

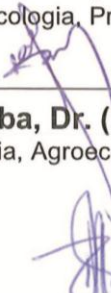
**Aprovado em 15 de Julho de 2016**



---


**Rafael Cabral Cruz, Dr. (UNIPAMPA)**  
(Oceanólogo; Ecologia, Presidente/Orientador)

---



**Marcos Flávio Silva Borba, Dr. (EMBRAPA PECUÁRIA SUL)**  
(Veterinário; Sociologia, Agroecologia e Desenvolvimento)

---



**Damáris Padilha, Drª. (UFSM)**  
(Engenheira Florestal)

**Santa Maria, RS  
2016**



## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Jefferson Marçal da Rocha e Kátia Luciane Souza da Rocha, que me ensinaram a importância do conhecimento no meu crescimento como ser humano.*

*DEDICO!*

*Dedico, também, a todos àqueles que não tiveram as mesmas oportunidades que eu, de uma educação de qualidade em todas as esferas. Continuarei em minhas lutas diárias para que esse direito não seja privilégio de poucos.*





## **AGRADECIMENTOS**

Ser docente e atuar como pesquisadora na academia é um sonho que está sendo construído por mim e pela minha família, meus pais me inspiram a cada dia para continuar perseguindo e realizando este sonho. É por isso, que tenho muito a agradecer a eles. Muito obrigada, Jefferson Marçal da Rocha e Kátia Luciane Souza da Rocha por serem tão incríveis na difícil tarefa de serem pais.

Aos meus irmãos, agradeço pela amizade de sempre, agradeço por entenderem minhas angústias e por estarem sempre tão perto, mesmo que, às vezes, distantes fisicamente. Obrigada, Emmanuel Souza da Rocha e sua esposa Denise Bratz da Rocha, Mariana Souza da Rocha e Nathana da Silva Corneleo.

Ao meu amigo, professor e orientador Rafael Cabral Cruz, meu muito obrigado, por acreditar no meu potencial e por estar presente sempre, em todas as etapas dessa dissertação. Ainda, em nome de sua esposa Sônia Oliveira, agradeço à sua família pelo apoio e pela amizade dedicados a mim ao longo de minha trajetória acadêmica.

Aos meus colegas do grupo de pesquisa GERHI, da Universidade Federal de Santa Maria, agradeço pelas longas conversas e discussões que fizeram dessa caminhada um pouco mais leve e descontraída. Principalmente, ao colega Romário Carvalho Neto, por disponibilizar tempo e esforços para realizarmos parte desta pesquisa.

Agradeço também aos amigos e colegas do Laboratório Interdisciplinar em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Pampa (LICA), por me acolherem tão bem, mesmo antes do início do mestrado.

Um agradecimento especial aos amigos que fiz durante essa caminhada, e suas famílias, que me incentivaram e me aguentaram quando as dificuldades surgiam: Angela Maria Mendonça, Cibelle Carvalho, Lidiane Silveira, Letícia Silveira, Lituânia Cavalheiro, Cibele Ambrozzi, Desirê Alves, Francis Zanella, Ronaldo de Araújo, e tantos outros amigos que passaram pela minha vida e, certamente, deixaram suas marcas.



*“Depois de tudo até chegar neste momento  
Me negar conhecimento é me negar o que é meu  
Não venha agora fazer furo em meu futuro,  
Me trancar num quarto escuro e fingir que me esqueceu  
Vocês vão ter que acostumar porque...*

*Ninguém tira o trono do estudar  
Ninguém é o dono do que a vida dá*

*E nem me colocando numa jaula  
Porque sala de aula  
Essa jaula vai virar”*

**O Trono de Estudar – Dani Black**



## RESUMO

### EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA SOBRE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA A PECUÁRIA FAMILIAR NA SUB-BACIA DO ALTO CAMAQUÃ, RS.

AUTORA: Nájila Souza da Rocha  
ORIENTADOR: Rafael Cabral Cruz

Este trabalho teve como principal objetivo analisar as vulnerabilidades da pecuária familiar sobre a disponibilidade hídrica frente ao aumento de temperatura ocasionada pelas mudanças climáticas, da sub-bacia do Alto Camaquã, que localiza-se na parte superior da Bacia do rio Camaquã, abrangendo oito municípios do Rio Grande do Sul, todos pertencentes ao Bioma Pampa. Este território pertence a parte remanescente de maior valor para a biodiversidade do Bioma Pampa, pois compreende uma região que, por suas características econômicas e socioambientais, ainda mantém um ecossistema *a priori* estável, preservando ainda alguns sistemas vegetais, hídricos e geológicos naturais do local. O sistema de produção, pecuária familiar, ajuda a manter essas condições, porém sofre determinadas demandas de mercado incompatíveis com seu manejo. Além disso, as mudanças climáticas e ambientais, que vem ocorrendo em todo o planeta, aceleram processos do intemperismo, da degradação ambiental e modificam o ciclo hidrológico. A disponibilidade de água passa a ser um dos principais problemas ambientais e sociais da região. Por essas e tantas outras características, o Alto Camaquã pode ser considerado uma sub-bacia frágil e vulnerável às diversas mudanças sócio-ambientais, inclusive as mudanças climáticas. Esta pesquisa foi dividida em duas análises principais: a primeira análise trata dos Balanços Hídricos Climatológicos (BHC), realizados com o intuito de compreender o comportamento da bacia quanto aos meses de maiores déficits e excedentes hídricos. A segunda análise trata das fragilidades do Alto Camaquã frente ao aumento de temperatura causado pelas mudanças climáticas e das vulnerabilidades dos pecuaristas familiares frente a estas mudanças. O BHC foi realizado através de duas metodologias: a primeira metodologia utilizada consistiu no cálculo do Balanço Hídrico Climatológico (BHC) de Thornthwaite, Mather (1995) em planilha Excel para Windows. O segundo método utilizado consistiu no cálculo do BHC através do *SCRIPT GERHI*, neste foi utilizado um *script* desenvolvido pelo GERHI (Gestão de Recursos Hídricos) da UFSM. A metodologia utilizada, para a análise de fragilidades ambientais, foi adaptada do projeto FRAG-RIO (MMA, 2009), através de um esquema de pesos (para variáveis) e notas (para classes). Este estudo demonstra que a disponibilidade hídrica e a resistência do solo são variáveis que tornam o Alto Camaquã um território frágil frente ao aumento de temperatura ocasionado pelas mudanças climáticas. Além disso, os pecuaristas familiares são vulneráveis a estas mudanças por não apresentarem instrumentos de mitigação dos impactos ambientais e não haver estratégias de aumento de sua resiliência.

**Palavras-chave:** Fragilidades ambientais. Mudança climática. Pecuária familiar.



## ABSTRACT

### EFFECTS OF TEMPERATURE INCREASE OVER WATER AVAILABILITY FOR LIVESTOCK FAMILY IN SUB-WATERSHED ALTO CAMAQUÃ, RS.

AUTHOR: NÁJILA SOUZA DA ROCHA  
SUPERVISOR: RAFAEL CABRAL CRUZ

This study aimed to analyze the vulnerabilities of family livestock on water front property at temperature rise caused by climate change, the Alto Camaquã's sub-watershed, which is located at the top of the river basin Camaquã covering eight counties of Rio Grande do Sul, all belonging to the Pampa Biome. This territory belongs to the remaining part of greater value to the biodiversity of the Pampa Biome, it includes a region that, for their economic, social and environmental characteristics, still maintains an ecosystem stable priori, still preserving some plant systems, water and nature of the local geology. The production system, family farming, helps to maintain these conditions, but suffer certain market demands incompatible with their management. In addition, climate and environmental changes that have occurred throughout the planet, accelerate weathering processes, environmental degradation and changes the hydrological cycle. The availability of water becomes a major environmental and social problems of the region. For these and many other features, the Alto Camaquã can be considered a fragile and vulnerable sub-watershed to the various socio-environmental changes, including climate change. This research was divided into two main analyzes: the first analysis deals with the Water Balance Climatologically (BHC), carried out in order to understand the behavior of the basin for the months of higher deficits and water surplus. The second analysis deals with the weaknesses of the Alto Camaquã front of the temperature rise caused by climate change and the vulnerability of family farmers face these changes. The BHC was performed by two methods: the first methodology consisted in calculating the Water Balance Climatological (BHC) Thornthwaite and Mather (1995), excel spreadsheet for Windows. The second method consisted in calculating the BHC through *script* GERHI, this was used a *script* developed by GERHI (Water Resources Management) of UFSM. The methodology used for the analysis of environmental weaknesses, was adapted from FRAG-RIO project (MMA, 2009), through a scheme weights (for variables) and notes (for classes). This study shows that water availability and soil resistance are variables that make the Alto Camaqua a fragile front territory to temperature rise caused by climate change. In addition, family farmers are vulnerable to these changes do not present mitigation instruments of environmental impacts and no increased its resilience strategies.

**Keywords:** Weaknesses environmental. Climate change. Family livestock.





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### APRESENTAÇÃO

Figura 1 – Localização bacia do Rio Camaquã e sub-bacia do Alto Camaquã .....	51
Figura 2 – Mapa Conceitual das variáveis de estudo .....	55
Figura 3 – Modelo esquemático da formação dos ambientes de análise deste estudo .....	56
Figura 4 – Estações Pluviométricas distribuídas na sub-bacia.....	57
Figura 5 – Valores de referência Capacidade Máxima de Água Disponível.....	62
Figura 6 – Valores de Capacidade Máxima de Água Disponível para a sub-bacia Alto Camaquã.....	62
Figura 7 – Fotografia caracterizando solos do tipo Neossolo no Alto Camaquã .....	63
Figura 8 – Vista aérea parcial mostrando variação do relevo da região do Alto Camaquã.....	64
Figura 9 – Mapa de Resistência de Solos do Rio Grande do Sul.....	65
Figura 10 – Quadro das variáveis compiladas para a elaboração do Mapa de Resistência do Solo.....	66
Figura 11 – Classes de Resistência do Solo da sub-bacia Alto Camaquã.....	66
Figura 12 – Classes de Uso e Ocupação do Solo.....	67
Figura 13 – Vista parcial do uso e ocupação na sub-bacia do Alto Camaquã no ano de 2016 .....	68
Figura 14 – Municípios da sub-bacia hidrográfica do Alto Camaquã .....	70
Figura 15 – Modelo Esquemático de cálculo de Balanço Hídrico Climatológico pelo <i>script</i> GERHI.....	72

### ARTIGO I

Figura 1 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês fevereiro .....	82
Figura 2 – Déficit e excedente hídrico para o mês julho.....	84
Figura 3 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês abril.....	85
Figura 4 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês Agosto, comparação entre métodos .....	86
Figura 5 – Déficit e excedente hídrico mês janeiro com diferenças de CAD .....	87

### ARTIGO II

Figura 1 – Gráfico Balanço Hídrico Climatológico Mensal.....	94
Figura 2 – Gráfico Balanço Hídrico Climatológico, com Mudança de Temperatura.....	95
Figura 3 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Chuvoso sem mudança de temperatura .....	96
Figura 4 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Chuvoso com mudança de temperatura .....	97
Figura 5 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Normal sem mudança de temperatura.....	99

Figura 6 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Normal com mudança de temperatura .....	100
Figura 7 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Seco sem mudança de temperatura .....	101
Figura 8 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Seco com mudança de temperatura .....	102
Figura 9 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Normal, cenários 1 (a) e 2 (b).....	104
Figura 10 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Seco, cenários 3 (a) e 4 (b).....	105
Figura 11 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Chuvoso, cenários 5 (a) e 6 (b) .....	105

### **ARTIGO III**

Figura 1 – Modelo esquemático da fragilidade do Ambiente Físico.....	117
Figura 2 – Modelo esquemático da fragilidade do Ambiente Antrópico .....	120
Figura 3 – Gráfico de notas de fragilidade de Balanço Hídrico Climatológico com linha de tendência e função linear .....	122
Figura 4 – Fragilidade Hídrica, Cenário Atual .....	124
Figura 5 – Fragilidade Hídrica, cenário mudança de temperatura .....	125
Figura 6 – Cenário da Fragilidade Física-Social .....	126
Figura 7 – Modelo Esquemático de criação dos cenários.....	127
Figura 8 – Fragilidade Ambiental, Cenário Atual .....	129
Figura 9 – Fragilidade Ambiental, Cenário Mudança de Temperatura.....	130

### **DISCUSSÕES**

Figura 1 – Paisagens do Alto Camaquã .....	137
Figura 2 – Minas do Camaquã.....	139
Figura 3 – Pecuária familiar no Alto Camaquã .....	140

## LISTA DE TABELAS

### APRESENTAÇÃO

Tabela 1 – Médias das precipitações (mm) dos anos utilizados em cada estação pluviométrica .....	58
Tabela 2 – Médias de temperaturas utilizadas para a sub-bacia do Alto Camaquã.	59
Tabela 3 – Evapotranspiração utilizada no Balanço Hídrico Climatológico.....	61
Tabela 4 – Dados antrópicos para análise social.....	71
Tabela 5 – Exemplo de tabela para cálculo de Balanço Hídrico Climatológico.....	73

### ARTIGO I

Tabela 1 – Estações pluviométricas utilizadas para o Balanço Hídrico Climatológico.....	79
Tabela 2 – Déficit e excedente hídrico calculado por Thorntwaite e Mather (1955), Ano Normal.....	80
Tabela 3 – Déficit e excedente hídrico calculado por Thorntwaite e Mather (1955), Ano Seco .....	80
Tabela 4 – Déficit e Excedente Hídrico calculado por Thorntwaite e Mather, Ano Chuvoso .....	81

### ARTIGO II

Tabela 1 – Exemplo de BHC para média anual - Ano Normal .....	93
---	----

### ARTIGO III

Tabela 1 – Capacidade Máxima de Água Disponível definidos para o uso e ocupação do solo do Alto Camaquã.....	113
Tabela 2 – Classes e fragilidades (notas) do uso e ocupação do solo no território do Alto Camaquã.....	114
Tabela 3 – Ponderação das variáveis para Análise de Sensibilidade .....	116
Tabela 4 – Resultado da análise estatística de Pearson.....	117
Tabela 5 – Características Sociais do Alto Camaquã .....	118
Tabela 6 – Fragilidade (nota) variável Pecuária.....	119
Tabela 7 – Fragilidade (nota) variável Agricultura Familiar .....	119
Tabela 8 – Classes de BHC e notas de fragilidade.....	121
Tabela 9 – Dados de BHC e notas de fragilidade para cada ano .....	123



## SUMÁRIO

	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	21
	RESUMO EXECUTIVO .....	23
	INTRODUÇÃO.....	23
	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	25
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	31
2.1	OBJETIVO GERAL.....	31
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	31
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	33
3.1	IMPORTÂNCIA DO BIOMA PAMPA, AS PECULIARIDADES DO ALTO CAMAQUÃ E A RELAÇÃO COM A PROBLEMÁTICA DO ESTUDO.....	33
3.2	MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O AUMENTO DA TEMPERATURA.....	37
3.3	EVENTOS EXTREMOS: CHUVAS E SECAS INTENSAS .....	39
3.4	ENTENDENDO A CRISE HÍDRICA.....	41
3.5	FRAGILIDADES AMBIENTAIS.....	45
3.5.1	<b>Análise Multicritério</b> .....	46
3.5.2	<b>Cenários preditivos</b> .....	47
3.5.3	<b>As fragilidades da pecuária familiar</b> .....	47
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	51
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CAMAQUÃ.....	51
4.2	ESTRATÉGIA METODOLÓGICA.....	53
4.3	VARIÁVEIS DE ANÁLISE.....	54
4.4	DISPONIBILIDADE E FRAGILIDADE DAS VARIÁVEIS .....	57
4.4.1	<b>Dados Pluviométricos</b> .....	57
4.4.2	<b>Dados Meteorológicos</b> .....	59
4.4.2.1	<i>Temperatura</i> .....	59
4.4.2.2	<i>Evapotranspiração</i> .....	60
4.4.3	<b>Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD)</b> .....	61
4.4.4	<b>Resistência do Solo</b> .....	63
4.4.5	<b>Uso e Ocupação do Solo</b> .....	67
4.4.6	<b>Variáveis Antrópicas - Análise Social</b> .....	68
4.4.7	<b>Balanço Hídrico Climatológico</b> .....	71
4.4.7.1	<i>Script GERHI</i> .....	72
4.4.7.2	<i>Thorntwaite e Mather (1955)</i> .....	73
<b>5</b>	<b>ARTIGO I BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DESENVOLVIDO POR DUAS METODOLOGIAS: THORNTWAITE E MATHER, 1995 E SCRIPT GERHI/UFSM</b> .....	75
	<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	75
	<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	77
	<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	79
	3.1 <b>BALANÇOS HÍDRICOS CLIMATOLÓGICOS MENS AIS (BHC)</b> .....	79

	3.1.1 Espacialização dos resultados .....	82
	3.2 ANÁLISE DOS MÉTODOS .....	84
	<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	88
<b>6</b>	<b>ARTIGO II CENÁRIOS DE DÉFICIT HÍDRICO CAUSADOS PELO AUMENTO DE TEMPERATURA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA ALTO CAMAQUÃ</b> .....	89
	<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	89
	<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	91
	<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	94
	3.1 RESULTADOS MENSAIS DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO (BHC) COM E SEM MUDANÇAS DE TEMPERATURA.....	94
	3.2 BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO (BHC) ANUAL, COM E SEM MUDANÇA DE TEMPERATURA.....	103
	<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	107
<b>7</b>	<b>ARTIGO III FRAGILIDADES AMBIENTAIS DO ALTO CAMAQUÃ E VULNERABILIDADE DOS PECUARISTAS FAMILIARES FRENTE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA</b> .....	109
	<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	109
	<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	111
	2.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ESTUDO.....	111
	<b>2.1.1 Ambiente Físico - Fragilidade Física</b> .....	112
	2.1.1.1 <i>Atribuição de Pesos e Análise de Sensibilidade</i> .....	115
	<b>2.1.2 Fragilidade do Ambiente Antrópico</b> .....	118
	<b>2.1.3 Ambiente Hídrico – Fragilidade Hídrica</b> .....	120
	2.2 CRIAÇÃO DOS CENÁRIOS FINAIS.....	126
	<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	128
	<b>4 CONCLUSÕES</b> .....	132
	4.1 RECOMENDAÇÕES.....	132
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	135
8.1	POTENCIALIDADES DO ALTO CAMAQUÃ.....	137
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	143
	<b>APÊNDICES</b> .....	153
	<b>APÊNDICE A – RESULTADOS DE BHC: CENÁRIOS ATUAIS</b> .....	155
	<b>APÊNDICE B – RESULTADOS DE BHC: CENÁRIOS MUDANÇA DE TEMPERATURA</b> .....	177

## **APRESENTAÇÃO**

A dissertação será apresentada em formato de artigos, com uma sequência lógica de resultados apresentados e discussões. Além disso, um Resumo Executivo é apresentado no início da exposição, compondo as discussões finais e uma conclusão englobando todos os resultados encontrados e a relevância deste estudo.

**Resumo Executivo** – Apresentar ao leitor, de forma sucinta, a problemática do estudo, os objetivos, as metodologias utilizadas e os resultados encontrados. Este resumo pretende facilitar a compreensão de todo o trabalho, de forma clara e rápida.

**Artigo I** – Balanço Hídrico Climatológico desenvolvido por duas metodologias: Thornthwaite e Mather (1995) e *script* GERHI/UFSM.

**Artigo II** – Cenários de déficits-hídricos causados pelo aumento da temperatura ocasionado pelas mudanças climáticas na sub-bacia hidrográfica Alto Camaquã.

**Artigo III** – Fragilidades ambientais do Alto Camaquã e vulnerabilidade dos pecuaristas familiares frente às Mudanças Climáticas





## RESUMO EXECUTIVO

### INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são uma alteração permanente num conjunto de condições meteorológicas (temperatura, umidade, chuvas, pressão e ventos) e aconteceram diversas vezes no passado, por causas naturais. Entretanto, as atividades humanas, em especial as que utilizam combustíveis fósseis, vêm influenciando a ocorrência desse tipo de evento, por meio da alteração da estabilidade climática do planeta. A causa central deste fenômeno é a intensificação do efeito estufa, que modifica o modo com que a energia solar interage com a atmosfera, provocando graves consequências (IPCC, 2014).

Este estudo foi realizado no Alto Camaquã localizado na Bacia do rio Camaquã, na parte superior da mesma, abrangendo oito municípios do Rio Grande do Sul, todos pertencentes ao Bioma Pampa. Este território pertence a parte remanescente de maior valor para a biodiversidade do Bioma Pampa, pois compreende uma região que, por suas características econômicas e socioambientais, mantém um ecossistema *a priori* estável, preservando, ainda, alguns sistemas vegetais, hídricos e geológicos naturais do local.

O sistema de produção, pecuária familiar, ajuda a manter essas condições, porém sofre determinadas demandas, de mercado capitalista e produtivista, incompatíveis com seu manejo. Isso porque os estudos rurais consideram a modernização da agricultura como um avanço social, econômico e político, por meio de uma submissão das atividades agrícolas ao modelo capitalista, caracterizado pela crescente mercantilização dos fatores de produção e trabalho (PLOEG, 2009; NESKE, 2014).

Além disso, as mudanças climáticas e ambientais, que vem ocorrendo em todo o planeta, aceleram processos do intemperismo, da degradação ambiental e modificam o ciclo hidrológico. A disponibilidade de água passa a ser um dos principais problemas ambientais e sociais da região. O aumento da temperatura global e as mudanças climáticas alteram o ciclo hidrológico e multiplicam eventos extremos, como chuvas mais fortes e curtas e secas intensas.

Por essas e tantas outras características, o Alto Camaquã, pode ser considerado uma sub-bacia frágil e vulnerável às diversas mudanças sócio-ambientais, inclusive as mudanças climáticas.

Este trabalho teve como principal objetivo analisar as vulnerabilidades da pecuária familiar sobre a disponibilidade hídrica, da sub-bacia do Alto Camaquã, frente ao aumento de temperatura ocasionada pelas mudanças climáticas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi dividida em duas análises principais: a primeira análise trata dos Balanços Hídricos Climatológicos (BHC) realizados com o intuito de compreender o comportamento da bacia quanto aos meses de maiores déficits e excedentes hídricos. A segunda análise trata das fragilidades do Alto Camaquã frente ao aumento de temperatura causado pelas mudanças climáticas e das vulnerabilidades dos pecuaristas familiares frente a estas mudanças.

O BHC foi realizado através de duas metodologias: a primeira metodologia utilizada consistiu no cálculo do BHC de Thornthwaite e Mather (1995) em planilha Excel para Windows. O segundo método utilizado consistiu no cálculo do BHC através do *script* GERHI, neste foi utilizado um *script* desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos (GERHI) da UFSM.

A análise de fragilidade ambiental dependeu de uma seleção preliminar das variáveis de estudo que representassem amplamente, de forma multidisciplinar, o território em análise, fez-se necessária uma revisão bibliográfica sobre o assunto para a formação de um banco de dados. Com isso, identificou-se que as variáveis poderiam ser divididas em três ambientes: Ambiente Físico; Ambiente Antrópico; e Ambiente Hídrico.

Para o Ambiente Físico foram utilizados os mapas de Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD), elaborado a partir de dados de uso do solo disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), também o Mapa de Resistência do Solo do Estado do Rio Grande do Sul (RS) quanto a resistência a impactos ambientais, na escala 1:250.000, elaborado por FEPAM (2001), e o próprio Mapa de Uso de Solo do RS, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Para o Ambiente Antrópico foram utilizados dados do Censo Agrícola disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), são dados referentes à produção pecuária nos municípios de estudo e à presença de agricultura familiar no território.

Para o Ambiente Hídrico, foram utilizados os Balanços Hídricos Climatológicos (BHC) calculados pelo método de Thorntwaite e Matter (1955) para os cenários atuais e para cenários com mudança de temperatura. Foram levados em consideração os modelos de previsões do IPCC (2014) que indicam um aumento na temperatura média mensal superior à 7°C (cenário de alta emissão) com as prováveis mudanças climáticas. Considerou-se, também, o estudo realizado pela Embaixada do Reino Unido no Brasil intitulado: *“Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação”*, lançado em março de 2016, que descreve que muitos estudos sobre os impactos das mudanças climáticas foca no que poderia acontecer em cenários de baixa emissão antes do final do século. Porém, a probabilidade de aumento de temperatura maior de 7°C até 2150 é maior de 60% em um cenário de alta emissão e há poucos relatos de previsões para este cenário (NOBRE et al., 2016).

A metodologia utilizada foi adaptada do projeto FRAG-RIO (MMA, 2009), através de um esquema de pesos (para variáveis) e notas (para classes), neste método cada variável possui um conjunto de classes aos quais são atribuídas notas, que variam de 0 a 255 (número de cores disponíveis no programa utilizado), sendo que quanto maior a nota atribuída mais frágil é a classe.

A elaboração dos mapas finais foi realizada através da Álgebra de Mapas, no *software* ArcGIS 9.3 (ESRI, 2008), licença concedida à UFSM pela empresa ESRI - (*Environmentall Systems Reserarch Istitute*), que compreende procedimentos matemáticos de análise espacial aplicados a geoprocessamento e que resultam em novas informações.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados desta pesquisa sugerem que calcular o BHC dos territórios de estudo é uma boa maneira de entender o comportamento da bacia em função da

disponibilidade hídrica. Em sistemas com alta dependência dos recursos hídricos, como o caso do Alto Camaquã, este balanço se demonstrou fundamental.

Os maiores déficits hídricos encontrados, para qualquer ano de estudo e para a maioria das estações pluviométricas estudadas, são nos meses de Janeiro e Fevereiro em anos normais e anos chuvosos. Em anos de seca, com ocorrência de La Niña, o período de secas aumenta e passa a ser de Novembro à Março. Essa realidade torna difícil a produção de pecuária para pequenos agricultores nos moldes que são praticadas hoje. Além disso, esses resultados corroboram as análises qualitativas realizadas por Carvalho (2015) e Neske (2014) que afirmavam que a escassez hídrica é recorrente neste território.

Apesar disso, os resultados demonstraram que, em anos considerados normais ou chuvosos, durante as estações inverniais, o Alto Camaquã pode ser considerado um produtor de chuvas, pois os BHC demonstraram que há um excedente de chuvas de até 420mm (setembro). Esses excedentes de chuvas são levados, por escoamento superficial e pelo próprio rio, para o Médio e o Baixo Camaquã que possuem alta produção de grãos. Desta maneira, não seriam os pecuaristas familiares responsáveis pela viabilidade destas produções?

A presença dos pecuaristas familiares garante a estabilidade dos campos no Alto Camaquã e a dinâmica água-solo-planta, responsáveis pelo ciclo hidrológico. A inviabilização dessas famílias neste território, por falta de manejo e gestão dos recursos hídricos, significaria uma mudança no uso e cobertura do solo e uma alteração no ciclo hidrológico de toda a bacia o que pode significar um aumento do déficit hídrico inclusive para os territórios a baixo do Alto Camaquã.

As mudanças climáticas, que prevêm longos períodos de seca, o aumento da temperatura e chuvas rápidas e fortes, estão sendo sentidas pelos pecuaristas familiares do território de estudo nos últimos anos, por não possuírem manejo dos recursos hídricos durante todo o ano. Cessar as mudanças climáticas, no ponto em que estamos de riscos ambientais, mesmo que fosse possível, não seria suficiente para levar este território a uma estabilidade auto-organizativa.

Alternativas de adaptação humana e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, já citadas pelo IPCC (2014), devem ser pensadas para o território nas condições atuais, para reduzir qualquer vulnerabilidade resultante das mudanças climáticas.

As previsões para os próximos anos não são otimistas, os resultados dos BHC com aumento de temperatura, apontam um aumento no déficit hídrico de até 300mm negativos, nestas condições, e sem nenhum tipo de intervenção, a pecuária familiar, nos moldes que conhecemos, será inviabilizada no território. Em consequência disto, as cidades terão que receber ainda mais famílias, gerar mais empregos e depender, ainda mais, de um sistema de produção de alimentos ambientalmente insustentável.

Mesmo considerando que os efeitos das mudanças climáticas tenham sido indicados unicamente pelo aumento de temperatura, pode-se concluir que o território do Alto Camaquã é frágil aos impactos ambientais causados pelo déficit hídrico. Os efeitos desta fragilidade poderão ser cumulativos e sinérgicos quando forem levadas em consideração as previsões de alongamento das estações de seca dos modelos do IPCC (2014).

A análise de fragilidade ambiental deste território apresenta médias e altas notas de fragilidade em qualquer dos cenários estudados para a sub-bacia, mas, principalmente, nas regiões com maior presença de agricultura/pecuária familiar as fragilidades são maiores. A baixa resistência dos solos e a falta de alternativas para a permanência dos pecuaristas familiares no território com baixa disponibilidade hídrica são os principais fatores de aumento da fragilidade.

Os pecuaristas familiares do Alto Camaquã são mais vulneráveis por dependerem exclusivamente dos recursos hídricos naturais (precipitação) e não apresentarem alternativas para minimizar essa dependência. Portanto, estes não apresentam resiliência aos impactos causados pelo aumento da temperatura e as prováveis mudanças climáticas.

Este estudo reforça que a manutenção das famílias de agricultores, que vivem no Alto Camaquã, é importante para a conservação do Bioma Pampa e para a preservação da cultura rural do espaço. Esse entendimento deve ser difundido, através dos gestores e dos próprios atores sociais, para que os pecuaristas familiares passem a ser reconhecidos como prestadores de serviços sociais e culturais. Desta maneira, a manutenção destes no campo é de responsabilidade de toda a sociedade com o intuito de se preservar o bioma, os campos e a cultura gaúcha.



## 1 INTRODUÇÃO

O Alto Camaquã, região de estudo deste trabalho, é uma sub-bacia do Rio Camaquã, estando localizada no terço superior da mesma, abrangendo uma área de 8.172 km<sup>2</sup> e compreendendo uma população de 24.700 habitantes (FEPAM, 2007), entre os municípios de Dom Pedrito, Hulha Negra, Encruzilhada do Sul, Bagé, Caçapava do Sul, Lavras do Sul, Pinheiro Machado, Piratini e Santana da Boa Vista. Pertencente ao Bioma Pampa, na Metade Sul do Rio Grande do Sul, este território possui características econômicas, sociais e ambientais que ainda mantém um ecossistema *a priori* estável (BORBA; GOMES, 2003).

O principal sistema de produção da região é a pecuária familiar, que por seu modo de fazer agricultura (modo camponês), ajuda a promover a sustentabilidade e o desenvolvimento rural, mantendo as condições socioambientais do bioma (CARVALHO et al., 2014, 2014a; NESKE et al., 2012). Neste sentido, as práticas culturais e econômicas dos pecuaristas familiares são objeto deste estudo.

Em contraponto as expectativas de manutenção dos recursos ambientais da região, fruto das práticas camponesas, as mudanças climáticas aumentam a ocorrência de eventos extremos e causam um aumento na temperatura média mensal. Essas mudanças vêm ocorrendo em todo o planeta e aceleram os processos do intemperismo e degradação ambiental, prejudicando a continuidade da condição camponesa já estabelecida nesta sub-bacia (IPCC, 2014).

Neste trabalho, parte-se do princípio que as mudanças climáticas estão causando eventos extremos (chuvas e secas intensas) e o aumento da temperatura e que esses eventos afetarão o ciclo hidrológico e, com isso, a disponibilidade hídrica da região, conseqüentemente, causará impactos na autonomia e qualidade de vida dos pecuaristas familiares.

Ainda, leva-se em consideração que, segundo relatório da embaixada britânica no Brasil (NOBRE et al., 2016), há reduzida literatura existente acerca do impacto de um aumento igual ou superior a 4°C de temperatura média no país. Conforme os mesmos autores, a probabilidade de ocorrência para um aumento de temperatura acima de 7°C até 2150 é maior de 60%.

Seguindo a análise de fragilidades ambientais e a avaliação ambiental integrada, detalhada por Cruz et al. (2012), esta pesquisa se utilizou das análises

interdisciplinares como característica básica nos estudos de mapeamento temático, diagnóstico ambiental, avaliação de impacto ambiental e ordenamento territorial (ROCHA, 2011; SOARES et al., 2011; TREVISAN, 2008). Este entendimento decorre da convicção de que não é possível compreenderem-se perfeitamente os fenômenos ambientais, sem se analisar todos os seus componentes físicos, bióticos e antrópicos.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise sócio-ambiental da situação dos pecuaristas familiares do Alto Camaquã frente ao déficit hídrico recorrente na região e analisar as vulnerabilidades destes em relação à disponibilidade hídrica do território, frente ao aumento de temperatura ocasionado pelas Mudanças Climáticas.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar duas metodologias de Balanço Hídrico Climatológico para a sub-bacia de estudo;
- Discutir sobre as qualificações dessas metodologias;
- Inferir sobre o déficit hídrico da bacia frente ao aumento de temperatura, causado pelas Mudanças Climáticas e os impactos deste na pecuária familiar;
- Discutir sobre o excedente hídrico da sub-bacia;
- Identificar as fragilidades físicas e sociais da bacia, no âmbito de resistência de solos, uso e ocupação e agricultura familiar;
- Apontar as potencialidades do Alto Camaquã propondo ações de desenvolvimento sustentável viáveis para o território deste estudo.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 IMPORTÂNCIA DO BIOMA PAMPA, AS PECULIARIDADES DO ALTO CAMAQUÃ E A RELAÇÃO COM A PROBLEMÁTICA DO ESTUDO

De acordo com o Decreto nº 6.047, de 22 de fevereiro de 2007, que institui a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2007), a Mesorregião Metade Sul do Rio Grande do Sul está incluída na lista das regiões diferenciadas em função das disparidades em termos de desenvolvimento regional, merecendo prioridade para os projetos e programas governamentais destinados a mitigar as diferenças regionais em termos de desenvolvimento social e econômico.

Zorzetto (2008, apud CARVALHO, P. et al., 2012) estimou que dos 14,078 milhões de hectares com pastagens naturais, em 1970, restaram apenas 4,6 milhões de hectares de cobertura remanescente com pastagem natural. Ou seja, restam apenas 33% da vegetação nativa nas regiões dos pampas, a expansão da fronteira agrícola em conjunto com elevadas taxas de lotação empregadas são os fenômenos mais freqüentes que ameaçam o bioma (CARVALHO, P. et al., 2012).

Em termos ecossistêmicos é peculiar, pois é formada pelo denominado Bioma Pampa. Esta parcela do Pampa é a única grande área natural deste bioma restrita a um único Estado brasileiro, o Rio Grande do Sul. Este bioma avança para o Uruguai e a Argentina, sendo exclusivo do sul da América do Sul (FIGUEIRÓ et al., 2011).

No seu aspecto econômico e social foi a partir da década de 1980, tanto no meio acadêmico como político, que começou uma discussão mais concreta sobre a estagnação econômica da Metade Sul do Rio Grande do Sul.

Segundo Rocha (2011), o processo de diferenciação da Metade Sul tem origem na estratégia da coroa portuguesa para consolidar a ocupação dos territórios de fronteiras com base na distribuição de sesmarias, este processo resultou na consolidação da pecuária como base da economia da região. A criação de gado, que socialmente diferenciou as classes sociais entre proprietários latifundiários e uma enorme gama de populações desprovidas de qualquer meio de produção, possibilitou a manutenção dos aspectos da biodiversidade do bioma Pampa até meados do século XX.

Segundo Cruz e Guadagnin (2010), o Bioma Pampa é resultado de um processo de auto-organização do ecossistema total humano desde a chegada dos indígenas da Tradição Umbu, a cerca de 13.000 anos antes do presente. Com eles, veio a prática da caça e do uso do fogo, que de forma sinérgica com a mudança climática, resultou na extinção da mega fauna de mamíferos a cerca de 8.000 anos atrás.

Esta alteração na dinâmica ecossistêmica provocada pela chegada do ser humano resultou em grandes modificações no padrão de seleção de espécies da vegetação, até então adaptada ao pastoreio e pisoteio dos grandes mamíferos, resultando a sua extinção; Ainda, segundo os mesmos autores, os indígenas seguiram utilizando o fogo, como prática de manejo, para a caça de pequenos e médios animais. Isto, associado a falta do pisoteio e pastoreio dos grandes animais, favoreceu um novo tipo de vegetação, mais alta, hemicriptófitas, em oposição à dominância das geófitas do período anterior. Perdurando esta condição até a chegada do europeu com seu gado doméstico, em 1605 (primeira redução jesuítica), ou seja, 410 anos atrás.

O fogo, que era usado pelo indígena, continuou a ser utilizado pelos estancieiros, tanto na fase da preia do gado reiúno (gado bravo resultante dos extravios de estâncias abandonadas pelos jesuítas que, segundo Félix de Azara apud Cruz e Guadagnin (2010), chegou a 48 milhões de cabeças no Pampa em 1700; como na fase da criação nas estâncias, consolidadas com a lei de cercamento de terras de 1859. Segundo os mesmos autores:

A paisagem aberta é herança do clima e do ser humano, que maneja estes campos a 12.000 anos. O clima atual é florestal (BURIOL et al., 2007), ou seja, se não houvesse manejo humano, uma grande proporção do Pampa seria coberta por florestas. A dominância da vegetação campestre é mantida por um processo de manejo que implica em um sistema de perturbações que provoca regressão no processo de sucessão que, se não houvesse manejo, levaria a uma substituição do bioma Pampa pelo bioma Mata Atlântica, com ritmos diferenciados, dada a heterogeneidade de solos que ocorre na região. Pode-se assim dizer que o Pampa que existe hoje, e que deve ser preservado, gerou e foi gerado pelo gaúcho. Pode-se afirmar que houve uma co-evolução entre a cultura do gaúcho e o sistema de campos, atual do bioma Pampa (CRUZ; GUADAGNIN, 2010, p. 164).

A ocorrência atual de um clima florestal, em conjunção com este processo de auto-organização do bioma Pampa resultante de uma co-evolução entre sucessão vegetal e cultura da pecuária tradicional extensiva, já, por si, determina um alto grau

de vulnerabilidade para a região. Esta vulnerabilidade socioambiental se agrava com a perda de competitividade da pecuária extensiva em relação com outras práticas de exploração da terra, que resultou em uma perda de renda para a região (ROCHA, 2011a; CORONEL; ALVES; SILVA, 2007; ALONSO, 2003; ILHA; ALVES; SARAVIA, 2002).

No entanto, este decaimento socioeconômico é acompanhado em algumas regiões do Pampa por uma conservação de padrões e processos ecossistêmicos, que ainda mantêm a estabilidade do sistema co-evoluído campo-pecuária extensiva, como descritos na pecuária familiar do Alto Camaquã por Trindade, Borba e Lefevbre (2007). Neste quadro de decaimento socioeconômico versus conservação socioambiental, o cenário de mudança climática chega como um fator a mais de perturbação do sistema, potencializando os efeitos da mudança de uso e cobertura da terra induzidos pelas diversas tentativas de modernização da Metade Sul, de acordo com modelos impostos de fora para dentro.

Esta realidade resulta em uma vulnerabilidade acentuada das populações de pecuaristas e agricultores familiares da Metade Sul frente à mudança climática, com ênfase nos assentamentos da reforma agrária, cujo modelo para a Metade Sul vem sendo questionado quanto a sua sustentabilidade socioambiental (ROCHA; ZANELLA; CRUZ, 2013) e na pecuária familiar do Alto Camaquã, pelo modelo de uso ecologicamente sustentável dos recursos naturais do bioma Pampa (TRINDADE; BORBA; LEFEVBRE, 2007).

Cruz e Guadagnin (2010), utilizando os dados do *Intergovernmental Panel Climate Change* (IPCC) de 2007, prevêem uma grande alteração da vegetação do Pampa em função do prognóstico de savanização do clima do sul do Brasil. Ou seja, dada a grande velocidade das alterações climáticas (escala de décadas) haveria um período de grande tensão ecológica, que não seriam acompanhadas imediatamente por processos de deslocamento espacial da vegetação e nem por processos adaptativos das espécies, os quais requerem um tempo maior para que possam apresentar respostas à mudança climática.

Esta instabilidade cria oportunidades para que uma série de agravantes aumente a vulnerabilidade das populações pampeanas. Uma delas é a facilitação para que espécies exóticas e invasoras aumentem os ritmos de contaminação biológica (FONSECA et al., 2013). Outra consequência seria a perda de valor

adaptativo dos conhecimentos e práticas das populações tradicionais que co-evoluíram com o bioma Pampa, construídos ao longo do tempo através da seleção cultural (CRUZ; GUADAGNIN, 2010; COSTA, 2012). Esta perda de valor adaptativo, frente aos cenários mais drásticos de mudança climática, tem o potencial de levar as sociedades tradicionais ao colapso (COSTA, op. cit.).

Somando-se a isso, nas últimas décadas, foram implantados, na Metade Sul do Estado, os projetos de silvicultura, por grandes empresas de plantio de árvores, que adquiriram vastas extensões de terras dos pecuaristas latifundiários para o cultivo de eucaliptos, fatores que passaram a se incorporar à paisagem da região. Estes cultivos tem sido alvo de muitas controvérsias, dado a imprecisão quanto a sua sustentabilidade social, ambiental e cultural num ambiente peculiar de paisagens abertas como o Bioma Pampa.

Outro aspecto que influencia na vulnerabilidade da agricultura e pecuária familiar às mudanças climáticas é a estrutura fundiária.

A estrutura fundiária do Rio Grande do Sul é caracterizada pela alta concentração da propriedade da terra. No censo agropecuário de 2006 (IBGE, 2007), as propriedades de 500 hectares ou mais representavam apenas 1,7% de estabelecimentos e detinham 43,9% da área total do Estado, enquanto que as propriedades com 100 hectares ou menos que representavam 92,6% do total dos estabelecimentos detinham apenas 33,4% do total da área privadamente apropriada do Estado.

Esta estrutura gerou uma economia agrícola tipicamente capitalista, dada suas características monocultoras, com forte inserção nos mercados de trabalho, insumos e produtos. Este formato tecnológico e de utilização de mecanismos de financiamento se dá integrado à dinâmica econômica do mercado nacional e internacional e não às perspectivas mais endógenas e coerentes com o ambiente local (PLOEG, 2009).

Falando em extensão territorial, a Mesorregião Metade Sul do Rio Grande do Sul está localizada no extremo meridional do país e apresenta a maior área fronteira do Mercosul, composta por 106 municípios, ocupando uma área de 153.879km<sup>2</sup>, com uma população residente de cerca de 2.600.000 habitantes, conforme dados do Censo do ano de 2000, equivalente a cerca de 52% do território gaúcho e 25% da população do Estado. Sendo assim, as dinâmicas ecossistêmicas

e socioeconômicas variam dentro dessa região, tornando-se mais viável os estudos dentro das bacias hidrográficas.

Desta maneira acredita-se que este estudo servirá de apoio às tomadas de decisão para a manutenção das atividades dos pecuaristas familiares que habitam o Alto Camaquã, que historicamente ficaram as margens das políticas públicas, pois não se constituem em agricultores capitalizados pertencentes a uma lógica de mercado que, muitas vezes, provocam um tipo de agricultura insustentável.

### 3.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O AUMENTO DA TEMPERATURA

As mudanças climáticas são alterações permanentes num conjunto de condições meteorológicas (temperatura, umidade, chuvas, pressão e ventos) e que aconteceram diversas vezes no passado, por causas naturais.

Entretanto, as atividades humanas, em especial as que utilizam combustíveis fósseis, vêm influenciando a ocorrência desse tipo de evento, por meio da alteração da estabilidade climática do planeta. A causa central deste fenômeno é a intensificação do efeito estufa, que modifica o modo com que a energia solar interage com a atmosfera, provocando graves conseqüências (BANCO MUNDIAL, 2010).

Na década de 80 surgiram as primeiras discussões sobre mudanças climáticas, principalmente pelo verão com temperaturas elevadas na América do Norte em 1988. Em 1989, estas discussões já entraram em pauta no encontro da Organização das Nações Unidas (ONU) e o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) foi criado (GONÇALVES, 2005).

Já entre os anos de 1992 e 1995, apesar da relevância da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio92), momento em que foi criada a "Convenção sobre Mudanças Climáticas", as discussões tiveram uma ascensão lenta e difusa. O objetivo da Rio92 era criar um debate mais abrangente sobre o meio ambiente. Mas ainda assim, as mudanças climáticas estiveram sob foco. Pela primeira vez houve um reconhecimento político e público de que o aquecimento do planeta, que vinha sendo registrado pelos cientistas, podia ser resultado de emissões exageradas de gases de efeito estufa (GEE) realizadas pelas atividades humanas (CONTI, 2005).

Os impactos da mudança climática já estão sendo sentidos pela sociedade, com mais secas, mais inundações e um número maior de tempestades fortes e de

ondas de calor. Estes impactos vêm sobrecarregando pessoas, empresas e governos, afastando assim os recursos do desenvolvimento (IPCC, 2014).

Segundo Marengo (2008), o IPCC conclui, no seu Terceiro Relatório de Avaliação TAR (IPCC, 2001 a), que a temperatura média da atmosfera tem aumentado em  $0.6^{\circ}\text{C} \mp 0.2^{\circ}\text{C}$  durante o século XX. Os modelos globais do IPCC têm mostrado que entre 1900 e 2100 a temperatura global pode aquecer entre  $1.4$  e  $5.8^{\circ}\text{C}$ , o que representa um aquecimento mais rápido do que aquele detectado no século XX e que, aparentemente, não possui precedentes durante, pelo menos, os últimos 10.000 anos.

O relatório do IPCC de 2014 é ainda mais pessimista, pois demonstra que, mesmo que as emissões de carbono diminuam, o aumento da temperatura será de  $2,6^{\circ}\text{C}$ , porém se nenhuma medida mitigadora for tomada e as emissões seguirem nesta mesma velocidade, a temperatura média pode aumentar em  $7^{\circ}\text{C}$  (cenário de alta emissão) até 2100. Estas mudanças na temperatura afetarão todas as classes sociais, mas, principalmente, aquelas que não encontrarem alternativas para a sua adaptação (GIGLI; AGRAWALA, 2007).

O estudo realizado pela Embaixada do Reino Unido no Brasil intitulado: *“Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação”*, lançado em março de 2016, descreve que muitos estudos sobre os impactos das mudanças climáticas foca no que poderia acontecer em cenários de baixa emissão, ou seja, um aumento de temperatura de  $2^{\circ}\text{C}$ , antes do final do século, preconizado como “seguro” pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Porém, a probabilidade de aumento de temperatura maior de  $7^{\circ}\text{C}$  até 2150 é maior de 60% em um cenário de alta emissão (NOBRE et al., 2016).

Tem-se discutido muito sobre as formas de adaptação dos sistemas abertos frente a essas mudanças e aos eventos causados por elas. Um resumo das medidas que se tem pensado mundialmente é apresentado por Levine e Encinas (2007):

[...] promover buenas prácticas en el manejo de recursos naturales dirigidas a reducir la vulnerabilidad; adecuar, reubicar o mejorar el diseño de la infraestructura vulnerable; desarrollar redes de información temprana para prevenir pérdidas durante eventos extremos; mejorar las redes sociales de modo de fomentar la participación social; en casos extremos trasladar personas y poblaciones de zonas de alto riesgo a zona más seguras (LEVINE; ENCINAS, 2007, p. 31).



Conforme documento elaborado em parceria com a Comissão Europeia de 2009, intitulado *“Cooperación al Desarrollo en América Latina”, “las investigaciones realizadas muestran que la respuesta hidrológica ha repercutido en aumentos de temperatura, sobretudo en la parte sur del continente”*. Ou seja, os aumentos de temperatura tem sido fator de impacto quando se trata de mudanças climáticas.

Embora, sistemas ecológicos e sociais tenham maior resiliência às mudanças climáticas, a magnitude das transformações e pressões que estes sistemas sofrerão, será intensificada pelo curto prazo e intensidade em que estão previstas as mudanças, destacando-se a necessidade de ações preventivas nesses locais (MALUF; ROSA, 2011).

Para finalizar essa breve apresentação de dados sobre mudanças climáticas, em 2015, o Brasil entregou para as Nações Unidas, junto com 187 países, um documento afirmando esforços para manter a meta de aumento de temperatura em até 2°C para os próximos 20 anos (BRASIL; INDC, 2015). Desta maneira, pode-se inferir, então, que as previsões mais pessimistas dos cenários de alta emissão, de que em 100 anos haverá um aumento de 8°C, provavelmente seja verdade.

Tosam e Mbhi (2015) concluem que as causas das alterações climáticas podem ser naturais, embora a ciência tenha demonstrado que tem sido em grande parte causado pela atividade humana, mas a sua solução deve ser humana, ou seja, os homens devem encontrar respostas e soluções, porque somente dessa maneira esta será sustentável.

### 3.3 EVENTOS EXTREMOS: CHUVAS E SECAS INTENSAS

Como estudado no texto anterior sobre mudança climática, há previsões do IPCC de aumento de temperatura de no mínimo 2°C e no máximo de 7°C. Esse aumento de temperatura aumenta também a proporção de vapor d'água no ar e, conseqüentemente, tende a se acelerar, multiplicando eventos extremos, como chuvas mais fortes e curtas e secas intensas.

Segundo estudo de Ministério do Meio Ambiente (MMA), em Cartilha divulgada sobre Mudanças Climáticas (SILVERWOOD-COPE et al., 2011), vale lembrar que vapor d'água é um gás do efeito estufa (GEE) essencial do planeta, pois ajuda a dar as condições de temperatura e manutenção da vida na Terra. Porém, o

aumento das concentrações de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso acabam elevando demasiadamente a temperatura e colaborando com as mudanças climáticas. Esses aumentos globais de dióxido de carbono se devem, principalmente, ao uso de combustíveis fósseis e à mudança no uso da terra. Já os aumentos da concentração de metano e óxido nitroso são devidos à agricultura (IPCC, 2007).

Conforme o IPCC (2014), dentre os impactos que estes fenômenos extremos podem causar estão: a alteração de ecossistemas, a desorganização na produção de alimentos, a alteração no fornecimento de água, danos na infraestrutura de cidades e nos assentamentos rurais, morbidez e mortalidade de animais, além de consequências para a saúde mental (efeitos da adaptação) e para o bem-estar do ser humano.

Segundo IPCC (2001a), espera-se que, em torno de 2050, os limites históricos de variabilidade do clima serão ultrapassados, o que significa um aumento na permanência de eventos de secas e precipitações extremas, mais intensas, o que, na situação atual de risco de déficit nos meses de verão, pode vir a agravar a vulnerabilidade dos agricultores e pecuaristas familiares.

Leivas et al. (2006), demonstraram que as probabilidades das precipitações decendiais superarem a evapotranspiração é muito pequena na Metade Sul do Rio Grande do Sul, em especial no período que vai do segundo decêndio de novembro até o terceiro de janeiro e na parte oeste da Meso-Região. Deste modo, hoje já existe um risco elevado de condições de déficit hídrico. Dado que os agricultores e pecuaristas familiares têm pouca capacidade de investimento na irrigação, a sua vulnerabilidade acaba, por fim, potencializada.

Segundo o IPCC (apud MMA, 2007), secas mais intensas e mais longas foram observadas sobre áreas mais amplas desde 1970, especialmente nos trópicos e subtropicais. Os problemas causados por resultados como esses, são reforçados por Tucci (1998): alterações no ciclo da água, secamento das nascentes e transformando cursos d'água perenes em efêmeros, conduzindo alteração na dinâmica hidrológica nas bacias hidrográficas.

Adam e Collischonn (2013) afirmam que um dos principais efeitos das mudanças e variabilidade do clima se faz sentir nos escoamentos gerados nas

bacias hidrográficas. Portanto, é imprescindível o estudo destes impactos para o adequado gerenciamento dos recursos hídricos.

Em estudo realizado pelos mesmos autores na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí e por Collischonn et al. (2011) na Bacia do Rio Quaraí, os resultados demonstram muitas incertezas quanto aos impactos gerados pelas mudanças climáticas, principalmente por não se ter certeza se as precipitações irão aumentar ou diminuir no futuro. Esses estudos contribuem para confirmar que, devido a tantas incertezas para um futuro próximo, estudos detalhados de monitoramento dos recursos naturais, tão necessários para a existência humana, são indispensáveis.

A vulnerabilidade dos agricultores e pecuaristas familiares pode ser mitigada através de práticas que venham a favorecer a infiltração e retenção da água nos solos, através da adoção de práticas de manejo de campo nativo que favoreçam o aumento da biomassa e o acúmulo de matéria orgânica no perfil do solo (NABINGER et al., 2012) e práticas conservacionistas nas áreas de agricultura, associadas a medidas de proteção e restauração de nascentes e áreas ripárias.

### 3.4 ENTENDENDO A CRISE HÍDRICA

Segundo dados hidrológicos, 97,5% da água disponível na Terra são salgadas e 2,5% estão concentrados em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso; sobram, portanto, apenas 0,007% de água doce para o uso humano, disponível em rios, lagos e na atmosfera (MACHADO, 2003). Desses, 12% estão no Brasil, disponíveis para os diversos usos: irrigação, habitação, manutenção da vida silvestre, indústria e tecnologias. Segundo Lima et al. (1999), esses usos vêm aumentando a cada dia com o crescimento populacional e claro, com a necessidade cada vez maior de se consumir mais, e isso envolve mais tecnologia, mais produtos e mais serviços, que por sua vez, envolve mais recursos produtivos (máquinas, fábricas, terras agricultáveis, matérias-primas e água).

Em termos de ciclo hidrológico, e considerando que, globalmente, esse é um sistema fechado, a água seria infinita. O grande problema é a relação entre o tempo necessário para essa renovação, o ritmo de exploração dos recursos hídricos e o aumento acelerado da demanda. Contudo, a poluição dos sistemas, o desperdício da água potável, a falta de tecnologia empregada e o uso inadequado vêm

preocupando especialistas da comunidade acadêmica e os políticos do mundo inteiro (TUNDISI, 2008; NASCIMENTO; HELLER, 2005; REBOUÇAS, 2003).

De acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2005 apud FAO, 2013), cerca de 1,8 bilhão de pessoas estarão vivendo em países ou regiões com escassez de água absoluta. Além disso, mais da metade da população mundial poderia estar vivendo sob estresse hídrico, o que corresponde a um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água em determinada região (FAO, 2013).

A agricultura (entende-se por agricultura toda e qualquer produção de alimentos/grãos sob cultivo na terra, inclusive pecuária) é de longe o empreendimento que mais se utiliza da água para a sua produção. Dados recentes indicam que mais de 70% de toda a água mundial é utilizada na produção de alimentos através da irrigação de culturas agrícolas (FAO, op. cit.). Christofidis (2003) afirma que cerca de 1,5 bilhão de hectares (ha) de solos estão em produção agrícola no planeta, dos quais cerca de 270 milhões sob o domínio de infra-estrutura hídrica de irrigação. A área de 17,7% sob cultivo irrigado produz mais de 40% da produção total agrícola, enquanto a agricultura de sequeiro responde pelo restante. Há uma estimativa de que o máximo possível de crescimento de forma sustentável da superfície irrigada seja de mais 200 milhões de hectares.

Segundo estudo realizado por Paulino et al. (2011), ano de 1996 até o ano de 2006 a área irrigada no Brasil aumentou consideravelmente em um índice de 42%, aproximadamente 150mil ha por ano, conforme dados do IBGE, passando a estar em 16º lugar entre os países com maior área irrigada no mundo. Isso representa apenas 1% de toda a área irrigada mundial, porém esses números poderiam ser ainda maiores, já que representam apenas 15% (4,5 milhões ha) do que poderia ser irrigado no país, quase 30 milhões de hectares.

É sabido que a população mundial, inclusive brasileira, vem crescendo exponencialmente. O aumento de 85 milhões de pessoas por ano levará que, por volta de 2025, a população mundial alcance oito bilhões (BRASIL, 2012), os mais pessimistas acreditam em 10 bilhões. Nesse contexto, há de se pensar que a produção de alimentos é necessária e indispensável para que o crescimento populacional não reflita também no aumento da miséria mundial, mesmo sabendo que isso talvez seja uma grande contradição.

Retomando o dado de que a maior parte da água mundial é destinada a agricultura e que está, em determinados locais, em escassez extrema (ou não disponível para uso) e sabendo da necessidade de se produzir mais e melhor, o grande desafio é otimizar então o uso da água e do solo, e aumentar a produtividade agrícola com a irrigação. Por outro lado, especialistas alertam que não se pode esquecer de evitar a degradação ambiental, o avanço em novas áreas e prevenir o conflito entre usuários das águas. Seguindo esse mesmo raciocínio, Tundisi (2008) ressalta que:

A demanda mundial para a produção de alimentos aumenta progressivamente a taxas muito altas. Atualmente, na maioria dos países, continentes e regiões, a água consumida na agricultura é de cerca de 70% da disponibilidade total. Há uma enorme necessidade de redução desse uso com a introdução de tecnologias adequadas, eliminação dos desperdícios e introdução de reuso e reciclagem (TUNDISI, 2008).

Sendo assim, o Ministério da Integração Nacional (MIN), ressalta a importância de se pensar um novo conceito de sustentabilidade: o da "Segurança Hídrica". A segurança hídrica envolve os conceitos de Segurança Ecológica (SE), Segurança de Abastecimento Humano (SAH) e Segurança Alimentar (SA). A primeira (SE) tem como principal objetivo: "Assegurar água em quantidade, qualidade e em dinâmica (pulsos), para a diversidade biológica da natureza e vida futura." A SAH foca seus objetivos em: "Assegurar água para as necessidades básicas, atendendo todas as moradias dos cidadãos do Planeta e propiciar saúde à todos". E por último, a SA prioriza "assegurar água para a produção agrícola" (alimentos, fibras, energia...) e a agroindústria (BRASIL, 2012). Como esses três temas são de extrema importância, porém muito abrangentes o foco deste trabalho será no último, Segurança Alimentar.

Scare (2003) reforça que a percepção da escassez faz com que a água passe a ser considerada um recurso com valores econômico, estratégico e social, essencial à existência humana, ao bem-estar do homem e à manutenção dos ecossistemas. Diante disso, a disputa entre usuários existe e é natural. O verdadeiro problema é que, a maior parte dessa água, não pode ser reaproveitada, pois encontra-se contaminada por fertilizantes e pesticidas químicos. Dos 30% restantes, aproximadamente 20% são utilizados pela atividade industrial em seus processos de produção e 10% são destinados às atividades domésticas.

No Brasil e nos outros países em desenvolvimento e subdesenvolvidos, a escassez aumenta ainda mais devido a três fatores importantes, segundo Rebouças (2003): a falta de saneamento básico e o lançamento de esgoto doméstico *in natura*; a descarga de dejetos industriais sem o devido tratamento e a contaminação por produtos químicos provenientes de atividades agrícolas.

A sub-bacia do Alto Camaquã é ainda mais peculiar porque, devido ao seu relevo e tipo de solo, impossibilita a construção de reservatórios e os agricultores são obrigados a captar água direto das nascentes. Estas questões foram bastante discutidas por Lucas (2013), que afirma que: "Por ser um território de cabeceira de bacia hidrográfica e por suas características geomorfológicas, o território apresenta um grande número de nascentes, (...), o que propiciou que estas se tornassem principal fonte de recursos hídricos para abastecimento humano e dessedentação animal na pecuária familiar."

A utilização destas para determinado fim, mesmo que sendo uma das únicas opções, em longo prazo, sem planejamento, causa problemas sérios de disponibilidade e de qualidade do recurso. A qualidade dessas nascentes preocupa os pesquisadores e a população em geral, pois, em análise realizada pelo mesmo autor, determinou-se que apenas 10,7% das mesmas podem ser consideradas preservadas, o restante desta porcentagem são nascentes perturbadas ou degradadas (LUCAS, 2013).

Aliado a isto, problemas mundiais, como as mudanças climáticas, podem ser incorporados às preocupações dos pesquisadores e dos produtores agrícolas desta região. Segundo Tundisi (2008), a escassez dos recursos hídricos está ligada a 5 causas principais: a) intensa urbanização, que leva a um aumento na demanda, além de ampliar a descarga de água contaminada; b) infraestrutura pobre e em estado crítico, em muitas regiões urbanas a perda é de 30% da água após o tratamento; c) mudanças climáticas globais, com eventos hidrológicos intensos (chuvas intensas e períodos intensos de secas) gerando problemas urbanos e rurais; d) problemas político-governamentais, falta de ações consistentes e de sustentabilidade ambiental; e) estresse e escassez de água, em virtude da sua disponibilidade mundial, além do aumento da demanda (IPCC, 2007). Este último é a grande preocupação deste trabalho, pois o aumento do clima seco, juntamente com temperaturas mais elevadas e uma redução da precipitação são as principais previsões para a área de estudo.

### 3.5 FRAGILIDADES AMBIENTAIS

Os modelos de fragilidades ambientais devem, de forma integrada e multidisciplinar, refletir os aspectos socioambientais do território em análise, frente às perturbações no meio ambiente e nos recursos naturais (CRUZ et al., 2014).

Análises de fragilidades ambientais são realizadas com o propósito de se identificar as áreas, de um determinado território, com melhores ou piores condições de resiliência e estabilidade. Estas têm como objetivo maior evitar, e ou minimizar, a degradação de sistemas auto-organizativos frente às alterações no meio ambiente, decorrentes de ações perturbadoras (CRUZ et al., 2014; CRUZ et al., 2013).

Os sistemas ambientais apresentam maior ou menor fragilidade em função de suas características físicas, ambientais e sociais. Estas características sofrem perturbações, tanto por influências antrópicas quanto por influências naturais, que alteram suas estruturas e funções e que, dependendo da capacidade de resiliência do território, podem levar a uma maior ou menor degradação do meio (CRUZ et al., 2014; PADILHA, 2014; PADILHA, 2008).

Sistemas auto-organizativos são sistemas abertos, que conforme Naveh et al. (2011), possuem limites permeáveis ou parcialmente permeáveis. Desta maneira permitem o fluxo de matéria, energia e informação dando possibilidade ao sistema de reparar os danos sofridos por alguma perturbação e manter sua estrutura organizacional.

O conceito de estabilidade e resiliência se definem como a habilidade de um sistema absorver as transformações e permanecer em um estado dinâmico (MMA, 2011; 2009). No contexto deste trabalho, a sociedade não é vista apenas como um agente de perturbações, mas também como o objeto do impacto ambiental, ou seja, sofre com as perturbações ambientais. Os meios físico, biótico e antrópico estão inter-relacionados (CARDOSO et al., 2015; CRUZ et al., 2014; COLAVITE; PASSOS, 2012).

Finalmente, quando se trabalha fragilidade ambiental, o primeiro passo é definir o objeto de estudo (*quem é fragil?*) e qual perturbação este está sofrendo (*frágil ao que?*). Só então é possível definir quais os aspectos mais importantes que influenciam no problema e quais os critérios que serão utilizados para defini-los.

Neste estudo, os pecuaristas familiares são frágeis às mudanças climáticas em função da disponibilidade hídrica no território do Alto Camaquã. Os aspectos e variáveis que influenciam neste problema serão analisados separadamente nos próximos capítulos.

### **3.5.1 Análise Multicritério**

Uma avaliação ou análise multicritério é realizada sempre que houver um processo de tomada de decisão, pois quando o objetivo é que todos os aspectos do problema sejam discutidos e valorados, este só será solucionado analisando todos os critérios (CARDOSO et al., 2015; TREVISAN, 2008).

Sepúlveda (2008) apud Roboredo et al. (2016) considera que a análise multicritério é uma alternativa para facilitar a compreensão do agroecossistema pois se utiliza de um índice que incorpora a multidimensionalidade do espaço pesquisado, envolvendo e ou variáveis quantitativas / ou qualitativas, que são padronizadas e sintetizadas em um número que indica o nível de sustentabilidade do território estudado

Cruz et al. (2005) apud Trevisan (2008), conceituam análise multicritério como: "um procedimento que tem como objetivo atribuir um índice (nota) a um processo em função de diferentes aspectos valorados por critérios pré-definidos."

No planejamento territorial, Padilha (2014) discute a análise multicritério como ferramenta de gestão no processo decisório, pois auxilia os tomadores de decisão a "articular suas preferências na presença de ambiguidades e incertezas, tornando a decisão do grupo mais coerente considerando os diferentes interesses."

Independente do método, as incertezas são inevitáveis em análises multicritérios, pois dependem das formações e informações dos técnicos envolvidos no trabalho. Em contrapartida, essas análises proporcionam ampla discussão do problema e levam a resultados coerentes com a realidade.



### 3.5.2 Cenários preditivos

A criação de cenários, por si só, já nos permite avaliar, estudar e comparar diferentes situações hipotéticas para o planejamento, tendo em vista a solução de um problema ou a melhora de uma condição presente indesejável ou insatisfatória (REIS, 2012).

Cenários preditivos devem responder a pergunta: "O que vai acontecer?", estes podem ser de dois tipos: àqueles que mantêm as características do cenário atual e seguem as previsões conforme o histórico das variáveis; ou são àqueles que assumem determinada mudança do cenário atual (PADILHA, 2014).

Seguindo este pensamento, os cenários preditivos apontam as diferentes possibilidades para o futuro e auxiliam no processo de decisão, principalmente quando o tomador de decisão está a frente de realizar alguma mudança. Segundo a mesma autora, definir cenários futuros não é uma tarefa fácil, pois envolve muitas incertezas e depende da qualidade (*séries históricas*) e quantidade (*avalia todas as mudanças?*) de variáveis analisadas.

No contexto deste estudo, em que as previsões de aumento de temperatura são para o ano de 2150 e que isso representa uma previsão temporal pequena comparada com as mudanças climáticas seculares que ocorreram no passado, os cenários preditivos são análises coerentes (CRUZ; GUADANIN, 2010).

### 3.5.3 As fragilidades da pecuária familiar

O território do Alto Camaquã está inserido na metade do Rio Grande do Sul que historicamente é considerada "atrasada" ou "subdesenvolvida", com terras pouco produtivas e grandes latifúndios concentrando a riqueza nas mãos e terras de poucos, em que pequenos agricultores dificilmente conseguem se inserir no mercado de uma maneira competitiva (ROCHA, 2011). A denominada Metade Sul é entendida, de um modo geral, como um território constituído pelo processo de ocupação portuguesa e espanhola no continente americano. A formação de latifúndios e a pecuária extensiva foram a regra na sua formação econômica entre os séculos XVIII e XIX (PESAVENTO, 1985).

Os estudos rurais consideram a modernização da agricultura como um avanço social, econômico e político, por meio de uma submissão das atividades agrícolas ao modelo capitalista, caracterizado pela crescente mercantilização dos fatores de produção e trabalho (PLOEG, 2009; NESKE, 2014). Porém, o trabalho dos pecuaristas familiares não sofreu grandes modernizações, contrariando os processos “evolutivos” esperados. Borba (2002) destaca que as condições necessárias para a transformação produtiva, da pecuária familiar, de uma condição de “atraso” à condição “moderna” não foram e não são “favoráveis” e, portanto, pode ser caracterizada como um processo de modernização incompleta.

Em contraponto a essas idéias de modernização das atividades agrícolas tem-se novos conceitos de desenvolvimento rural sustentável. Para Ploeg (2008), não será possível que modelos empresariais e corporativos, pautados acima de tudo na maximização a qualquer custo do lucro e na competitividade, contemplem um caráter efetivamente sustentável. Portanto, a agricultura familiar é entendida como maior portadora de condições para incorporar, de forma ampla, a sustentabilidade (COSTABEBER; CAPORAL, 2002).

Especialmente os pequenos agricultores têm esta potencialidade, por expressar em seu modo de vida a condição e modo camponês, na relação estabelecida com a terra (em uma base local de recursos), com a ampliação de condições de sobrevivência para sua família (uma lógica intra e intergeracional) e na luta cotidiana por autonomia (nas relações estabelecidas com seu entorno e o mercado) (PLOEG, 2008). Além disso, Ribeiro e Quadros (2015) consideram que a pecuária é praticada mais por motivos de tradição (26%), satisfação (25%) e por segurança (14%) do que pela busca do lucro (apenas 8%).

A principal matriz produtiva do Alto Camaquã é a pecuária familiar. Nesse território, os pecuaristas familiares constituem-se como a principal representação socioprodutiva, sendo que as propriedades rurais com até 50 hectares ocupam 60% do total de estabelecimentos e apenas 10% do total da área geográfica dos municípios, o que corresponde a 65% da população rural local (IBGE, 2006 apud NESKE, 2014).

Os pecuaristas do território do Alto Camaquã vêm enfrentando dificuldades nos últimos anos, o que nos dá pistas da presença de fatores que podem levar

esses indivíduos e suas famílias a situações vulneráveis (RIBEIRO; QUADROS, 2015; MATTE, 2013; NESKE, 2009).

Nesse sentido, foi criado em 2008, por pesquisadores e extensionistas locais da Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, que mantém uma unidade de pesquisa em Bagé, o Centro de Pesquisa Pecuária Sul, o qual tem abrangência regional) e Emater/RS (Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural – ASCAR/RS, entidade oficial de extensão rural no Rio Grande do Sul. Opera no Alto Camaquã com escritórios municipais e dois escritórios regionais, com sedes em Bagé e Pelotas), o Projeto Alto Camaquã (PAC), sendo concebido desde uma abordagem territorial para pensar e promover estratégias de desenvolvimento no território (NESKE, 2014).

O Projeto prevê ações de intervenção que visam “redescobrir” e “revalorizar” o local como portador de experiências e elementos socioeconômicos, culturais e ambientais próprios capazes de gerar e dar suporte a estratégias endógenas de desenvolvimento rural (BORBA; TRINDADE, 2009).

No que tange as mudanças climáticas este território já é vulnerável em função de sua forte dependência da água, desde para seu próprio consumo humano até para dessedentação animal. Campo et al. (2016), afirmam que deve-se levar em consideração que os cultivos anuais se tornam inviáveis quando as precipitações baixam de 500mm anuais. Além disso, quando se trata de pecuária os maiores incrementos dos animais ocorrem no verão e na primavera e estes devem receber maiores ofertas de forragem nestas estações para um melhor desempenho individual (CASTILHOS et al., 2012).

Outro aspecto que deve ser levado em consideração para entendermos a situação ambiental dos pecuaristas familiares é que estas famílias se utilizam de nascentes para a manutenção de toda a propriedade, a utilização de “cacimbas” é uma estratégia de sobrevivência ao longo de 150 anos de ocupação do território, além do que, estas são originárias de um extrativismo racional e cultural (CARVALHO et al., 2014).

Tosam e Mbih (2015) argumentam que há uma estreita ligação entre as alterações climáticas, saúde ambiental (degradação ambiental), a saúde humana, a pobreza e o subdesenvolvimento global. Além disso, os autores ressaltam que o conceito de desenvolvimento é holístico e abrangente e, portanto não pode ser

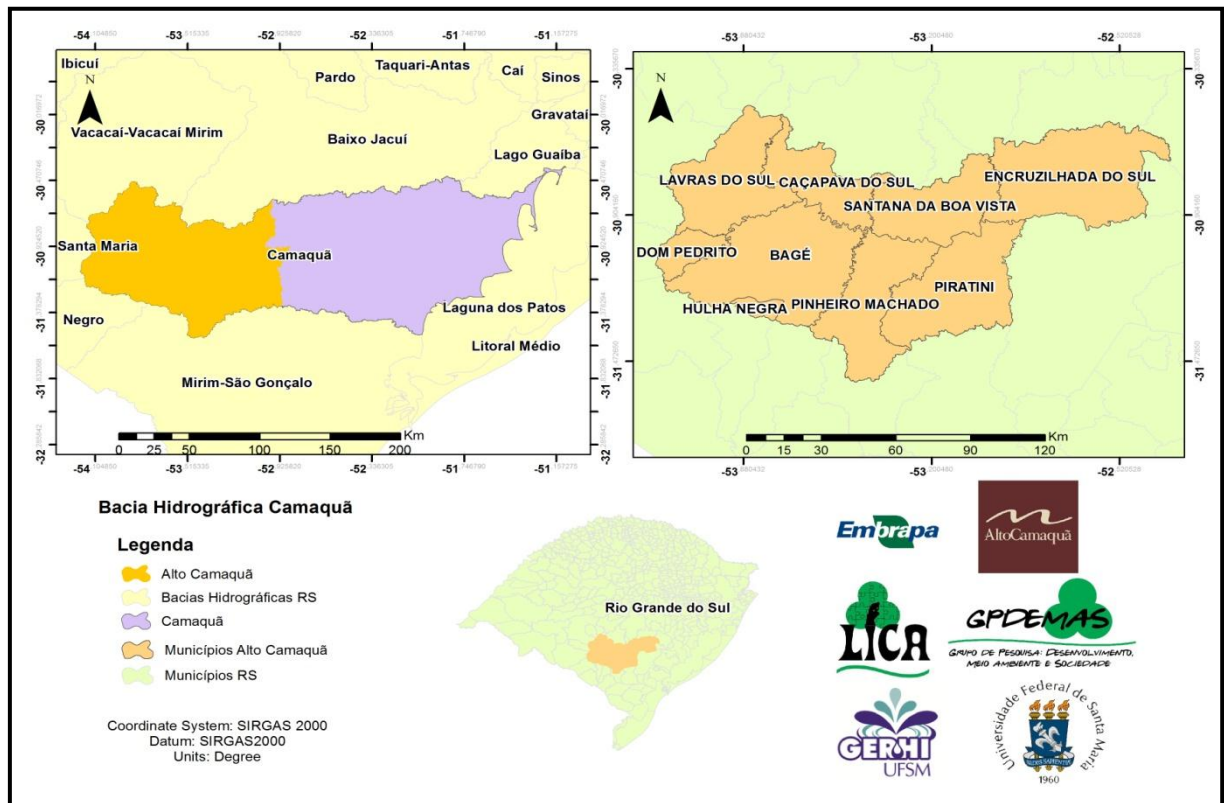
determinado somente pelo PIB. Existem sempre elementos humanos culturais, intelectuais e morais envolvidos. Nesse sentido, esse estudo deve levar em consideração o sentimento de pertencimento dos pecuaristas familiares, sua relação com o território do Alto Camaquã e sua importância na manutenção deste ecossistema.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ALTO CAMAQUÃ

O Alto Camaquã pertence à bacia hidrográfica do rio Camaquã (Figura 1), estando localizado no terço superior da mesma, abrangendo uma área de 8.172 km<sup>2</sup> e compreendendo uma população de 24.700 habitantes (FEPAM, 2007), entre os municípios de Dom Pedrito, Hulha Negra, Encruzilhada do Sul, Bagé, Caçapava do Sul, Lavras do Sul, Pinheiro Machado, Piratini e Santana da Boa Vista (NESKE, 2009).

Figura 1 – Localização bacia do Rio Camaquã e sub-bacia do Alto Camaquã



Fonte: Acervo LICA.

Tem uma notória beleza do Bioma Pampa, com aflorações rochosas, vales e plantas endêmicas (TRINDADE et al., 2010) e uma região predominantemente de pecuária familiar, principalmente em sua produção, e uma relação intensificada com os recursos naturais (CARVALHO; CRUZ, 2013).

Segundo Neske et al. (2012), o Alto Camaquã possui como principal atividade econômica e socio-cultural a pecuária familiar, porém, devido a aspectos físicos do ambiente, a própria cultura e as condições socioeconômicas dessas famílias, esta atividade não seguiu os rumos do desenvolvimento rural e da modernização da agricultura comparada à Metade Norte do estado e ao restante do país, ou seja, teve um processo de modernização “incompleto”. Os autores ainda ressaltam que: “Trata-se, portanto, de uma categoria social que instituiu a sua identidade sociocultural baseada na atividade produtiva da pecuária de corte, e, mesmo coexistindo com as forças dominadoras do capitalismo, ainda mantém nos dias atuais muitas características produtivas “pré-modernas”.”

Algumas características físicas da área de estudo são citadas por Neske et al. (2012); Neske (2009): a temperatura média anual varia de 16 °C a 18 °C. A precipitação varia de 1.500 mm a 1.600 mm, e a hipsometria, de 100 m a 450 m (SEPLAG, 2007). O relevo resultante da heterogeneidade geomorfológica é bastante variado, mas no geral predominam paisagens com declividades acentuadas. A vegetação característica envolve a coexistência entre os tipos fitogeográficos savana gramíneo-lenhosa e floresta estacional semidecidual, e alguns pequenos fragmentos de floresta ombrófila mista, o que caracteriza uma paisagem de tensão ecológica, que ocorre sobre solos rasos e com afloramento de rochas (IBGE, 2007; WEBER; HASENACK, 2006).

Hidrogeologicamente existem dois tipos de formação na área em estudo: o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II e o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III. O primeiro, classificado como aquífero limitado de baixa possibilidade para água subterrânea em rochas com porosidade intergranular ou por fraturas (CARVALHO et al., 2014a; SIAGAS, 2015) e o segundo não apresenta fraturas interconectadas e sua condição topográfica inviabiliza a perfuração de poços tubulares mesmo para baixas vazões. Ou seja, são sistemas aquíferos praticamente improdutivos em rochas com porosidade intergranular ou por fraturas (SIAGAS, op. cit.).

O território Alto Camaquã está inserido na rota de áreas consideradas pelo Ministério do Meio Ambiente (SEPLAG, 2007) como prioridade “extremamente alta”, pois as suas características ambientais constituem um complexo mosaico de distintas formações que servem de redutos para a ocorrência de fauna e flora

ameaçadas ou raras, de grande importância para a biodiversidade e para a manutenção das funções ecossistêmicas do ambiente.

Em relação ao uso do solo e às atividades agrícolas da região, segundo Figueiró et al. (2011) o Alto Camaquã é uma região que, conforme apontam os mapas elaborados pela FEPAM (2007) para o Zoneamento Ambiental do Rio Grande do Sul, apresenta alta deficiência hídrica no solo nos meses de verão, além de ser, também, a região do estado que apresenta menor disponibilidade hídrica superficial, desta maneira aumentam-se as preocupações com o seu manejo.

## 4.2 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

A análise de fragilidade ambiental, neste trabalho, consistiu na compilação de variáveis quantitativas e qualitativas sobre a sub-bacia hidrográfica da região do Alto Camaquã que influenciam a pecuária familiar frente ao aumento de temperatura.

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto e o problema abordado, para a escolha das variáveis que foram utilizadas nas análises, levando em consideração os objetivos propostos.

A avaliação integrada baseia-se na análise desagregada e integrada das variáveis, sendo que a primeira trata das particularidades de cada variável que auxiliarão nas recomendações dos estudos ambientais. A segunda avaliação trata da modelagem e da hierarquização da bacia de áreas mais frágeis, até áreas menos frágeis.

As variáveis selecionadas foram trabalhadas a partir da análise multicritério, adaptada da metodologia utilizada pelo projeto FRAG-RIO (MMA, 2011), ao qual foram atribuídos pesos e notas para posterior processo de superposição de mapas (álgebra de mapas). Neste sentido quanto maior o peso, maior é a importância dada para determinada variável e quanto maior a nota, maior é a fragilidade da classe frente às perturbações.

A fase de atribuição de notas é chamada aqui de fragilidade das classes, as notas devem ter valor de 0 a 255 bytes. A fase de atribuição de pesos para as variáveis é chamada de análise multicritério, sendo que o somatório dos pesos atribuídos deve ser igual a um (1).

A execução do trabalho foi realizada no programa computacional ArcGIS 9.3, licença concedida à UFSM pela empresa ESRI - (*Environmentall Systems Reserarch Istitute*).

### 4.3 VARIÁVEIS DE ANÁLISE

Quanto à seleção das variáveis, estas deverão atenderam a alguns aspectos básicos como: importância, discriminância e consistência, os mesmos elencados e utilizados por Reis (2012) e por MMA (2009) e expostos resumidamente abaixo.

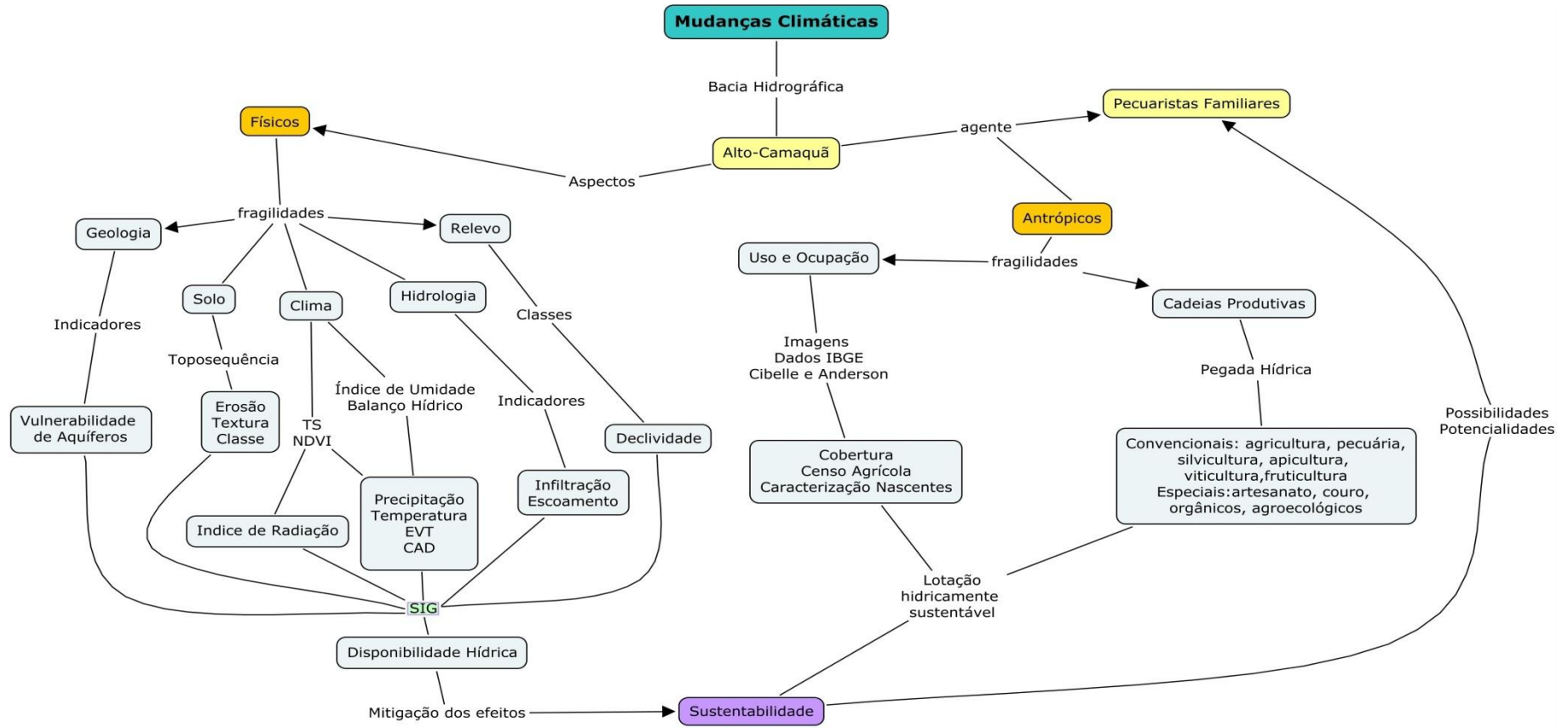
- **Importância:** faz-se relação aos processos mais significativos do problema, desta forma atende aos critérios viabilidade e utilidade das variáveis para o trabalho.
- **Discriminância:** refere-se ao poder que cada variável exerce para discriminar, hierarquizar os espaços, atende aos critérios de hierarquização e variabilidade das áreas do mapa, quanto maior a variabilidade espacial, maior sua disponibilidade para discriminação.
- **Consistência:** o produto da análise multicritério deve condizer com a realidade de campo.

Foram selecionadas as variáveis que serviram como informação para a realização do projeto (Figura 2). Para tanto, fez-se necessária a criação de um mapa conceitual, que serviu para organizar e representar conhecimentos. Nesse sentido os conceitos foram dispostos em caixas e interligados por linhas conectivas que possuíam sempre uma palavra ou frase de enlace, estas especificando as relações entre os conceitos. Através de um mapa conceitual é possível identificar as variáveis que representam um mesmo tema, além daquelas que se complementam (NOVACK; CAÑAS, 2008).

Após a seleção das variáveis, iniciou-se uma busca de informações sobre onde, como e quando as variáveis seriam encontradas e armazenadas no banco de dados deste estudo, em um segundo momento foi realizada uma nova seleção, segundo a disponibilidade de mapas bases e mapas temáticos compatíveis com a escala utilizada e com o tempo para a realização do projeto.



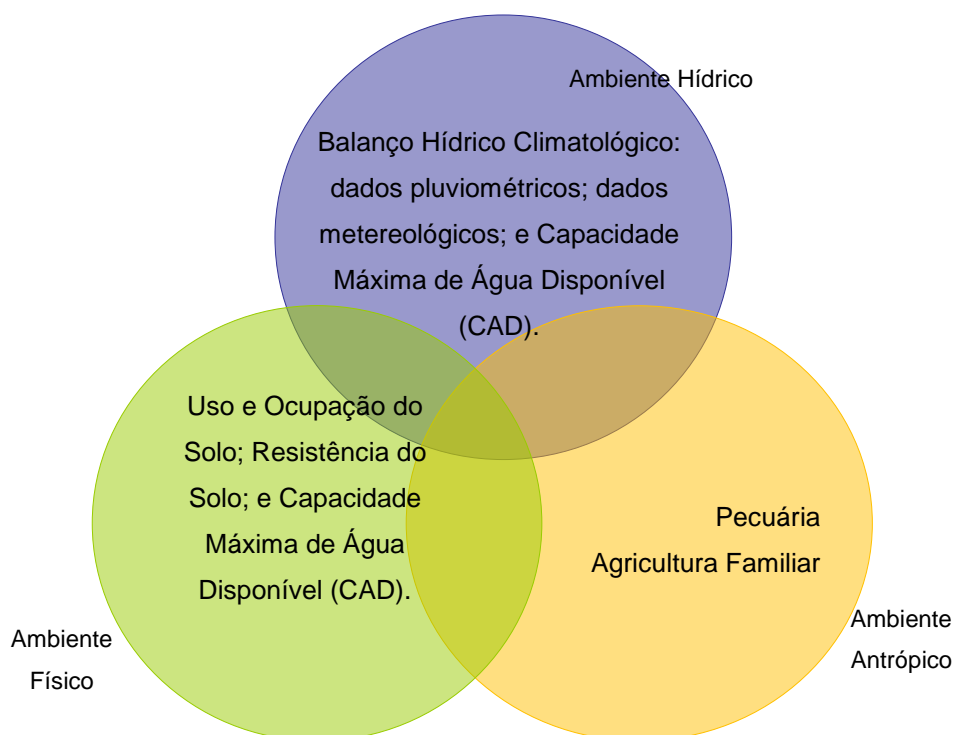
Figura 2 – Mapa Conceitual das variáveis de estudo



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, as variáveis físicas foram divididas em dois ambientes: Ambiente Hídrico e Ambiente Físico; e as variáveis antrópicas formaram o Ambiente Antrópico, conforme Figura 3.

Figura 3 – Modelo esquemático da formação dos ambientes de análise deste estudo



Fonte: Elaborado pela autora.

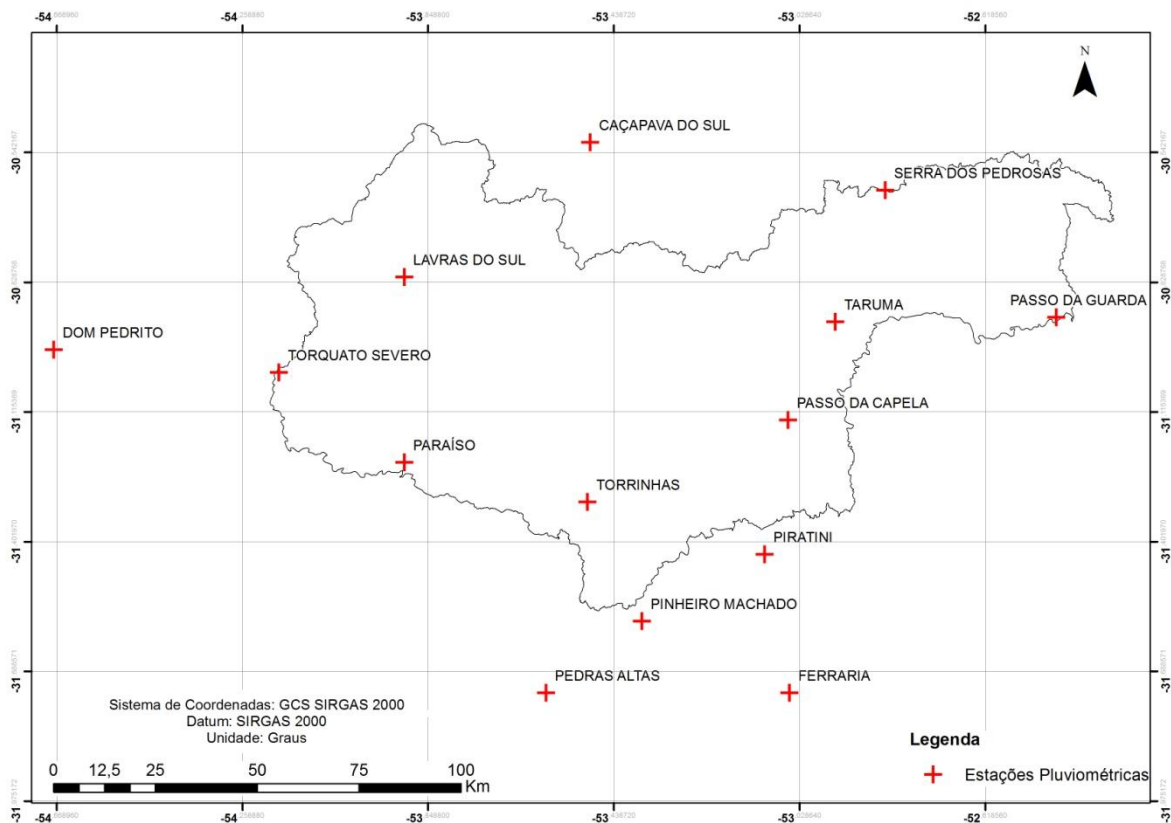
Nas próximas seções, segue detalhamento das variáveis utilizadas nessa pesquisa.

## 4.4 DISPONIBILIDADE E FRAGILIDADE DAS VARIÁVEIS

### 4.4.1 Dados Pluviométricos

Foram utilizados os dados de chuvas de 14 estações pluviométricas. O banco de dados consiste de séries históricas de precipitação diária disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Informações Hidrológicas, coordenado pela Agência Nacional das Águas (ANA). A distribuição espacial das estações pluviométricas está apresentada na Figura 4.

Figura 4 – Estações Pluviométricas distribuídas na sub-bacia



Fonte: Elaborado pela autora.

A série histórica utilizada foi de 1990 até 2013, excluindo anos com dados inconsistentes. Foi realizada a média pluviométrica anual para os 23 anos estudados (Média Geral), visando entender o comportamento das chuvas no ponto. A partir daí, foram selecionados três anos para cada ponto, chamados aqui de: Ano Normal; Ano

Seco; e Ano Chuvoso. Com este pressuposto, foram elaborados três balanços hídricos diferentes para cada estação pluviométrica.

Os anos selecionados para cada estação estão descritos na Tabela 1 com suas respectivas médias pluviométricas anuais.

Tabela 1 – Médias das precipitações (mm) dos anos utilizados em cada estação pluviométrica

<b>Estação</b>	<b>Média</b>	<b>Normal</b>		<b>Chuvoso</b>		<b>Seco</b>	
<b>Nome</b>	P (mm)	Ano	Média	Ano	Média	Ano	Média
<b>Tarumã</b>	118,07	1991	111,2	2002	193,1	2010	90,56
<b>Piratini</b>	123,3	2011	103,8	2002	213,5	1999	77,41
<b>Ferraria</b>	130,59	1991	129,7	2002	211,8	2005	94,78
<b>Passo da Capela Pedras Altas</b>	120,81	1995	116,1	2002	200,2	2005	89,52
<b>Paraíso</b>	107,74	2000	115,2	2002	190,1	1999	86,29
<b>Torrinhas Serra dos Pedrosas</b>	109,61	1992	137,2	2001	176,4	1999	80,60
<b>Passo da Guarda Caçapava do Sul</b>	114,82	2013	113,7	2002	230,7	1999	81,24
<b>Pinheiro Machado</b>	130,69	2000	127,9	2002	217,5	1991	91,38
<b>Dom Pedrito</b>	107,85	2007	108,4	2002	177,2	1996	82,37
<b>Torquato Severo</b>	140,23	1999	120,9	1997	175,93	2013	101,30
<b>Lavras do Sul</b>	124,6	1991	121,7	2002	225,6	2005	85,43
	118,17	2013	110,1	2003	158	1999	81,51
	126,97	1994	124,5	2002	205,19	2011	76,68
	123,07	2007	124	2001	167,27	2010	86,25

Fonte: ANA, adaptada pelo autor.

Sendo, Ano Normal aquele que a média pluviométrica mais se aproxima da Média Geral; Ano Seco aquele que possui menor precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito abaixo da Média Geral; e Ano Chuvoso aquele que possui maior precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito acima da Média Geral.

## 4.4.2 Dados Meteorológicos

### 4.4.2.1 Temperatura

Os dados de temperatura utilizados foram os fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), no ano de 2015, e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O CPTEC fornece as médias climatológicas calculadas a partir de uma série de dados de 30 anos observados. Estes dados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Médias de temperaturas utilizadas para a sub-bacia do Alto Camaquã

Meses	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Janeiro	23,50	24,00	25,00	24,00	23,00	23,00
Fevereiro	23,00	23,50	24,50	23,50	22,50	23,00
Março	22,00	22,00	23,00	23,00	21,00	21,50
Abril	18,50	18,50	19,00	19,00	17,50	18,50
Maio	15,00	14,50	15,00	15,00	15,00	16,00
Junho	13,50	13,50	13,50	13,50	12,50	13,00
Julho	12,00	12,00	12,50	12,00	12,50	13,00
Agosto	13,50	13,50	14,50	14,50	13,00	13,50
Setembro	14,50	14,50	15,50	15,50	15,00	16,50
Outubro	18,00	17,50	18,50	18,00	16,50	17,00
Novembro	19,50	20,00	21,00	20,00	19,50	19,50
Dezembro	21,50	22,00	23,00	22,00	21,50	21,50
Abrangência dos Pontos:	Ponto 1: Passo da Capela; Ferraria; Tarumã e Piratini; Ponto 2: Pinheiro Machado; Pedras Altas; Paraíso e Torrinhas; Ponto 3: Torquato Severo e Dom Pedrito; Ponto 4: Lavras; Ponto 5: Caçapava do Sul; Ponto 6: Serra dos Pedrosas e Passo da Guarda					

Fonte: (CPTEC, 2015).

Foram utilizados os dados municipais que fazem parte da sub-bacia. Sendo que muitas estações estão inseridos dentro de um mesmo município, a mesma temperatura abrange várias estações.

#### 4.4.2.2 Evapotranspiração

Evapotranspiração (ETP), segundo Pereira et al. (2007), é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e por transpiração das plantas. Esta depende das condições da vegetação, do tamanho da área vegetada e do suprimento de água pelo solo.

A ETP foi calculada a partir do método Thornthwaite e Mather (1948), este foi um dos primeiros métodos desenvolvidos exclusivamente para se estimar a evapotranspiração potencial mensal. Inicialmente, calcula-se a evapotranspiração potencial padrão (ETP, mm/mês) pela fórmula empírica da equação (1):

$$ETP = 16 \left( \frac{10T_n}{I} \right) \quad (1)$$

Sendo  $T_n$  a temperatura média do mês  $n$ , em °C; e  $I$  um índice que expressa o nível de calor disponível na região. O valor de  $I$  depende do ritmo anual da temperatura (preferencialmente com valores normais), integrando o efeito térmico de cada mês, e é calculado pela seguinte equação (2):

$$I = \sum_{n=1}^{12} (0,2 T_n)^{1,514} \quad (2)$$

O expoente  $a$ , da equação (3), sendo função de  $I$ , também é um índice térmico regional, e é calculado pela função polinomial:

$$a = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,7912 \cdot 10^{-2} I + 0,49239 \quad (3)$$

Esses coeficientes  $I$  e  $a$ , calculados com as normais climatológicas, são característicos da região e tornam-se constantes, sendo independentes do ano de estimativa de ETP. Esse valor de ETP deve ser corrigido em função do número real de dias e do fotoperíodo do mês dado pela equação (4).

$$ETP = ET \times f_c \quad (4)$$

O fator de correção utilizado em função do fotoperíodo e do número de dias do mês pode ser encontrado em diversas bibliografias, Thornthwaite (1948) e Camargo (1964) apud Pereira (2007).

Por fim, temos a Tabela 3 com a evapotranspiração calculada para todos os pontos, em função da temperatura ser igual em alguns pontos muitos desses se repetem. Os municípios foram agrupados em seis grupos.

Tabela 3 – Evapotranspiração utilizada no Balanço Hídrico Climatológico

<b>Meses</b>	<b>Ponto 1</b>	<b>Ponto 2</b>	<b>Ponto 3</b>	<b>Ponto 4</b>	<b>Ponto 5</b>	<b>Ponto 6</b>
Janeiro	125,74	130,57	140,08	129,95	121,79	120,63
Fevereiro	104,31	108,37	116,17	107,74	101,07	104,13
Março	99,86	99,60	106,56	107,48	92,82	95,45
Abril	66,22	65,88	66,70	68,11	61,15	65,93
Maio	43,95	40,92	40,87	42,38	45,39	49,24
Junho	33,84	33,52	31,05	32,41	30,62	31,29
Julho	28,75	28,43	28,17	27,32	32,36	33,06
Agosto	37,69	37,33	39,84	41,40	36,59	37,38
Setembro	43,91	43,53	46,40	48,01	48,28	55,47
Outubro	72,11	68,04	72,49	70,35	63,04	64,52
Novembro	84,41	88,11	94,05	86,90	85,88	84,10
Dezembro	107,54	111,93	119,75	110,91	108,81	107,27

Ponto 1: Passo da Capela; Ferrara; Tarumã e Piratini;  
 Ponto 2: Pinheiro Machado; Pedras Altas, Torrinhas e  
 Abrangência dos Pontos: Paraíso; Ponto 3: Torquato Severo e Dom Pedrito; Ponto  
 4: Lavras; Ponto 5: Caçapava do Sul; Ponto 6: Serra dos  
 Pedrosas e Passo da Guarda

Fonte: Elaborado pelo autor, 2016.

#### **4.4.3 Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD)**

Esse termo representa o limite de água entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). A partir desses limites, pode-se determinar a capacidade de armazenamento de água disponível no solo, considerando a profundidade do sistema radicular (CARVALHO NETO, 2011).

A CAD é determinada a partir da avaliação do uso de solo em relação ao tipo de solo em toda a bacia, para então usar valores de referência estipulados por Pereira et al. (2002) apud Carvalho Neto (2011) e adaptados para os solos do Rio Grande do Sul (SEMA, 2010) pelo mesmo autor (Figura 5).

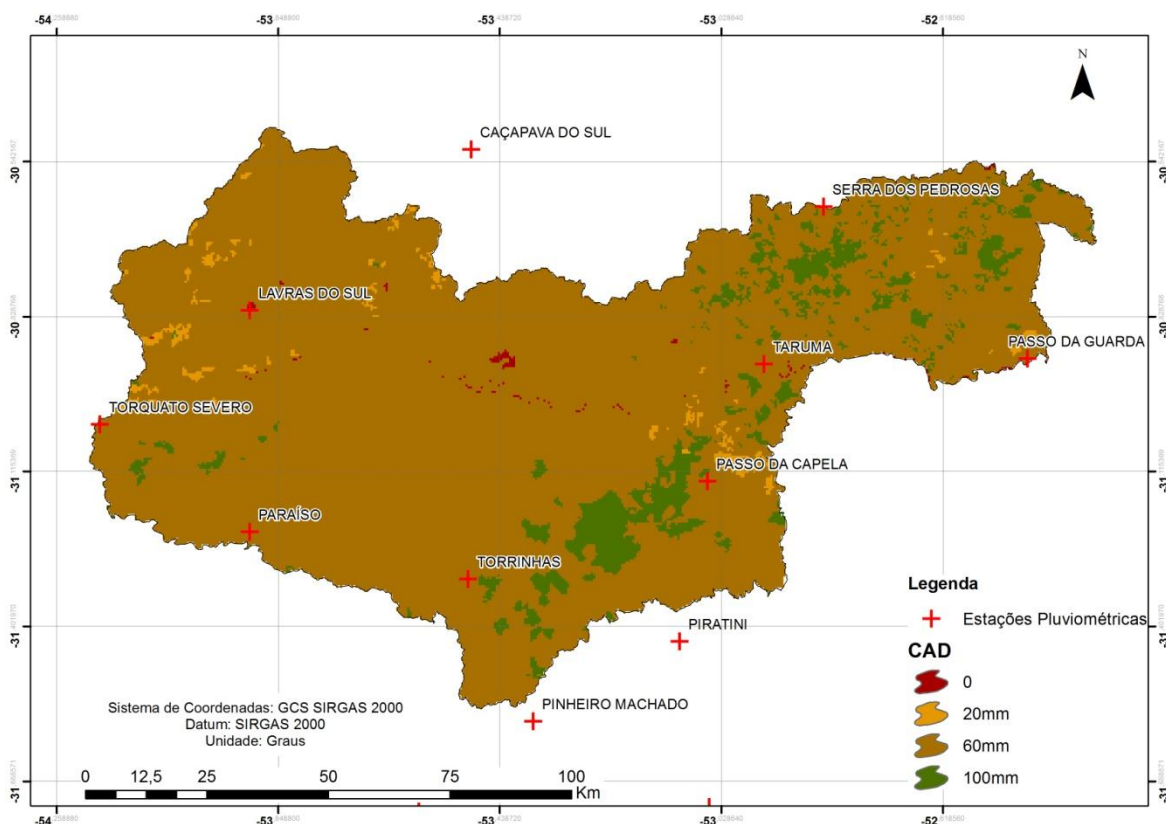
Figura 5 – Valores de referência Capacidade Máxima de Água Disponível.

Uso do Solo	Latossolo -	Argissolo -	Guassupi -	Charrua -
	Franco Argiloso	Argiloso	Neossolo Litólico	Neossolo Litólico
Campo - Pastagem	250	200	70	60
Floresta	400	350	125	100
Agricultura - Soja (verão)	100	75	30	20
Agricultura - Trigo (inverno)	200	150	55	45
Área Urbana	0	0	0	0

Fonte: Adaptado por Carvalho Neto (2011)

A partir do uso e cobertura do solo, disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, foram determinadas as CADs para a sub-bacia de estudo (Figura 6).

Figura 6 – Valores de Capacidade Máxima de Água Disponível para a sub-bacia Alto Camaquã



Fonte: Elaborado pela autora.



Identificou-se que a CAD de maior ocorrência na bacia hidrográfica é de 60mm, pois a matriz de uso de solo é basicamente campo e pastagem nativa, este valor é utilizado como referência no cálculo de BHC.

Para a análise de fragilidade foram consideradas que as áreas que possuem menor capacidade de água disponível são mais frágeis, possuem maior nota. Isso ocorre, pois, quanto menor a CAD, mais água será escoada e portanto menos água estará disponível para as plantas.

#### 4.4.4 Resistência do Solo

A região é formada por solos do tipo Neossolo, como é apresentado na Figura 7, geralmente solos rasos, com afloramentos rochosos, e relevo fortemente ondulado (NESKE, 2009).

Figura 7 – Fotografia caracterizando solos do tipo Neossolo no Alto Camaquã



Fonte: Acervo LICA.

Segundo Carvalho et al. (2014a), a bacia possui um relevo montanhoso e bastante acidentado composto por formações rochosas graníticas, metamórficas e estruturas areníticas, além de solos rasos e pedregosos, pouco produtivos no contexto da agricultura produtivista (Figura 8). Os contornos do terreno influenciam na formação de córregos e arroios, bem como do próprio Rio Camaquã. A altitude varia de 100 a 500 metros a cima do nível do mar.

Figura 8 – Vista aérea parcial mostrando variação do relevo da região do Alto Camaquã



Fonte: Site Projeto Alto Camaquã.

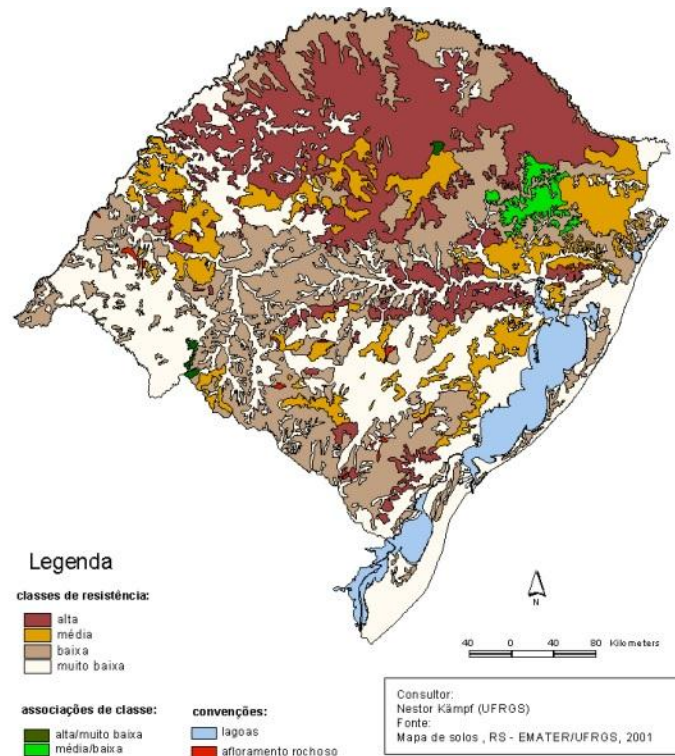
O foco na análise do solo é identificar as áreas que possuem maior estabilidade e menor suscetibilidade erosiva, além de melhores características para a infiltração e armazenamento de água.

Segundo Faria et al. (2003) os processos erosivos têm início a partir do impacto das gotas de chuva no terreno, produzindo desagregação das partículas, sendo assim vários fatores influenciam nessa dinâmica e o solo é um dos mais importantes. Os autores ainda ressaltam que:

Quando o escoamento superficial se processa uniformemente encosta abaixo, sem constituir caminhos preferenciais, ocorre o que se denomina erosão laminar. Se o escoamento se processa através de canais preferenciais desenvolve-se erosão concentrada, gerando ravinamentos e sulcos. Quando ocorre a interação do escoamento superficial e subsuperficial se formam as voçorocas, considerado o estágio mais avançado do processo erosivo (FARIA et al., 2003, p. 51).

Desta maneira foi utilizado o Mapa de Resistência do Solo do Estado do RS quanto a resistência aos impactos ambientais, na escala 1:250.000, elaborado por FEPAM (2001), para discriminar os tipos de solo da sub-bacia (Figura 9).

Figura 9 – Mapa de Resistência de Solos do Rio Grande do Sul



Fonte: FEPAM (2001).

O mapa de resistência do solo utilizado engloba as seguintes variáveis: profundidade, textura, gradiente textural, drenagem, lençol suspenso, risco de inundação, erodibilidade, declividade e aptidão agrícola. Sendo assim, por si só, já representa a fragilidade dos solos deste território.

As variáveis compiladas para a elaboração deste mapa, apresentadas no relatório da FEPAM, citado à cima, é apresentado na Figura 10. Foi então elaborado um mapa do território de estudo quanto à resistência do solo frente aos impactos ambientais (Figura 11). Para a análise de fragilidade considerou-se que as regiões com alta resistência possuem baixa fragilidade, e as regiões com baixa ou muito baixa resistência possuem alta fragilidade.

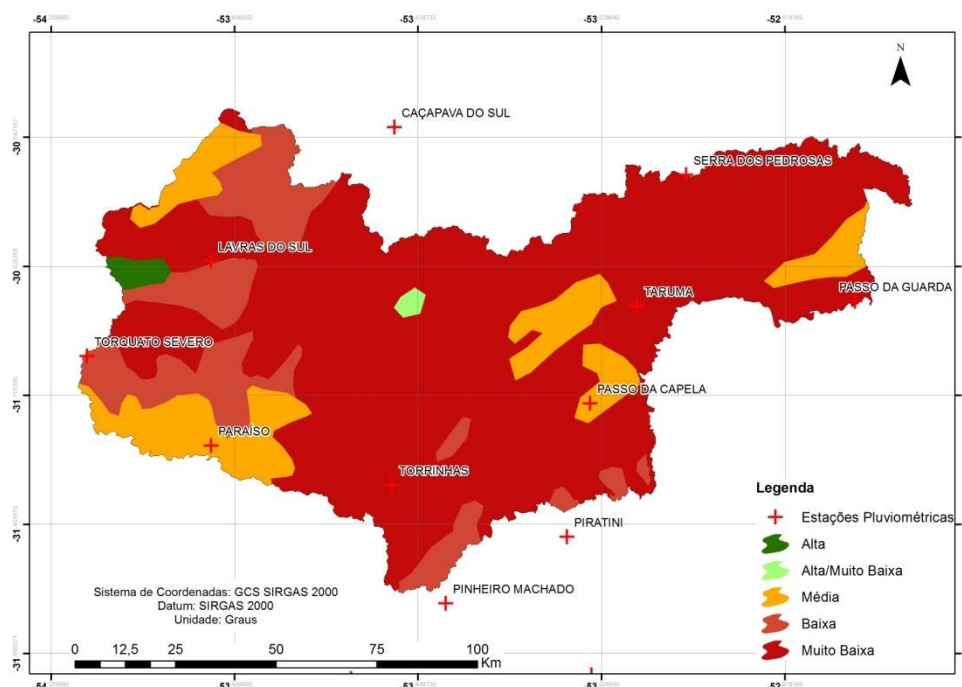
A mancha considerada (Alta/Muito Baixa) resistência, é localizada nas Minas do Camaquã, uma região com alto potencial turístico por sua beleza natural, considerada, nesse trabalho, frágil, pois sua conservação é importante para que a história da região seja preservada.

Figura 10 – Quadro das variáveis compiladas para a elaboração do Mapa de Resistência do Solo

Fator do solo ou do terreno	Classes de resistência à impactos ambientais			
	Alta (A)	Média (B)	Baixa (C)	Muito baixa (D)
<b>Profundidade</b>	> 150 cm	100 a 150 cm	50 a 100 cm	< 50 cm
<b>Textura</b>	Argilosa (>35% argila)	Média (15 a 35% argila)	Arenosa (<15% argila)	Arenosa (<15% argila)
<b>Gradiente textural</b>	Sem ou pouco	Com	Abrupto	Com ou sem
<b>Drenagem</b>	Bem ou moderada	Forte ou acentuada	Imperfeita ou excessiva	Mal ou muito mal
<b>Lençol freático</b>	Ausente	Ausente ou eventualmente suspenso	Alto	Superficial
<b>Lençol suspenso</b>	Não	Não	Sim	Sim
<b>Risco de inundação</b>	Nulo	Nulo	Raro	Ocasional a freqüente
<b>Erodibilidade</b>	Ligeira a moderada	Moderada a forte	Forte	Forte a muito forte
<b>Relevo</b>	Plano, suave ondulado ou ondulado	ondulado	Forte ondulado	Forte ondulado ou montanhoso
<b>Declividade</b>	<3%, 3-8%, 8-20%	8-20%	20-45%	>45%
<b>Aptidão agrícola</b>	Boa	Boa a regular	Regular a restrita	Restrita

Fonte: FEPAM (2001).

Figura 11 – Classes de Resistência do Solo da sub-bacia Alto Camaquã

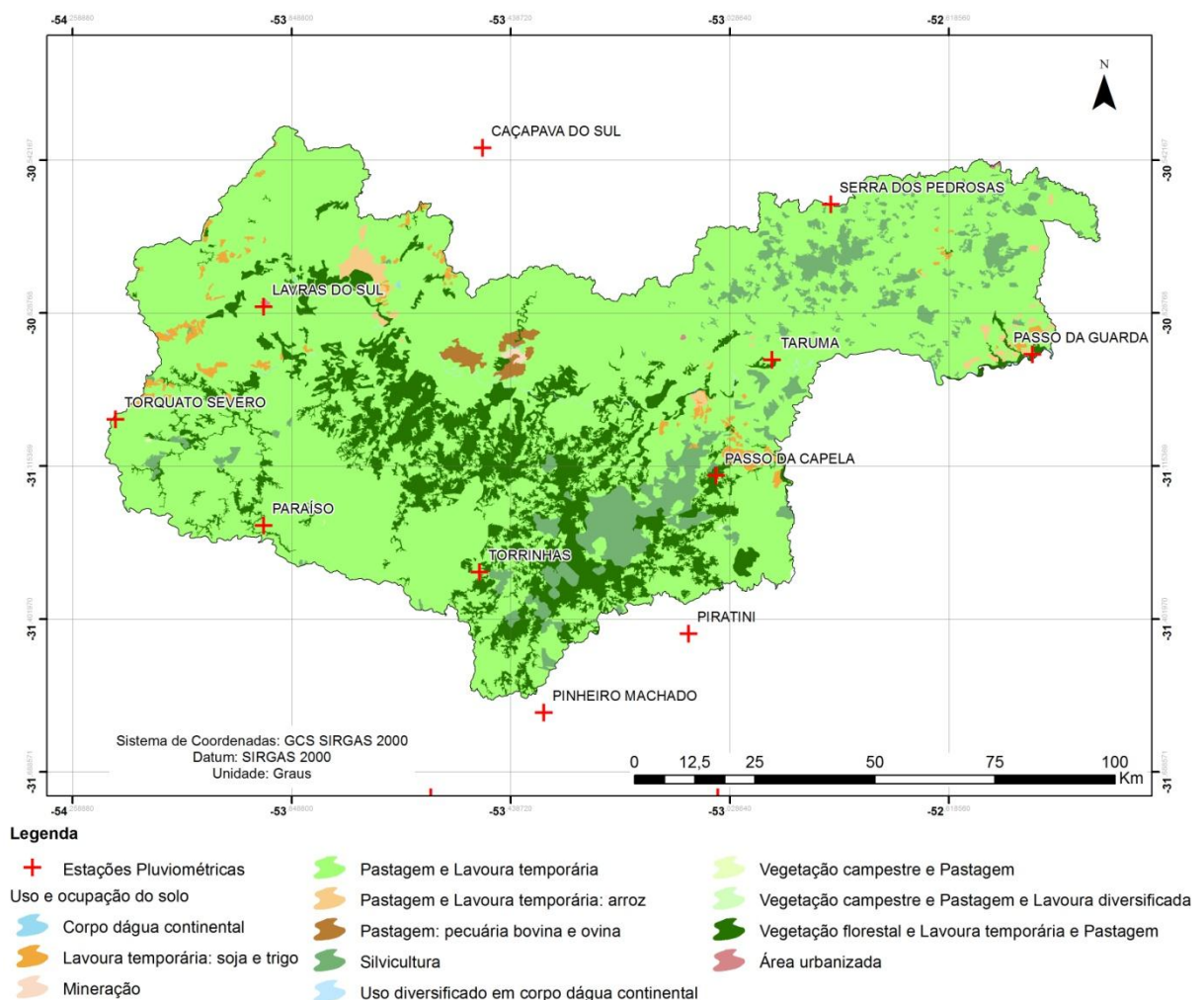


Fonte: FEPAM (2001).

#### 4.4.5 Uso e Ocupação do Solo

Foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para a variável: Uso e Ocupação do Solo. O território do Alto Camaquã é em sua maioria ocupado por pastagem e lavoura temporária, porém observa-se a presença de novos usos como de silvicultura e pequenos cultivos de soja e trigo (Figura 12).

Figura 12 – Classes de Uso e Ocupação do Solo



Fonte: IBGE (2007).

As classes de maior fragilidade são àquelas de maior interesse na pesquisa, aptas para a produção pecuária, de pastagem ou vegetação nativa. Neste trabalho,

estas áreas são as mais vulneráveis e as que mais sofrerão impactos frente às mudanças climáticas.

Em visita de campo realizada em abril de 2016, podem-se identificar facilmente estas áreas de pecuária no território, além dessa tendência de mudança de cultura para a silvicultura e soja nos últimos anos (Figura 13).

A atribuição de notas para as classes dessa variável considerou que quanto maior a área de pastagem ou vegetação natural, dentro da classificação do IBGE, maior seria a nota e mais frágil seria a área. Além disso, sistemas produtivos mais dependentes da água foram considerados mais frágeis (como: pastagem e lavoura temporária) que sistemas mais adaptados ao déficit hídrico (como: lavoura de soja e trigo).

Figura 13 – Vista parcial do uso e ocupação na sub-bacia do Alto Camaquã no ano de 2016



Fonte: Acervo LICA.

#### 4.4.6 Variáveis Antrópicas - Análise Social

Sendo as práticas culturais e econômicas dos pecuaristas familiares objeto deste estudo, resultados de trabalhos qualitativos realizados por Carvalho (2015); Neske (2014); Matte (2013) foram estudados e analisados com o intuito de se compreender melhor o território do Alto Camaquã e a relação dos pecuaristas familiares com este ambiente.

Os autores, citados anteriormente, relatam, de diferentes maneiras, que esta relação é oriunda de uma cultura endógena de 150 anos de ocupação do território.

Afirmam, também, que os pecuaristas familiares estão à margem da sociedade, pois eles vivem, na maioria das vezes, por subsistência e pouco capital social. Sendo assim, estas famílias são vulneráveis a qualquer modificação deste território, podendo estas serem econômicas ou ambientais.

Do ponto de vista econômico, incentivos a produção de monoculturas e/ou atividades contrárias ao desenvolvimento rural sustentável, impostos por modelos empresariais e corporativos, pautados acima de tudo na maximização a qualquer custo do lucro e na competitividade, não contemplam um caráter efetivamente sustentável (PLOEG, 2008).

Por outro lado, apesar de sofrerem com pressões sócio-econômicas de uma cultura capitalista intrínseca nos modelos de produção da sociedade moderna, os pecuaristas familiares são responsáveis por manterem as relações ecossistêmicas, importantes para a conservação do bioma ao qual estão inseridos.

A presença da pecuária, de agricultores familiares, no Alto Camaquã representa um sistema frágil, pois, nos moldes em que está inserido, não possui resiliência para suportar as previsões de mudanças climáticas apresentadas neste trabalho.

Desta maneira buscaram-se dados que representassem a presença deste tipo de cultura no território. Os dados utilizados para a formação desta variável são os fornecidos pelo IBGE no último censo agrícola, realizado no ano de 2006, são disponibilizados por municípios conforme Figura 14.

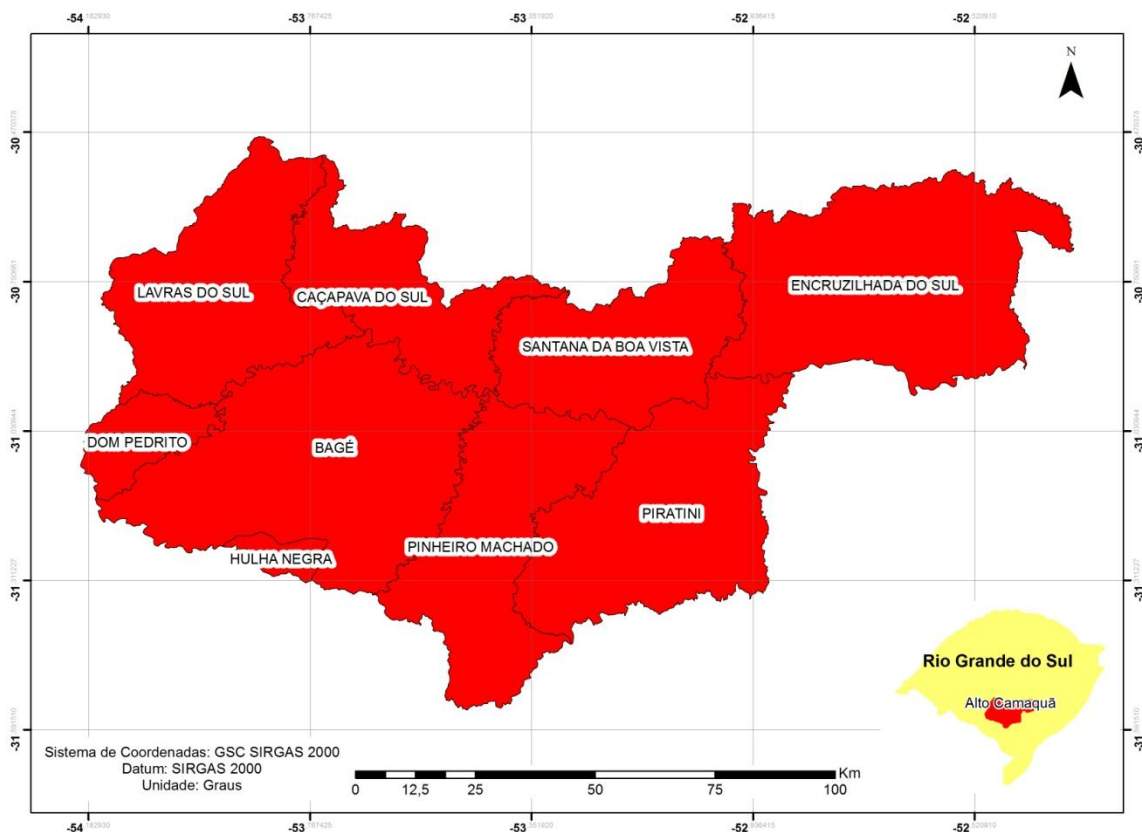
Apesar de se compreender que os dados do IBGE não correspondem com as novas pesquisas realizadas por pesquisadores sobre os conceitos de pecuária familiar e agricultura familiar no RS, estes são os dados disponíveis para acesso mais confiáveis até a realização desta pesquisa.

A análise social possui, então, duas variáveis complementares. Uma chamada de Pecuária e outra de Agricultura Familiar. O IBGE fornece essas variáveis por número de estabelecimentos presentes em cada município, além de um número total de estabelecimentos rurais, como apresentado na Tabela 4.

Essas variáveis são complementares por se entender que nem toda a atividade pecuária é dada por agricultores familiares, assim como nem toda a agricultura familiar se dá por pecuária. Apesar disso, o cruzamento desses dados pode resultar em variáveis representativas do território.

Entende-se que as variáveis antrópicas são as mais difíceis de serem utilizadas em um modelo de fragilidade, pois os dados não são de um território e sim das pessoas que fazem parte deste. Porém, estes dados não podem ser excluídos das análises por fazerem parte do problema, tanto por sofrerem com as pressões quanto por serem agentes das pressões ambientais.

Figura 14 – Municípios da sub-bacia hidrográfica do Alto Camaquã



Fonte: IBGE (2010).

Segundo Padilha (2014) os modelos de planejamento e gestão dos recursos naturais “têm falhado por dissociarem as questões sócio-econômicas dos aspectos ambientais inerentes.” Sendo assim, foi criado um Ambiente Antrópico que envolvesse as variáveis antrópicas disponibilizadas pelo IBGE, com o intuito de diminuir estas falhas metodológicas.



Tabela 4 – Dados antrópicos para análise social

Município	Estabelecimentos Agropecuários	Pecuária	Agricultura Familiar
Dom Pedrito	1439	1 084	713
Encruzilhada do Sul	2 724	2 054	2 092
Caçapava do Sul	3383	2 635	2 637
Lavras do Sul	884	730	588
Pinheiro Machado	1605	1 337	1 158
Bagé	1199	999	713
Santana da Boa Vista	1631	1400	1 337
Piratini	2902	2 541	2 252
Hulha Negra	1030	912	868

Fonte: IBGE (2006).

#### 4.4.7 Balanço Hídrico Climatológico

Para a caracterização do clima da bacia hidrográfica, levaram-se em consideração os dados que influenciam no ciclo hidrológico da mesma, assim foram necessários dados pluviométricos, dados meteorológicos e capacidade máxima de água disponível (CAD). As três variáveis fizeram parte do Balanço Hídrico da Bacia (BHC), que segundo Carvalho et al. (2008) apud Padilha (2014) é uma das melhores referências para a caracterização climática, pois se utiliza de dados disponíveis e de fácil acesso.

O método utilizado para o cálculo do BHC foi o de Thornthwaite e Mather (1955). Para a espacialização no ArcGIS foram utilizados dois métodos: *script* GERHI e Thornthwaite e Mather (1955).

Os dados para a criação do BHC estão disponíveis na Agência Nacional das Águas (ANA), no *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Estes dados foram apresentados nas seções anteriores.

A primeira etapa do trabalho consiste na manipulação dos dados, obtendo como resultado os BHC para os dias atuais. Na segunda etapa, foram acrescentados 8°C (previsão pessimista do IPCC para mudanças climáticas e de probabilidade 60%, conforme relatório realizado pela embaixada britânica no Brasil)

em cada média mensal de temperatura, gerando novos BHC com aumento de temperatura. O recorte deste trabalho não calcula, nos balanços hídricos com mudança de temperatura, as possíveis mudanças no comportamento das precipitações.

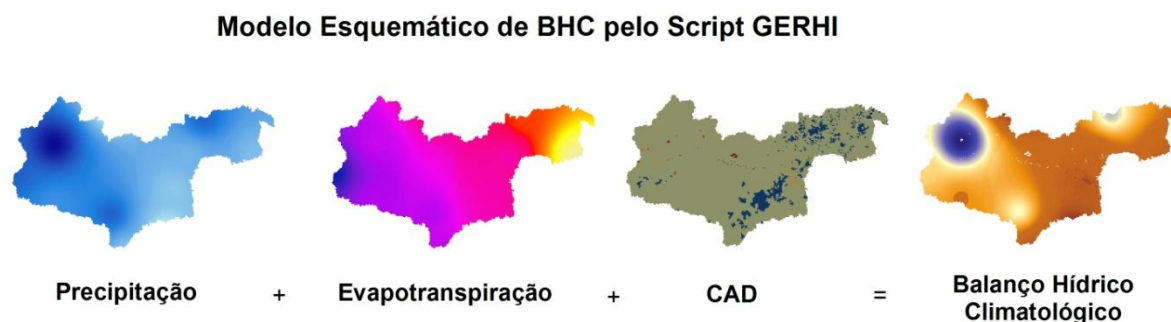
#### 4.4.7.1 Script GERHI

Neste modelo foi utilizado um *script* desenvolvido pelo GERHI (Grupo de Pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos) da UFSM, em linguagem Python de programação e rodado no software ArcGIS 10.2. Este *script* consiste em parte da Tese de Romário Moraes Carvalho Neto para obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal, com principal objetivo de avaliar as incertezas do BHC em decorrência dos processos de espacialização e da disponibilidade de dados.

A principal diferença para o segundo método é que cada pixel receberá um valor de CAD. Porém, os dados de precipitação e evapotranspiração são os mesmos utilizados no segundo método. O BHC é calculado diretamente no programa. Para isso, foram necessários: 12 mapas de precipitação (Tabela 1) e 12 mapas de evapotranspiração (Tabela 2), além de um mapa de CAD para a sub-bacia de estudo (Figura 6).

O BHC é calculado mensalmente, cada mapa de precipitação, compilados com os mapas de evapotranspiração e CAD, gera um BHC mensal, como demonstrado na modelo da Figura 15.

Figura 15 – Modelo Esquemático de cálculo de Balanço Hídrico Climatológico pelo *script* GERHI



#### 5.4.7.2 Thorntwaite e Mather (1955)

Utilizando a procedimento de Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW) no *software* ArcGIS 9.3 e tabelas desenvolvidas no programa Excel para Windows (Tabela 5), o balanço hídrico de cada poço pluviométrico foi espacializado, mensalmente. Os resultados dos BHCs, de todos os poços, são apresentadas no Apêndice A para os cenários atuais e no Apêndice B para os cenários com mudança de temperatura.

Esta metodologia é a mais utilizada e difundida mundialmente. Neste caso, o valor de CAD será o mesmo para todo o território.

Tabela 5 – Exemplo de tabela para cálculo de Balanço Hídrico Climatológico

Ano Normal – Ponto Piratini (03153021)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	103,90	37,69	66,21	60,00	0,00	37,69	0,00	66,2
Set	14,50	130,10	43,91	86,19	60,00	0,00	43,91	0,00	86,1
Out	18,00	135,80	72,11	63,69	60,00	0,00	72,11	0,00	63,6
Nov	19,50	78,20	84,41	-6,21	54,10	-5,90	84,10	0,31	0,00
Dez	21,50	41,90	107,5	-65,64	18,12	-35,98	77,88	29,66	0,00
Jan	23,50	117,30	125,7	-8,44	15,74	-2,38	119,68	6,07	0,00
Fev	23,00	163,20	104,3	58,89	60,00	44,26	104,31	0,00	14,6
Mar	22,00	63,80	99,86	-36,06	32,90	-27,10	90,90	8,96	0,00
Abr	18,50	104,30	66,22	38,08	60,00	27,10	66,22	0,00	10,9
Mai	15,00	95,50	43,95	51,55	60,00	0,00	43,95	0,00	51,5
Jun	13,50	110,40	33,84	76,56	60,00	0,00	33,84	0,00	76,5
Jul	12,00	101,70	28,75	72,95	60,00	0,00	28,75	0,00	72,9

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



## 5 ARTIGO I

### BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DESENVOLVIDO POR DUAS METODOLOGIAS: THORNTWAITE E MATHER, 1995 E *SCRIPT* GERHI/UFSM

#### 1 INTRODUÇÃO

Balanço Hídrico Climatológico, BHC, é uma das ferramentas mais usadas para a estimativa da deficiência e do excedente hídrico, da reposição e da retirada da água do solo e da quantidade de água armazenada no mesmo (CARVALHO, 2011).

O BHC de Thorntwaite e Mather (1995) é estudado e difundido em todo o mundo, isto por considerar que a disponibilidade de água no solo diminui à medida que o armazenamento é reduzido, estabelecendo, assim, o solo como um ingrediente ativo no seu cálculo (CARVALHO NETO, 2011).

Nessa metodologia, a Capacidade de Água Disponível (CAD) pelo solo em função do seu uso é levada em consideração e, portanto, é parte fundamental deste método. Outra variável determinante é a evapotranspiração (ETR) definida pelo conjunto de processos físicos (evaporação) e fisiológicos (transpiração) responsáveis pela transformação da água precipitada na superfície terrestre em vapor d'água (TUCCI; BELTRAME, 2000).

Este estudo foi realizado no território do Alto Camaquã, este é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do rio Camaquã, localizada no terço superior da mesma, abrangendo uma área de 8.172 km<sup>2</sup> e compreendendo uma população de 24.700 habitantes (FEPAM, 2008). Bacia hidrográfica foi definida pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/97 (BRASIL, 1997), como unidade territorial de estudo e gestão, pois compreende-se que por suas características físicas, geográficas e ecológicas possui uma dinâmica estável, com fluxos energéticos estáveis. Além disso, em uma bacia hidrográfica pode-se considerar o ciclo hidrológico na sua integridade (entradas e saídas de água), facilitando o ordenamento do território e o planejamento das ações (COLLISCHONN; TASSI, 2008).

O déficit hídrico e o excedente, calculados pelas diferentes metodologias de BHCs, são importantes para entender o comportamento de determinada bacia hidrográfica e o uso dos recursos naturais da mesma, sendo que, meses com excedente de água poderiam significar uma fonte, a médio prazo, para os meses com déficit. Além disso, identificar os meses com déficit hídrico pode facilitar o planejamento dos cultivos anuais e, portanto, um melhor planejamento de todo o sistema produtivo.

Neste estudo objetivou-se, além de caracterizar a bacia hidrográfica segundo o Balanço Hídrico Climatológico (BHC), encontrar uma metodologia de BHC que melhor discrimine a área de estudo, levando em consideração seus diferentes usos e ocupações do solo e os valores da CAD. Por fim, discutir sobre os resultados desses balanços e os impactos destes na pecuária familiar.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O BHC foi calculado para três diferentes comportamentos de chuva: Ano Normal (com chuvas que se aproximam da média geral); Ano Seco (anos que possuem uma média de chuvas abaixo da média geral) e Ano Chuvoso (anos que possuem uma média de chuvas acima da média geral).

A primeira metodologia utilizada consistiu no cálculo do Balanço Hídrico Climatológico(BHC) de Thornthwaite e Mather (1995) em planilha Excel para Windows. Os BHC mensais, calculados para os poços pluviométricos, foram georreferenciados e extrapolados para toda a bacia no ArcGIS 9.3, com a ferramenta IDW, que corresponde à interpolação entre cada ponto como uma influência local, diminuindo o peso à medida que a distância entre os pontos aumenta.

Para isso, foram necessários três tipos de dados básicos: os dados pluviométricos, que estão disponíveis na Agência Nacional das Águas (ANA), os dados meteorológicos disponíveis no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e, também, os dados da capacidade máxima de água disponível (CAD) adaptados por Carvalho Neto (2011). Por fim, a evapotranspiração foi calculada conforme os mesmos autores (THORNTHWAITE; MATHER, 1955).

O segundo método utilizado no trabalho consistiu no cálculo do BHC através do *script* GERHI, neste foi utilizado um *script* desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos (GERHI) da UFSM, em linguagem Python de programação e rodado no programa ArcGIS 10.2. Este *script* consiste em parte da Tese de Romário Moraes Carvalho Neto para obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal. Neste foram necessários 12 mapas de precipitação e 12 mapas de evapotranspiração (um para cada mês do ano), além de um mapa de CAD.

A principal diferença entre os dois métodos é que no primeiro a CAD será de 60mm, ou seja, apenas uma para toda a bacia hidrográfica, desconsiderando as diferenças de uso de solo. No segundo modelo, o BHC é calculado pixel a pixel pelo próprio *script* e, portanto, há discriminância para a CAD.

O mês de início do BHC deve ser aquele em que o solo está com a sua capacidade máxima atingida, portanto após um longo período de chuvas freqüentes. Para a região deste estudo, este período é muito relativo, porém normalmente de maio à julho seria o período de maior freqüência de chuvas. Escolheu-se, então, o mês de agosto para início do BHC.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 BALANÇOS HÍDRICOS CLIMATOLÓGICOS MENSALIS (BHC)

O BHC gera resultados de excedente ou déficit hídrico mensal para cada estação pluviométrica, nomeados conforme Tabela 1. Estes foram organizados em tabelas que serão discutidas neste capítulo.

Tabela 1 – Estações pluviométricas utilizadas para o Balanço Hídrico Climatológico

Ponto	Nome	Estação ANA
1	Piratini	3153021
2	Tarumã	3052010
3	Passo da Guarda	3052007
4	Serra dos Pedrosas	3052012
5	Lavras do Sul	3053007
6	Caçapava do Sul	3053022
7	Dom Pedrito	3054002
8	Torrinhas	3153017
9	Torquato Severo	3154003
10	Ferraria	3153004
11	Passo da Capela	3153006
12	Pedras Altas	3153007
13	Pinheiro Machado	3153003
14	Paraíso	3153008

Fonte: ANA

Para o Ano Normal, os meses que apresentaram déficit hídrico para a maioria das estações foram: dezembro e janeiro (Tabela 2). Para este cenário o mês de janeiro não possui excedente hídrico para nenhuma das estações. O máximo de déficit hídrico foi de -63,44mm e ocorre no mês de dezembro no ponto 7, Dom Pedrito, e o máximo excedente foi de 214,6mm no mês de maio no ponto 12, Pedras Altas.

Neste cenário os meses de junho, julho, agosto e setembro, poderiam representar uma oportunidade de mitigação dos déficits hídricos para os meses de verão. A perda desses recursos pela sub-bacia significa uma oferta de água para as sub-bacias vizinhas do Médio e do Baixo Camaquã.

Tabela 2 – Déficit e excedente hídrico calculado por Thorntwaite e Mather (1955), Ano Normal

Ponto	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	66,2	86,1	63,6	-0,31	-29,6	-6,0	14,6	-8,9	10,9	51,5	76,5	73
2	-2,0	104,6	86,6	132,3	13,5	-53,3	17,0	131	20,0	-0,4	-1,4	38
3	153	32,8	31,8	-6,6	-40,19	-13,8	0,00	4,20	39,8	-0,1	178,8	74
4	30,2	185,0	79,4	37,2	-5,9	-10,1	-12,7	53,6	18,7	106	126,6	78
5	133	106,1	71,0	-1,3	-41,14	-28,7	0,00	43,1	15,3	13,4	244,1	60
6	-0,2	75,9	89,6	18,12	-12,98	-32,0	0,00	0,00	146	104,9	117,3	116
7	31,16	125,7	132,5	132,55	-63,44	-54,36	0,00	-8,9	6,98	124,0	28,05	21
8	64,47	71,07	125,8	133,09	-14,37	-6,32	35,6	-24	0,00	52,83	42,48	28
9	29,16	39,60	104,5	1,45	-22,61	-54,55	87,6	-3,1	60,5	58,23	62,95	229
10	87,41	57,79	176,1	164,69	15,16	-59,55	-61	0,00	122	36,25	73,46	96
11	9,41	92,59	-0,26	-12,57	-0,07	-5,08	-9,0	-30	0,00	0,00	86,01	414
12	41,69	60,41	19,28	10,26	-0,47	-24,59	-14	9,08	12,4	214,6	92,18	117
13	-0,41	21,25	169,1	85,79	32,57	-52,61	-88,2	-44	257	53,48	98,48	72
14	37,07	63,77	-0,62	1,17	8,94	-16,10	-37,31	-5,0	303	141,7	194,2	117

Fonte: Elaborada pela autora.

A estação de seco aumenta no Ano Seco, como já era esperado houve mais meses com déficit hídrico na maioria dos pontos, de novembro a março. Além disso, o máximo de déficit hídrico passou para -97,9mm, no mês de janeiro, e o máximo de excedente diminuiu para 160,9 no mês de Setembro (Tabela 3).

Tabela 3 – Déficit e excedente hídrico calculado por Thorntwaite e Mather (1955), Ano Seco

Ponto	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	2,81	62,79	62,09	-22,4	-36,0	-68,6	-26,9	-15,0	0,00	0,00	62,44	59,55
2	32,21	87,59	-16,4	-27,6	-29,9	0,00	0,00	-36,6	0,00	40,91	131,3	57,05
3	96,12	8,73	22,58	-1,24	-29,5	115,0	-20,9	-10,2	0,00	-31,2	17,51	-5,21
4	3,42	17,03	-8,67	-3,59	24,27	-55,9	-31,2	-26,9	127,1	31,06	72,81	98,64
5	-0,22	94,81	-16,7	-41,1	-69,6	0,00	3,07	-41,9	-5,41	0,74	44,49	193,9
6	100,7	17,32	91,76	102,6	-39,8	-50,4	-26	0,00	51,00	89,01	33,28	18,34
7	-1,30	34,56	92,21	-35,4	-72,0	-94,0	-28,5	0,00	45,93	37,33	68,75	28,43
8	0,17	62,67	48,46	-14,8	-50,2	-97,9	-32,9	0,00	8,88	27,68	91,98	74,77
9	21,26	20,80	114,1	-31,6	-74,3	-83,3	0,00	-63,0	-6,95	0,00	33,00	88,03
10	-0,14	39,35	-0,69	66,16	3,66	-33,7	-47,6	-4,73	118,9	122,6	-3,50	28,71
11	37,61	160,9	96,09	-31,7	-71,5	-70,9	-20,1	-44,2	34,90	104,2	-0,09	30,79
12	24,99	47,91	43,48	-0,55	-35,6	-41,9	-62,6	-47,1	48,75	12,34	119,8	81,02
13	56,17	174,3	65,86	-37,6	-54,3	-68,5	-44,8	-34,1	0,00	58,62	23,58	29,77
14	3,67	43,27	66,96	-9,30	-23,8	-76,7	-25,4	-4,61	0,00	11,04	85,68	40,17

Fonte: Elaborada pela autora.

Neste cenário os meses de junho a setembro também são meses de produção de água, porém em quantidades muito menores que no ano normal. Apesar disso, algumas das estações apresentam déficit hídrico nesses meses.

O Ano Chuvoso possui nos meses de janeiro e fevereiro a maioria dos pontos com déficit hídrico, com valores maiores do que os observados nos outros cenários. Neste, observou-se que o menor déficit hídrico ocorre em fevereiro no ponto 9 (Torquato Severo) no valor de -38,2mm, ou seja, houve um aumento de 40% no menor déficit hídrico em relação ao Ano Normal, e um aumento de, mais ou menos, 60% no máximo excedente hídrico(336,4mm) que, neste cenário, ocorre em setembro no ponto 3, Passo da Guarda (Tabela 4).

Tabela 4 – Déficit e Excedente Hídrico calculado por Thorntwaite e Mather, Ano Chuvoso

Ponto	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1	196,	160,6	160,7	48,89	282,2	-18,3	1,45	284,1	251,0	128,4	125,4	92,549
2	81,4	152,2	163,1	57,79	314,6	-1,26	-15,0	91,77	192,2	125,0	181,5	125,54
3	98,4	60,73	145,2	71,00	308,7	-1,36	-30,8	79,15	122,5	108,6	130,2	185,53
4	204	166,2	265,9	214,8	117,4	42,1	-10,1	83,21	145,0	130,5	210,8	191,43
5	-0,5	336,4	30,95	39,50	-7,20	58,8	-0,01	70,59	291,7	32,62	195,9	85,376
6	74,9	13,92	266,2	155,5	239,2	-24,3	194,3	-4,06	0,90	95,31	163,6	107,64
7	81,0	1,40	74,81	126,5	81,55	-29,5	108,6	90,44	126,7	160,4	144,9	27,131
8	240	269,6	182,8	82,39	311,8	33,7	-9,65	241,9	246,4	97,28	105,2	110,37
9	194	163,5	156,2	98,95	192,5	25,2	-38,2	154,3	232,9	88,83	149,9	141,83
10	196	156,6	182,4	72,09	293,8	58,0	-8,00	171,7	213,1	125,7	146,5	85,149
11	196	98,8	164	80,59	295,9	-4,54	-6,44	84,87	215,1	161,2	143,5	124,75
12	209	135,0	151,2	44,26	174,4	-1,48	-11,9	156,3	253,5	35,54	152,0	138,12
13	197	192,1	160,8	80,59	260,2	-5,50	4,87	323,4	277,6	97,28	176,3	86,874
14	-0,1	420,7	120,3	61,89	-5,86	0,00	-18,3	108,8	191,5	29,38	222,2	130,47

Fonte: Elaborada pela autora.

Os resultados apresentados demonstram um alto déficit hídrico para a bacia do Alto Camaquã, principalmente, nos meses de janeiro e fevereiro nos cenários de Ano Normal e Ano Seco. Porém, nos meses de dezembro à março, algumas estações apresentaram déficit hídrico mesmo no Ano Chuvoso.

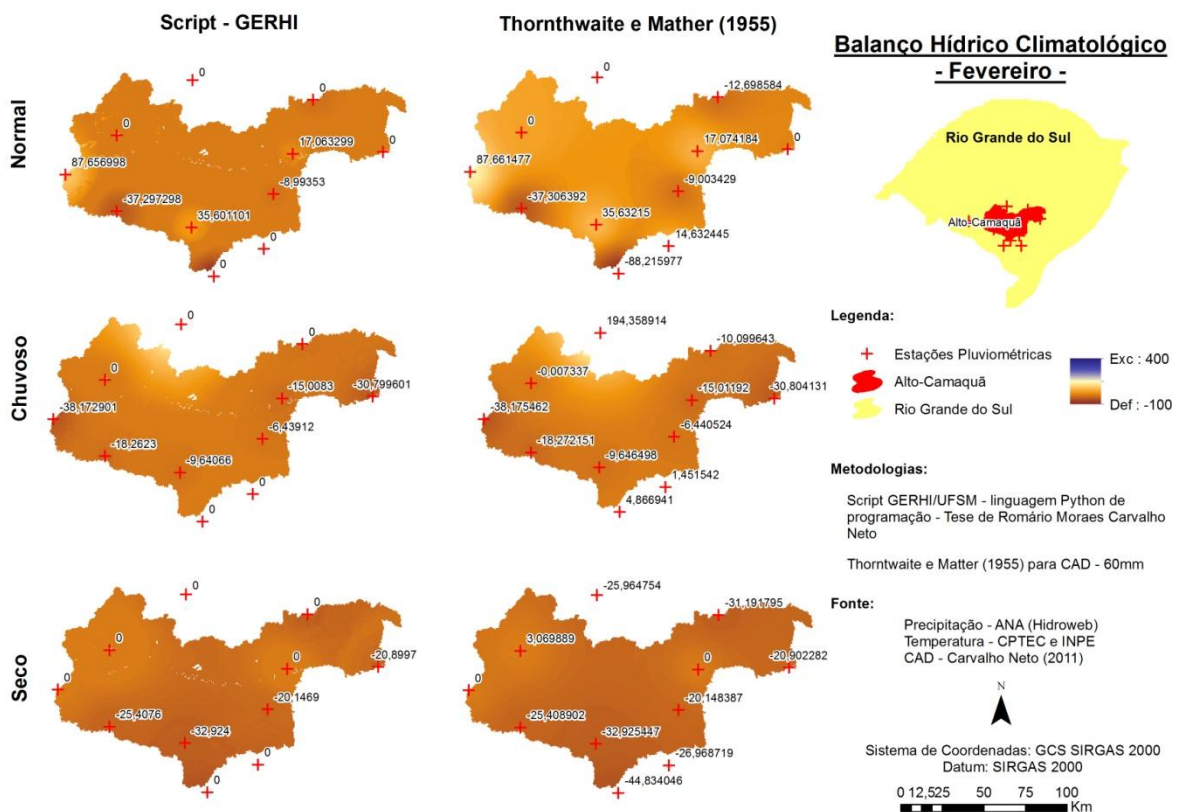
O excedente hídrico gerado nos meses inverniais, de junho à setembro, para todos os anos de estudo, na maioria das estações, representa que há produção de água no Alto Camaquã e que esta deveria ser mais bem gerida e manejada conforme as necessidades dos pecuaristas familiares.

Além disso, o BHC foi calculado com valor de CAD 60mm, que representa a maior parte da bacia, por esta apresentar uma vegetação campestre. Uma possível mudança no uso e ocupação do solo para atividades do agronegócio causaria uma diminuição deste valor e um aumento do déficit hídrico.

### 3.1.1 Espacialização dos resultados

Ao espacializar o BHC, pode-se observar como a bacia se comporta em todo o seu território e não apenas no local de medição da estação. A Figura 1 apresenta o mês de fevereiro para os três cenários, nos dois métodos executados, demonstrando a existência de déficit hídrico mesmo no Ano Chuvoso.

Figura 1 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês fevereiro



Fonte: Elaborado pela autora.

Tapia e Novelo (2016) explicam que, em consequência dos usos e ocupações do solo e da exploração indiscriminada dos recursos naturais, em qualquer cenário

de balanço hídrico para bacias hidrográficas de alta exploração, continuaria existindo uma brecha entre a demanda e a disponibilidade dos recursos hídricos. Os autores ainda ressaltam que este déficit implica na necessidade de se obter novas fontes hídricas em médio prazo ou de reorganizar os usos das fontes já existentes.

Segundo estudo realizado na região dos Pampas da Argentina por Campo et al. (2016) as precipitações são fatores de impacto desde a época do povoamento do território e são ainda mais importantes para o desenvolvimento de seus habitantes e de suas atividades produtivas. Nos últimos anos, segundo os mesmos autores, o território do Bioma Pampa está sendo submetido a variabilidades meteorológicas que passam por longos períodos de seca até as mais severas inundações.

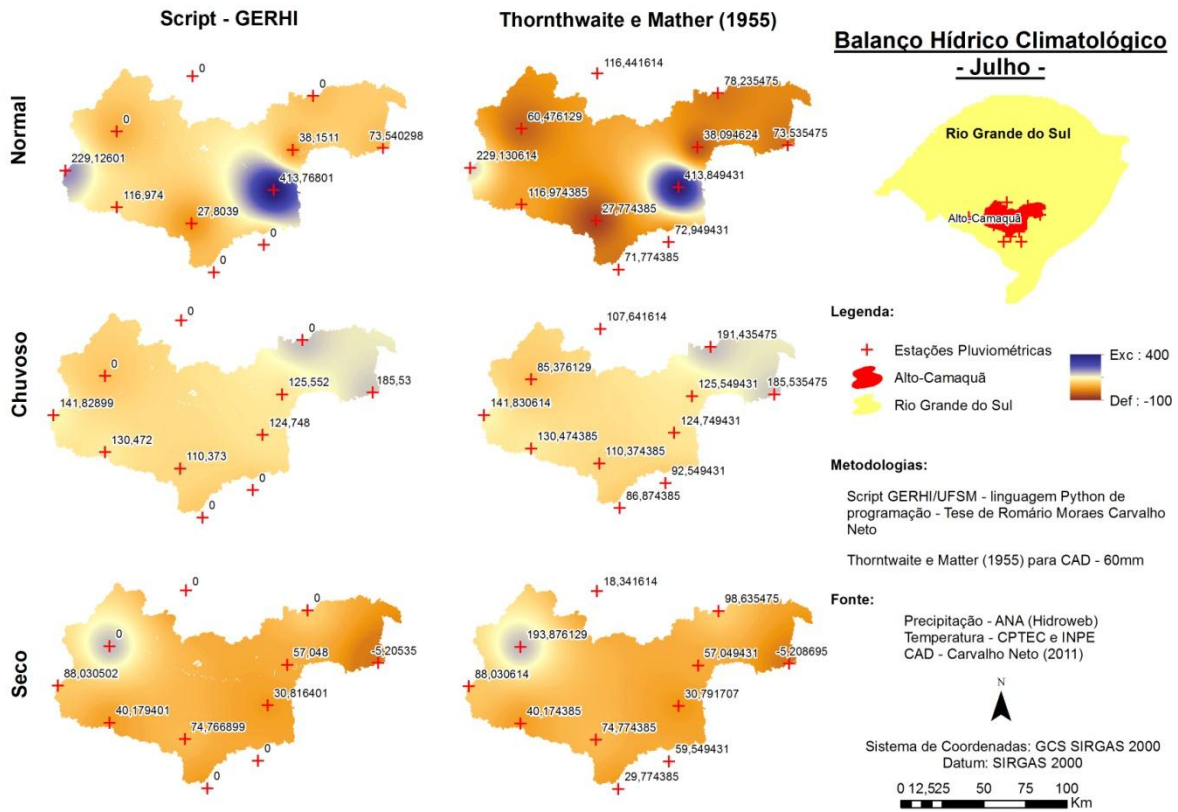
Desta maneira, apesar da maior preocupação deste trabalho ser em função do déficit hídrico, há de se pensar também se as populações que vivem nos vales do Alto Camaquã estão preparadas para enfrentarem eventos de inundações, principalmente nos anos mais chuvosos e nos meses de abril a julho, Figura 2.

Além disso, com as prováveis mudanças climáticas, os modelos do IPCC (2014) indicam que, para esta região, os meses de inverno receberão chuvas mais intensas e mais concentradas, aumentando os excedentes hídricos e o escoamento superficial da bacia até o final do século. O Alto Camaquã é, portanto, um produtor de água para as sub-bacias do Médio e do Baixo Camaquã, nos meses de inverno, principalmente nos anos mais chuvosos.

Esses resultados demonstram que há uma necessidade urgente de se prever novas formas de usos dos recursos naturais e de se implantar uma nova política hídrica, que consiga atender as demandas das populações mais vulneráveis, já que essas cumprem um papel importante na manutenção de ecossistemas naturais, como é o caso dos pecuaristas familiares do Alto Camaquã.

Ademais, é a presença dos pecuaristas familiares que gera essa produção de água nos meses inverniais, uma mudança de cultura significaria também uma mudança no comportamento hídrico na bacia e a diminuição desta produção. Sendo assim, os impactos gerados pela falta de gestão dos recursos hídricos com o objetivo de manter essas famílias na região, seriam sofridos também pelo Médio e Baixo Camaquã.

Figura 2 – Déficit e excedente hídrico para o mês julho

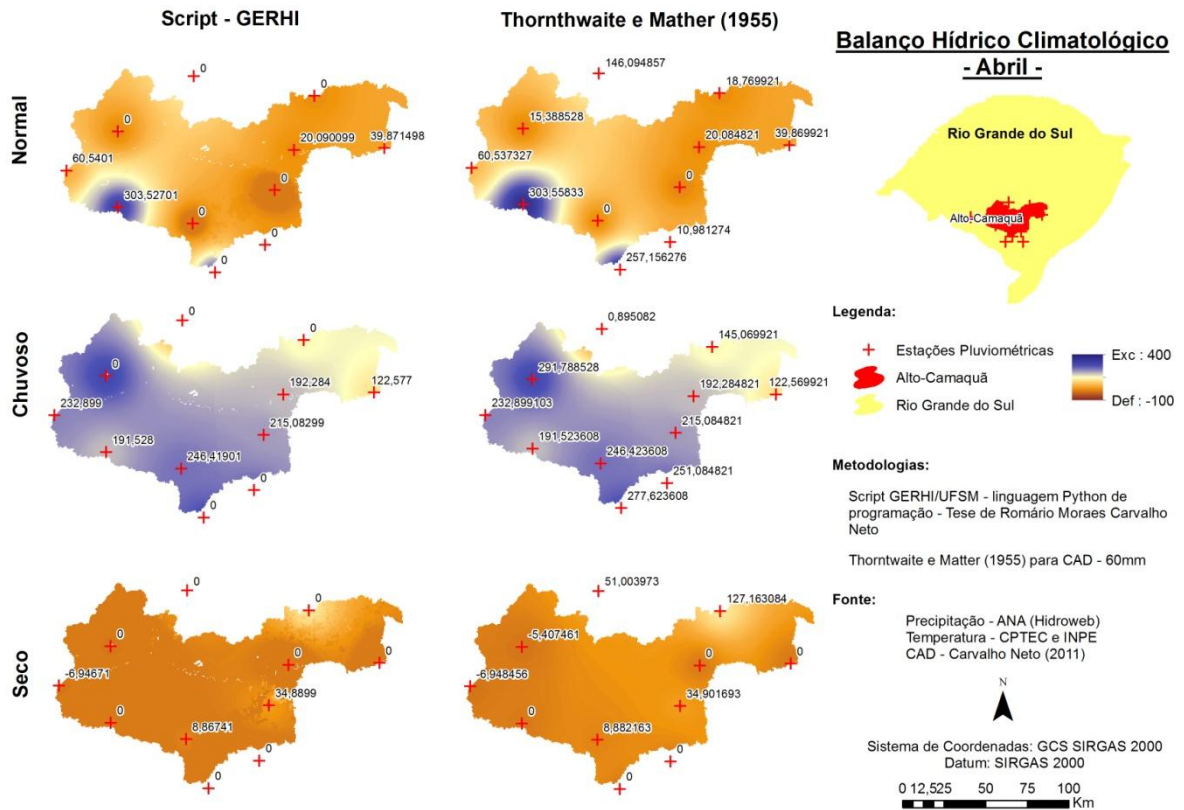


Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2 ANÁLISE DOS MÉTODOS

As duas metodologias se comportam de maneira muito semelhante. Na sub-bacia de estudo, em que a CAD é basicamente a mesma em todo o território, há pouca variação de um método de espacialização para outro (Figura 3).

Figura 3 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês abril



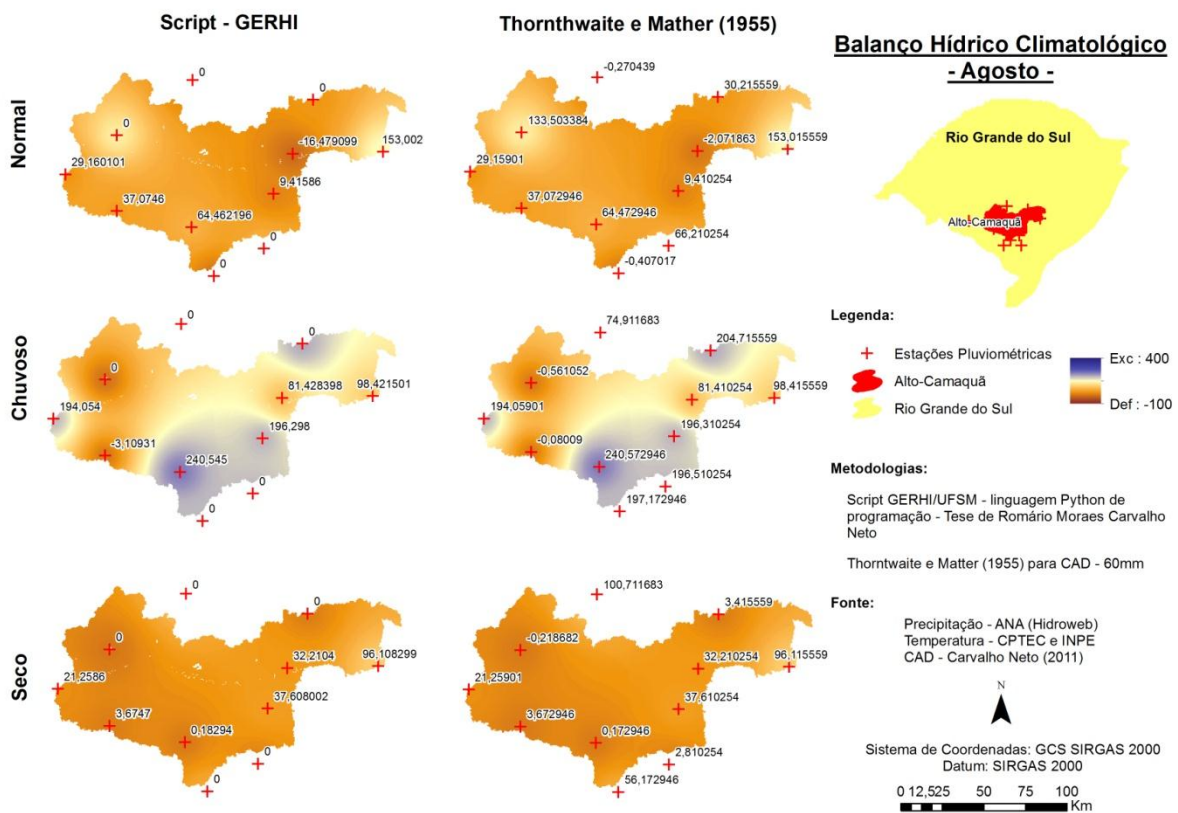
Fonte: Elaborado pela autora.

A única diferença observada, quando se trata de déficit hídrico, foi para o mês de agosto para a estação de Torrinhas no Ano Normal (Figura 4). No entanto, isso só ocorreu porque o *script* GERHI considera sempre que no primeiro mês do BHC não há alteração no armazenamento de água no solo o que, segundo Pereira et al. (2007), é o mais correto, pois, teoricamente, o solo deve estar em sua capacidade máxima de água disponível (CAD) no primeiro mês do balanço.

A principal característica do modelo do *script* GERHI é mesmo a discriminância pixel a pixel em função do valor de CAD. O ponto Lavras do Sul cai exatamente em um valor de CAD igual a zero, pois é uma área urbana e, portanto, nota-se uma diferença de valores do BHC para todos os anos de análise.

Em uma bacia hidrográfica com alta variabilidade no uso e ocupação do solo, poderiam ocorrer diferenças mais significativas entre os métodos.

Figura 4 – Déficit e Excedente Hídrico para o mês Agosto, comparação entre métodos



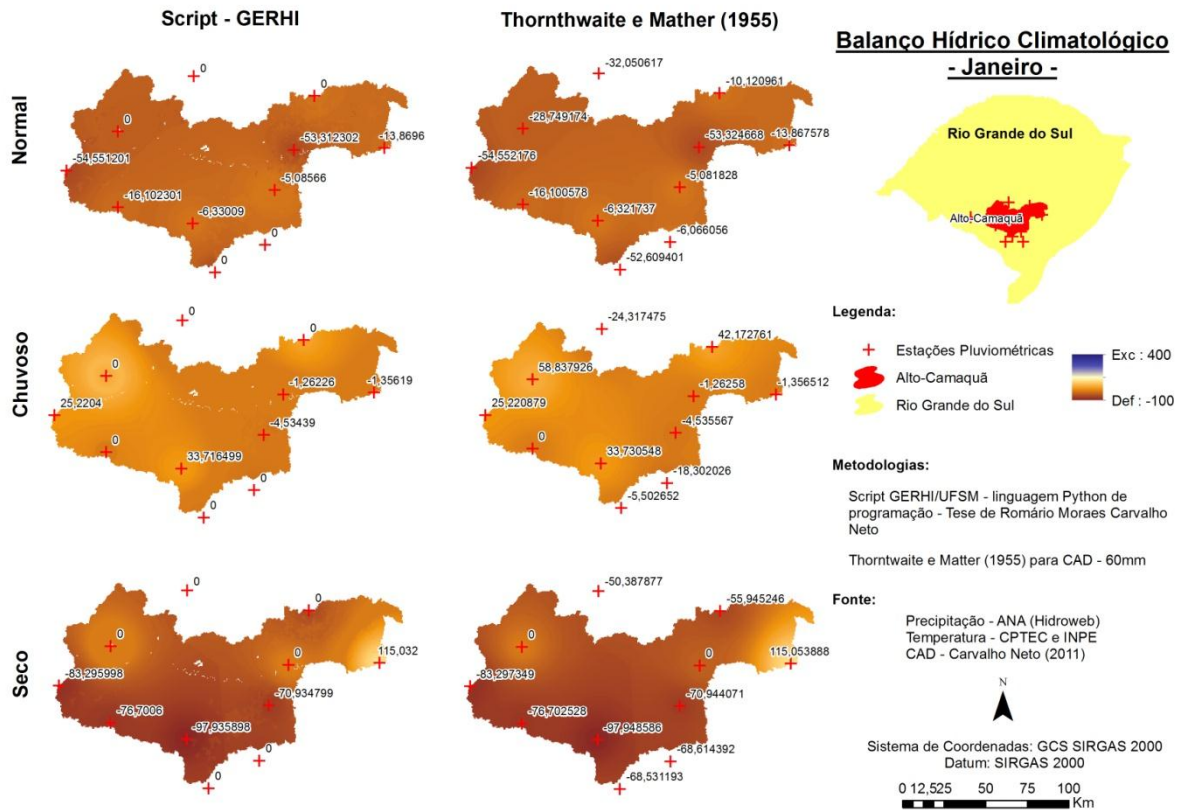
Fonte: Elaborado pela autora.

Ademais, mesmo quando o valor do ponto é exatamente o mesmo para os dois métodos, o *script* GERHI identifica os pixels com diferença de CAD. Um exemplo dessa característica aparece no mês de Janeiro, Figura 5, para o Ano Seco.

O mês de janeiro é um dos meses mais importantes, pois é quando há maior déficit na maioria das estações e, portanto, maior fragilidade por parte dos pecuaristas. Além disso, as máximas de déficits são muito elevadas.



Figura 5 – Déficit e excedente hídrico mês janeiro com diferenças de CAD



Fonte: Elaborado pela autora.

## 4 CONCLUSÕES

Os resultados comprovam a hipótese de que os pecuaristas familiares do Alto Camaquã sofrem com muitos meses de déficit hídrico em todo o território. Constatou-se que, independente do cenário, os meses de janeiro e fevereiro são os de maior déficit hídrico em todo o território. Porém, nos meses de junho à setembro há excedente hídrico capaz de minimizar os impactos gerados pelo déficit nos meses de verão.

O Alto Camaquã pode ser considerado como produtor de água em todos os anos de estudo, no período do inverno, e esta água é transferida pela sub-bacia do Alto Camaquã e distribuída no Médio e no Baixo Camaquã.

Além disso, pode-se confirmar que o BHC é uma ferramenta muito importante nas análises ambientais, pois, a partir dela, é possível inferir dificuldades e potencialidades do uso dos recursos hídricos.

As metodologias estudadas demonstraram grande eficiência no cálculo do BHC. As diferenças que ocorrem nas duas não modificam o comportamento geral da bacia e, portanto não causam diferenças significativas no que tangem déficit e excesso hídrico. Porém, o segundo método (*script* GERHI) consegue diferenciar melhor os locais onde variam os valores de CAD e, para regiões com alta variabilidade de uso de solo e para uma análise mais detalhada, traria resultados mais consistentes.

Entende-se que, independente do método escolhido, as ferramentas de geoprocessamento são muito eficientes na espacialização dos resultados obtidos e para a compreensão do comportamento das bacias hidrográficas.

Espera-se que esses resultados possam servir de auxílio aos tomadores de decisão e que novas políticas públicas sejam trabalhadas para que os déficits hídricos diminuam nos meses de verão. Nesse sentido, é necessário intensificar trabalhos que ajudem essas populações a se adaptarem e aumentarem sua resiliência diante de tais pressões ambientais. Além disso, os excedentes hídricos, nos meses inverniais, podem ser utilizados na gestão dos recursos hídricos com o intuito de armazenar água para os períodos mais críticos.

## 6 ARTIGO II

### CENÁRIOS DE DÉFICIT HÍDRICO CAUSADOS PELO AUMENTO DE TEMPERATURA NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA ALTO CAMAQUÃ

#### 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas são uma alteração permanente em um conjunto de condições meteorológicas e aconteceram diversas vezes no passado por causas naturais. Entretanto, as atividades humanas, em especial as que utilizam combustíveis fósseis, vêm alterando a estabilidade climática do planeta (IPCC, 2014).

Neste trabalho, aceita-se que são mais prováveis os modelos e previsões do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), ao constatar que as mudanças climáticas estão causando o aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos (chuvas e secas intensas), além de um aumento de temperatura média mensal (de 2°C à 7°C) até 2100 e acima desses valores para anos posteriores. Ainda, seguindo recomendação do estudo realizado pela Embaixada do Reino Unido no Brasil intitulado: *“Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação”*, lançado em março de 2016, este trabalho utiliza dados de probabilidade média/alta de ocorrência se as emissões de gases estufa não diminuirão (NOBRE et al., 2016).

A sub-bacia hidrográfica em estudo chama-se Alto Camaquã e pertence à Bacia Hidrográfica do rio Camaquã no estado do Rio Grande do Sul. Segundo Neske et al. (2012), a região possui como principal atividade econômica e socio-cultural a pecuária familiar. Uma categoria que instituiu a sua identidade baseada na atividade produtiva da pecuária de corte. Esta atividade, mesmo coexistindo com as forças dominadoras do capitalismo, mantém muitas características produtivas “pré-modernas”, como o abastecimento doméstico através das nascentes da região. Este é o único recurso viável para a manutenção das necessidades básicas diárias, tanto das famílias de pecuaristas familiares, quanto para a dessedentação animal.

Sendo as nascentes dependentes das precipitações, procurou-se estudar como se comportam as chuvas e qual a gravidade do déficit hídrico da região. Para isso foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento.

Além disso, construíram-se cenários preditivos que permitem aferir sobre a disponibilidade hídrica para os pecuaristas familiares frente às prováveis mudanças de temperatura.

Sendo assim, o objetivo deste artigo é inferir sobre o déficit hídrico na sub-bacia do Alto Camaquã relacionado ao aumento de temperatura e aos impactos deste na pecuária familiar.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste estudo, foi realizado o Balanço Hídrico Climatológico (BHC) da sub-bacia hidrográfica. Para tal, foram necessários três tipos de dados: os dados pluviométricos, que estão disponíveis na Agência Nacional das Águas (ANA), os dados meteorológicos fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e, também, os dados de capacidade máxima de água disponível (CAD) adaptados por Carvalho Neto (2011).

Para melhor explicitação, segue descrição destas variáveis:

- **Dados Pluviométricos:** Foram utilizados os dados de chuvas de 14 estações pluviométricas. A série histórica utilizada foi de 1990 até 2013, excluindo anos com dados inconsistentes. Foi realizada a média pluviométrica anual para os 23 anos estudados (Média Geral), visando entender o comportamento das chuvas na estação. A partir daí, foram selecionados três anos para cada estação, chamados aqui de: Ano Normal; Ano Seco e Ano Chuvoso. Com este pressuposto, foram elaborados três balanços hídricos diferentes para cada estação pluviométrica. Sendo, Ano Normal aquele que a média pluviométrica mais se aproxima da Média Geral; Ano Seco aquele que possui menor precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito abaixo da Média Geral; e Ano Chuvoso aquele que possui maior precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito acima da Média Geral.
- **Dados meteorológicos:** As médias meteorológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. Foram utilizados os dados municipais que fazem parte da bacia e que possuem estações pluviométricas.
- **Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD):** Esse termo representa o limite de água entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). A partir desses limites, pode-se determinar a capacidade de armazenamento de água disponível no solo, considerando a profundidade do sistema radicular (CARVALHO NETO, 2011; BERGAMASCHI et al., 1992 apud ROSSATO, 2001).

A primeira etapa do trabalho consiste na manipulação dos dados, obtendo como resultado os BHC para os dias atuais. Na segunda etapa, foram acrescentados 8°C (previsão pessimista do IPCC para mudanças climáticas) em cada média mensal de temperatura, gerando novos BHC com mudança de temperatura.

Apesar de ter sido escolhido um valor de aumento de temperatura considerado pessimista, este é um valor de média/alta probabilidade de ocorrência para os próximos 100 ou 150 anos, segundo relatório da embaixada britânica no Brasil (2016). Essa escolha se deve ao fato de que a maioria dos trabalhos, segundo o mesmo relatório, trabalha com dados de baixa emissão e poucos são os trabalhos com previsões de alta emissão, mesmo esses últimos sendo mais prováveis. O recorte deste trabalho não calcula, nos balanços hídricos com aumento de temperatura, as possíveis mudanças no comportamento das precipitações.

Os resultados anuais foram calculados a partir da média anual (MA) para cada estação pluviométrica, a partir do BHC mensal, conforme exemplo apresentado na Tabela 1. O BHC foi calculado conforme metodologia de Thorntwaite e Mather (1955).

As médias foram georreferenciadas e extrapoladas para toda a sub-bacia no ArcGIS 9.3, com a ferramenta IDW, que corresponde à interpolação entre cada ponto como uma influência local, diminuindo o peso à medida que a distância entre os pontos aumenta.

Já os resultados mensais apresentados foram obtidos através do *script* GERHI – neste modelo foi utilizado um *script* desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Gestão de Recursos Hídricos (GERHI) da UFSM, em linguagem *python* de programação e rodado no programa ArcGIS 10.2. Este *script* consiste em parte da Tese de Romário Moraes Carvalho Neto para obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Tabela 1 – Exemplo de BHC para média anual - Ano Normal

<b>Município</b>	<b>Ago</b>	<b>Set</b>	<b>Out</b>	<b>Nov</b>	<b>Dez</b>	<b>Jan</b>	<b>Fev</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>Mai</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>MA</b>
PIRATINI	66	86	64	0	-30	-6	15	-9	11	52	77	73	33
TARUMA	-2	105	87	132	14	-53	17	131	20	0	-1	38	41
PASSO DA GUARDA	153	33	32	-7	-40	-14	0	4	40	0	179	74	38
SERRA DOS PEDROSAS	30	185	79	37	-6	-10	-13	54	19	106	127	78	57
LAVRAS DO SUL	134	106	71	-1	-41	-29	0	43	15	13	244	60	51
CAÇAPAVA DO SUL	0	76	90	18	-13	-32	0	0	146	105	117	116	52
DOM PEDRITO	31	126	133	133	-63	-54	0	-9	7	124	28	21	40
TORRINHAS	64	71	126	133	-14	-6	36	-24	0	53	42	28	42
TORQUATO SEVERO	29	40	105	1	-23	-55	88	-3	61	58	63	229	49
FERRARIA	87	58	176	165	15	-60	-61	0	123	36	73	96	59
PASSO DA CAPELA	9	93	0	-13	0	-5	-9	-30	0	0	86	414	45
PEDRAS ALTAS	42	60	19	10	0	-25	-15	9	12	215	92	117	45
PINHEIRO MACHADO	0	21	169	86	33	-53	-88	-44	257	53	98	72	50
PARAÍSO	37	64	-1	1	9	-16	-37	-5	304	142	194	117	67

Fonte: Elaborado pela autora.

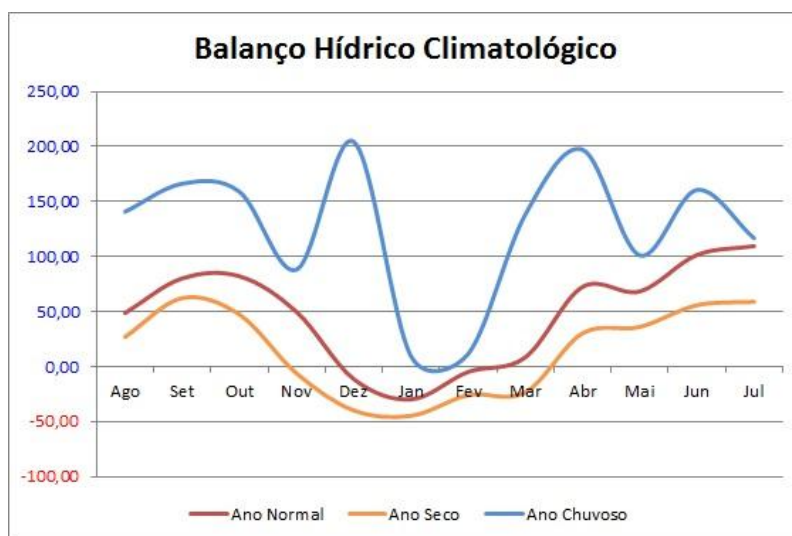
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 RESULTADOS MENSAIS DO BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO (BHC) COM E SEM MUDANÇAS DE TEMPERATURA

Nas próximas figuras, apresentadas em forma de gráficos, são apresentados os valores de BHC médios mensais das estações pluviométricas. Para tanto, foram calculadas as médias de cada mês, de todas as estações, para cada ano estudado, tanto para os cenários atuais quanto para os cenários de aumento de temperatura.

Há déficit hídrico, para todos os anos de estudo, nos meses de janeiro e fevereiro. No Ano Seco esse déficit tem início em novembro e começa a diminuir em março. No Ano Normal, o déficit hídrico vai de dezembro a fevereiro. Neste cenário atual, sem mudança de temperatura, há escassez hídrica para os meses de verão (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico Balanço Hídrico Climatológico Mensal



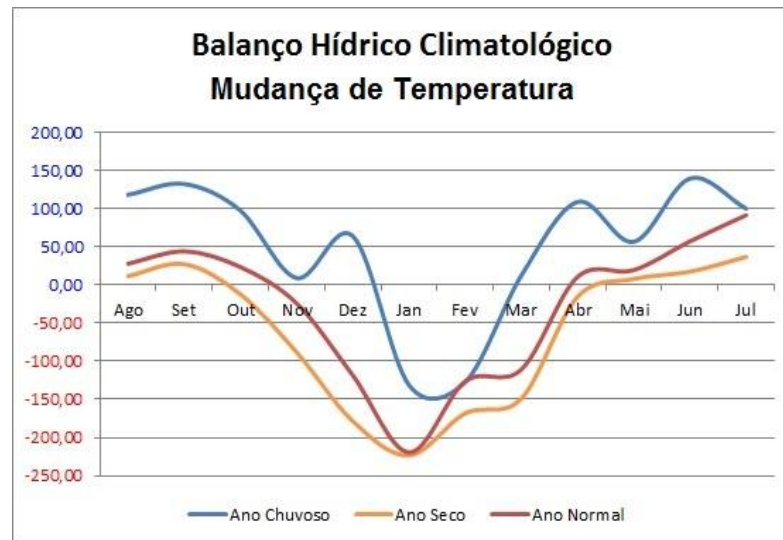
Fonte: Elaborado pela autora.

Nos cenários com mudança de temperatura (Figura 2), as médias mensais de déficit hídrico aumentam para -200mm nos Ano Seco e Ano Normal. Os meses com excedente hídrico são apenas cinco: maio, junho, julho, agosto e setembro.



O Ano Chuvoso, no cenário de mudança de temperatura, passa a ter alto déficit hídrico de dezembro à março, e os picos de chuvas, em meses pontuais, não chegam a 150mm.

Figura 2 – Gráfico Balanço Hídrico Climatológico, com Mudança de Temperatura

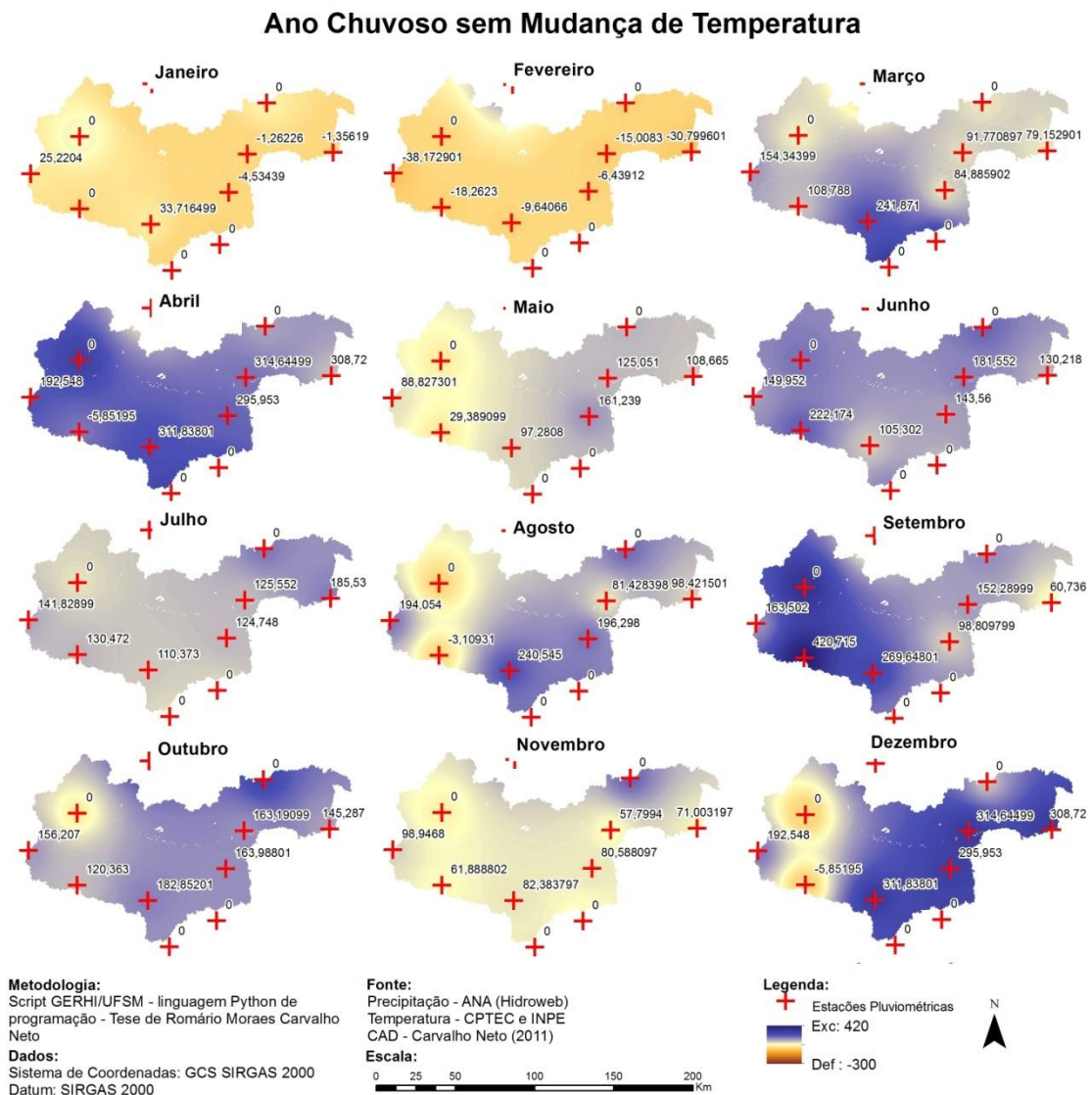


Fonte: Elaborado pela autora.

O BHC mensal apresentou no Ano Chuvoso déficit hídrico para pelo menos uma das estações de dezembro a fevereiro, sendo que o maior déficit foi em fevereiro (-38,17mm). Nos outros meses houve muitos excedentes, principalmente, no mês de setembro em que a estação Paraíso possui o maior excedente anual (423,75mm), como observa-se na Figura 3.

Os relatos dos pecuaristas familiares afirmam que essa realidade dificilmente ocorre no Alto Camaquã. Em entrevistas realizadas por Carvalho (2015) foi relatado que *“de cada 10 anos, sete é de “estio”, principalmente no verão, afetando a produção doméstica e a higiene pessoal.”*

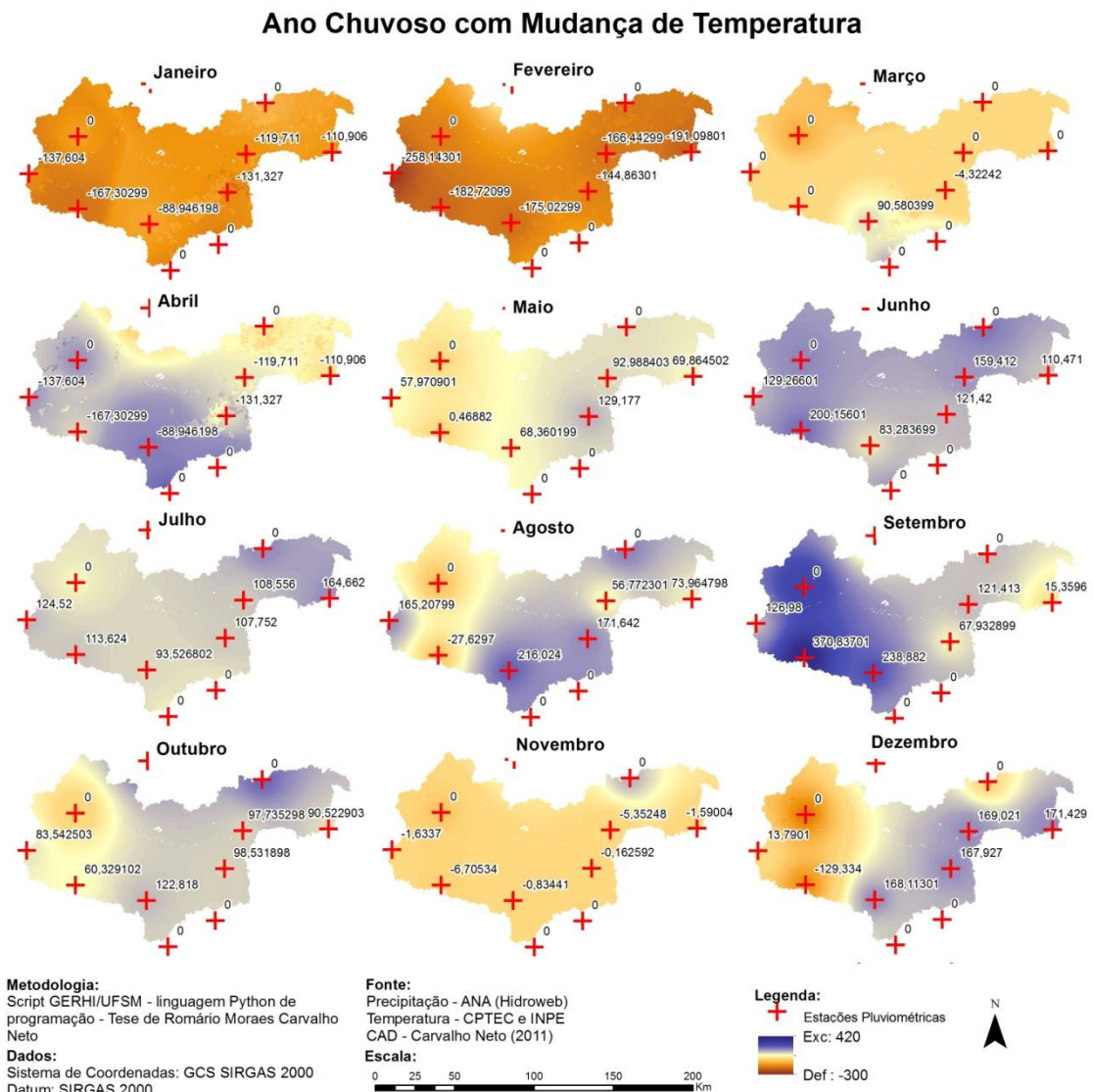
Figura 3 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Chuvoso sem mudança de temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

Quando cria-se um cenário com mudança de temperatura para o Ano Chuvoso os resultados demonstram, que o tempo de estiagem aumentará de Outubro a Março e que o máximo de déficit hídrico continuará sendo em Fevereiro, porém com um valor de -258,14mm (Figura 4).

Figura 4 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Chuvoso com mudança de temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

Os modelos de previsões do IPCC (2014) prevêem que as secas, nos períodos de verão, serão mais longas e mais intensas. Diminuindo, inclusive, a ocorrência de chuvas e o total pluviométrico para estes meses. O recorte deste trabalho não modelou as previsões pluviométricas, portanto pode-se inferir que, com essa mudança de comportamento das chuvas, os déficits hídricos seriam ainda maiores.

Neste cenário a produção de pecuária seria inviável nos moldes em que são realizadas hoje e, provavelmente, se nenhuma intervenção for realizada no sentido

de tentar suprir as necessidades básicas das pessoas que vivem nestes locais, será improvável a manutenção destas famílias nestas terras.

A manutenção da pecuária familiar no Alto Camaquã é fundamental para a preservação e conservação do Bioma Pampa, pois é com o pisoteio do gado e com as relações entre as famílias de pequenos pecuaristas e a terra que há uma verdadeira sustentabilidade ambiental. Nesse sentido, é necessário que a sociedade e os tomadores de decisão entendam que a pecuária familiar, ao manter sua relação com o campo, presta serviços para todos, seja na produção de alimentos de qualidade ou na conservação das belezas naturais do território ou, ainda, na manutenção dos serviços ecossistêmicos do bioma.

Nos meses de Abril a Setembro, seria possível, através de construções de barramentos, armazenar água para a época de estiagem. Sabe-se que o relevo, o tipo de solo e as condições morfológicas da região, dificultam as obras de engenharia no que tange a distribuição da água armazenada, então novas tecnologias devem ser pensadas para casos extremos de déficit hídrico como este.

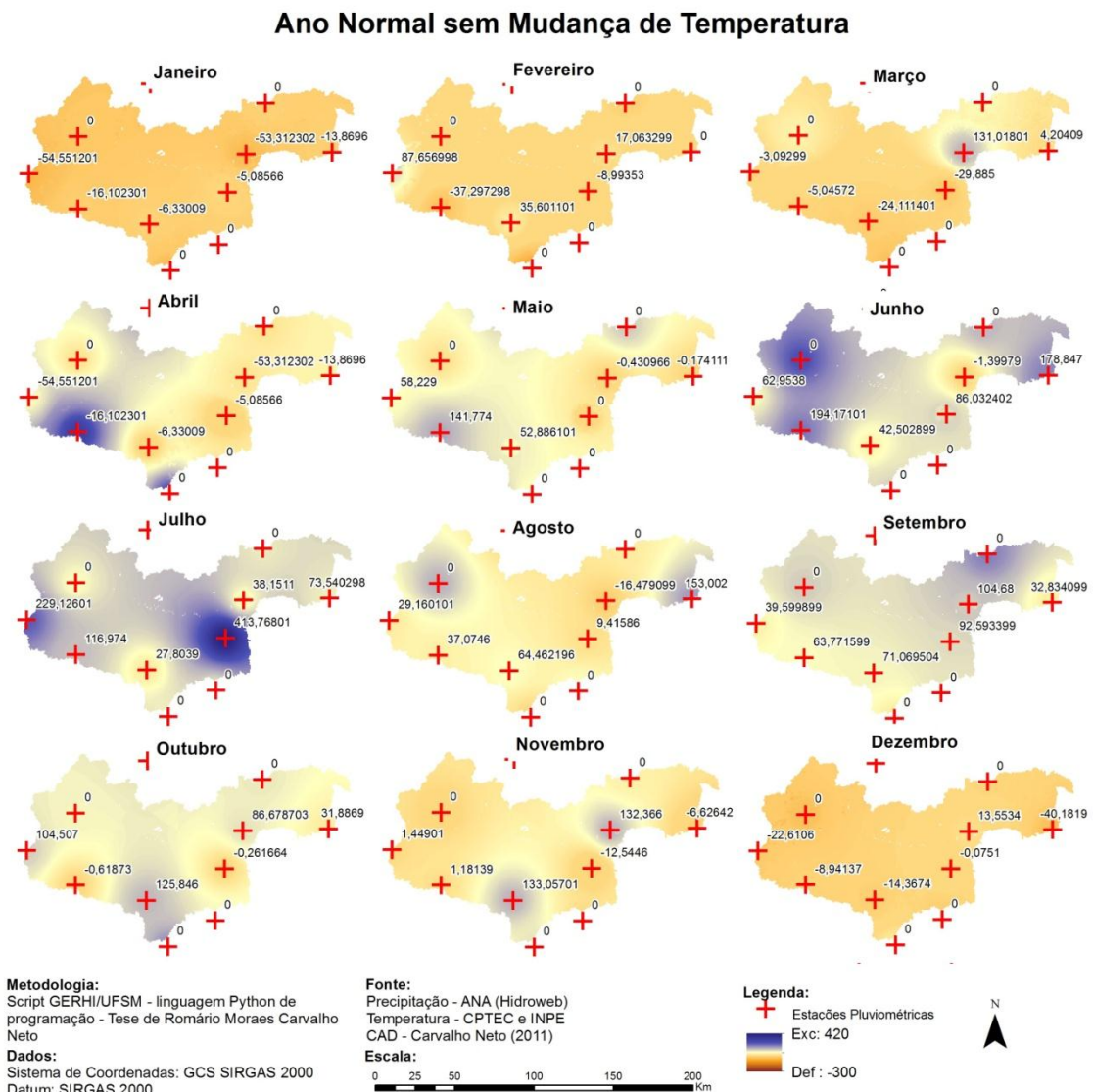
Esses resultados demonstram que as demandas resultantes deste déficit hídrico no Alto Camaquã nos meses de verão podem ser supridas pela produção de água nos meses inverniais.

Na análise do Ano Normal, mesmo sem mudança de temperatura, já há déficit de outubro a março, com maiores problemas em todas as estações no mês de janeiro. Neste mês o déficit chega a -54,55mm no ponto da estação Torquato Severo, ou seja, um aumento de mais de 42% em relação ao Ano Chuvoso (Figura 5).

Esse cenário já está sendo vivido pelos pecuaristas neste território, e é relatado também nas entrevistas com estas famílias de Carvalho (2015). Um dos relatos que mais demonstra essa realidade está descrito a seguir: *“...desde que era pequeno sempre foi a função da água nesse lugar . Bah no verão com falta de chuva é bastante, não é poucas.”*

Carvalho et al. (2014) relatam que os pecuaristas demonstram demasiada tristeza quando se pergunta sobre o sentimento que sentem com a falta de água: *“É um pensamento ruim, pensamento ruim, chego a sonhar com essa falta de água, às vezes eu tô sonhando que está chovendo de tanta agonia que sinto.”*

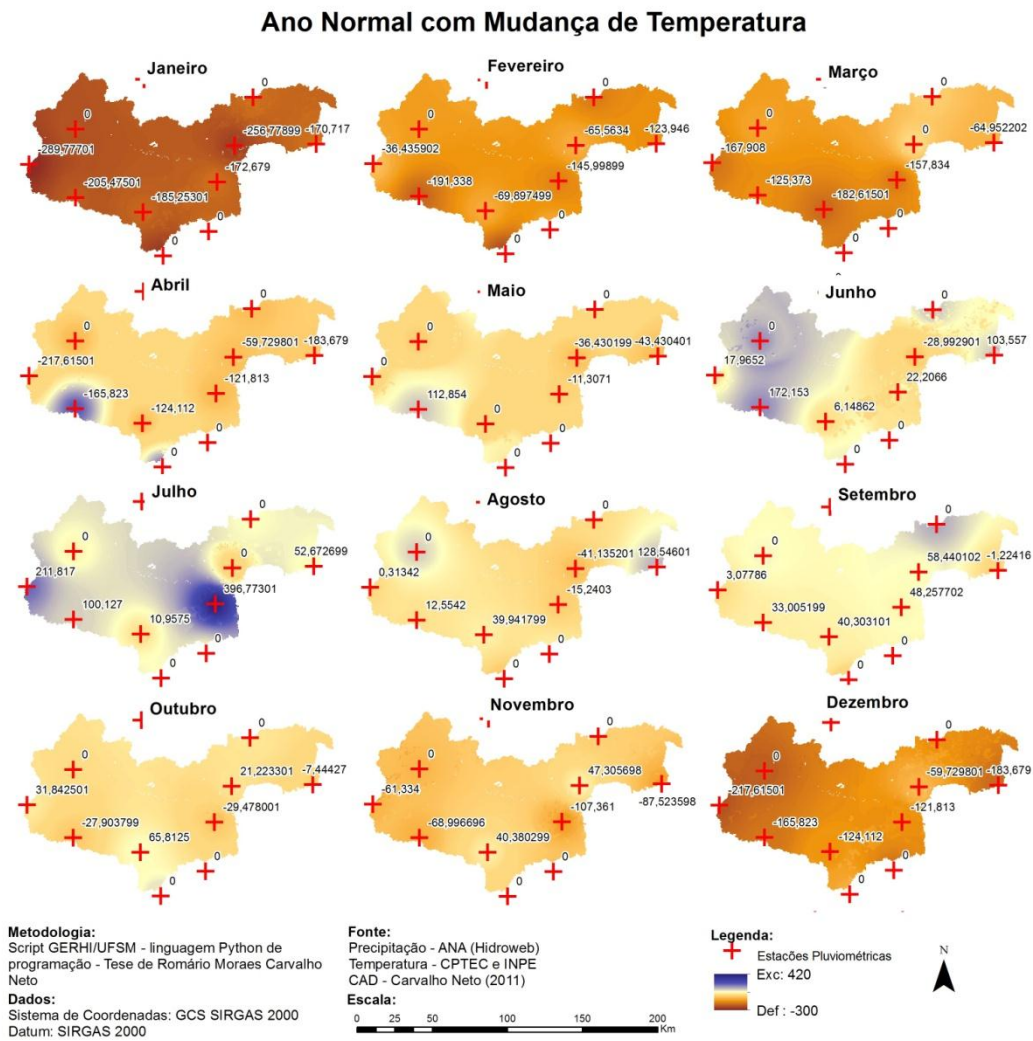
Figura 5 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Normal sem mudança de temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

No cenário com mudança de temperatura, para o Ano Normal, só não há grandes problemas com déficit hídrico de junho a setembro, ainda que existam, nestes meses, algumas regiões com pequeno déficit hídrico. Janeiro e fevereiro passam a ter grandes déficits com um verdadeiro cenário árido (Figura 6).

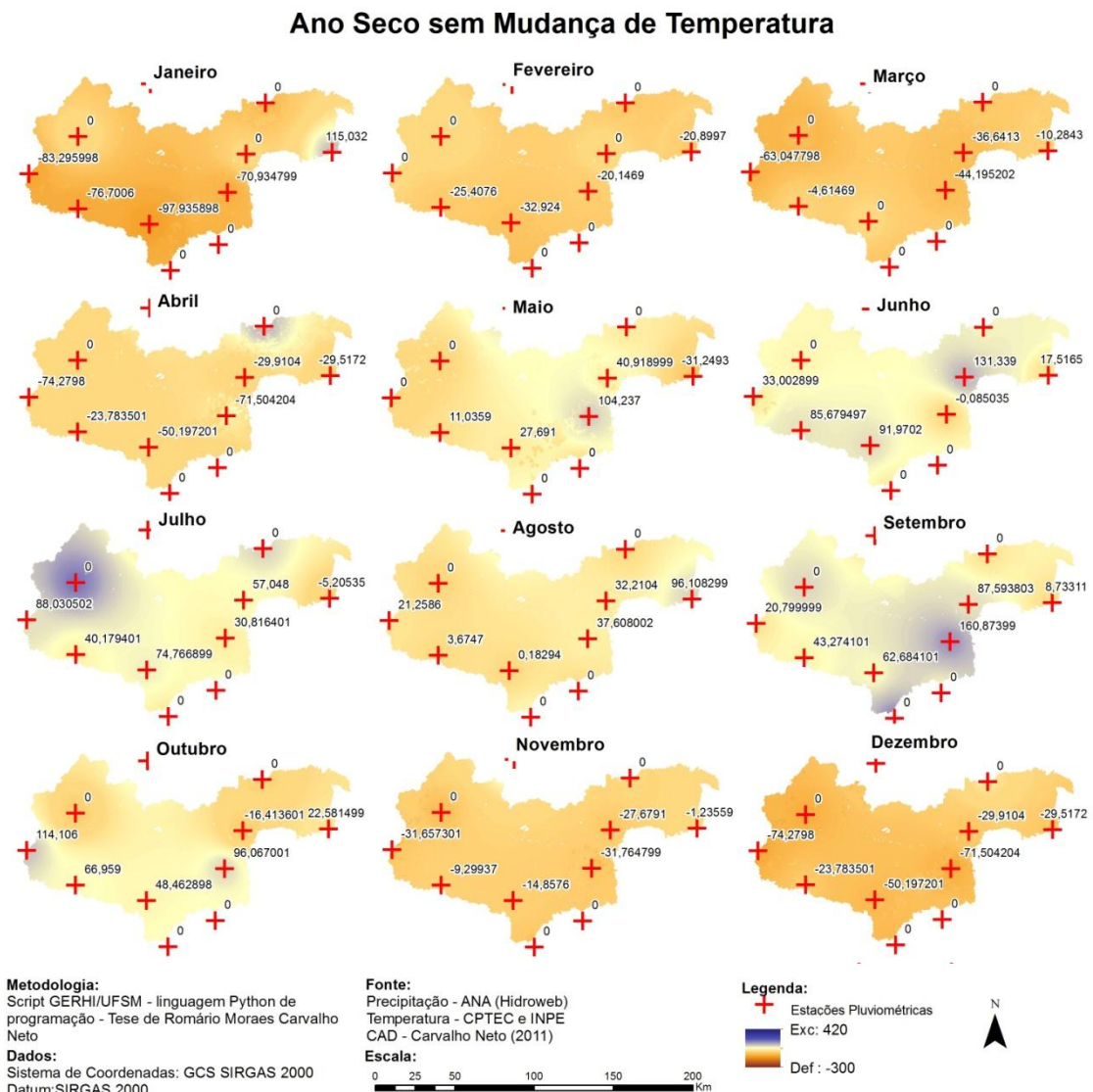
Figura 6 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Normal com mudança de temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Ano Seco o maior déficit hídrico também é em Janeiro (-97,93mm), ou seja aumentou 55% em relação ao “Ano Normal”. Além disso, há déficit hídrico de Novembro à Março (Figura 7).

Figura 7 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Seco sem mudança de temperatura

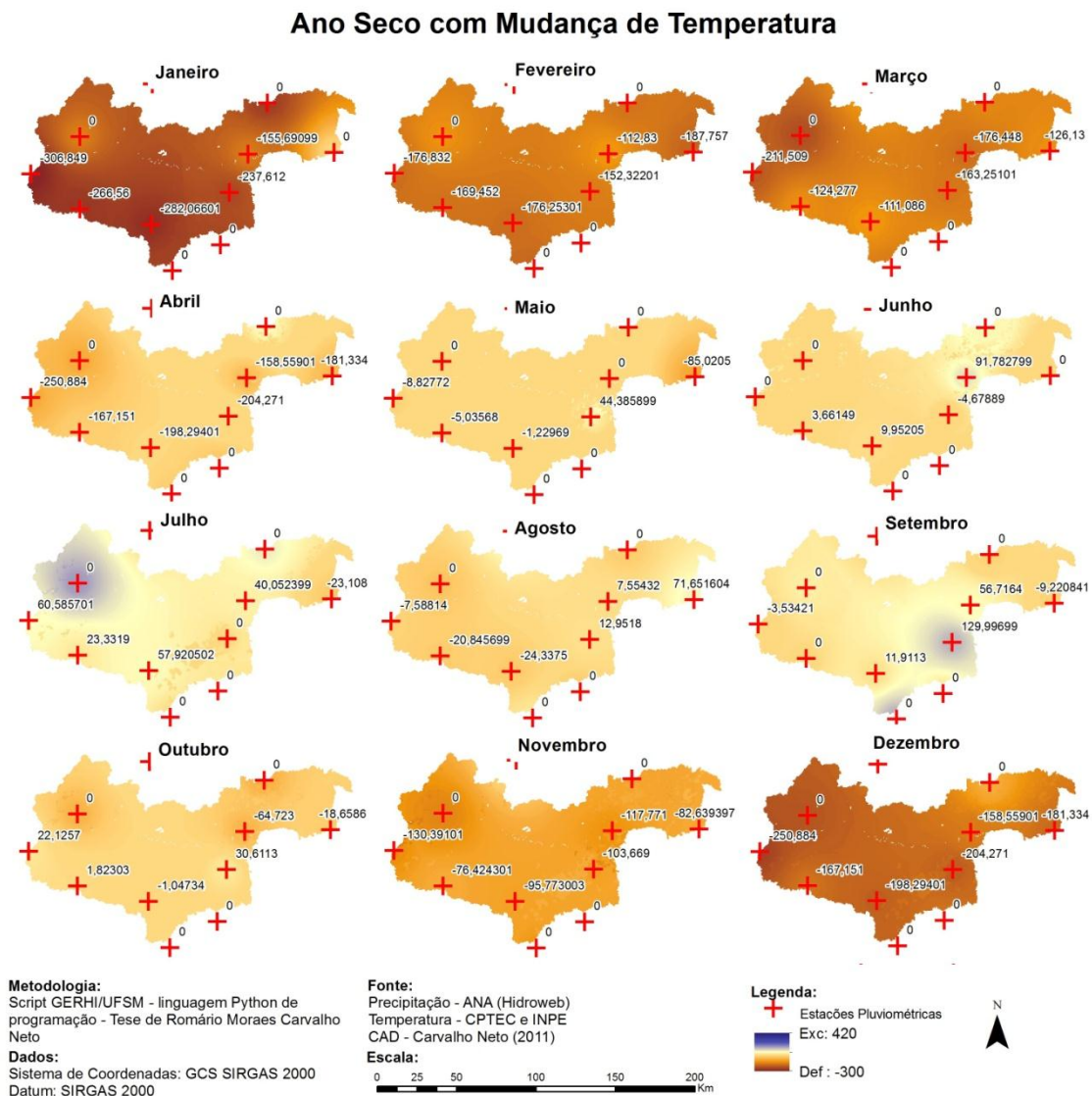


Fonte: Elaborado pela autora.

Este cenário pode demonstrar o que ocorre em anos de La Niña, pois são anos em que há um período maior de secas. Há ocorrência de secas mais intensas na região sul do Brasil, região deste estudo (GRIMM; BARROS; DOYLE, 2000).

O Ano Seco com mudança de temperatura é o que causa maiores preocupações, pois há um aumento do maior déficit hídrico em Janeiro, chegando a alcançar -266,55mm, ou seja, um aumento de 136%. Novamente, só haverá algum excedente hídrico, com chuvas mais fortes, em junho e julho (Figura 8).

Figura 8 – Balanço Hídrico Climatológico mensal, Ano Seco com mudança de temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

Estes cenários comprovam o que trabalhos qualitativos realizados por Carvalho (2015) já haviam alertado: a escassez hídrica é recorrente, principalmente, no período climático do verão. Além disso, a autora afirma que fica comprovada a inexistência de estratégias para essa problemática.

Os cenários de mudança de temperatura não levam em consideração as mudanças de comportamento das chuvas, previstas nos modelos de mudança climáticas apresentados pelo IPCC (2014). Porém, pode-se inferir que haverá uma diminuição do volume pluviométrico nos meses de verão, portanto os cenários de



déficit hídrico serão ainda mais preocupantes, as secas tendem a ser mais longas nesse período, aumentando os meses de déficit.

Além disso, as chuvas serão mais concentradas e rápidas no inverno, o que indica um provável aumento do excedente hídrico, nos meses de Junho à Agosto. Em todos os cenários há excedente hídrico nos meses invernais, sendo assim há “produção de água” que, por falta de planejamento e infraestrutura, fornece este volume, através do escoamento superficial, para o baixo e médio Camaquã.

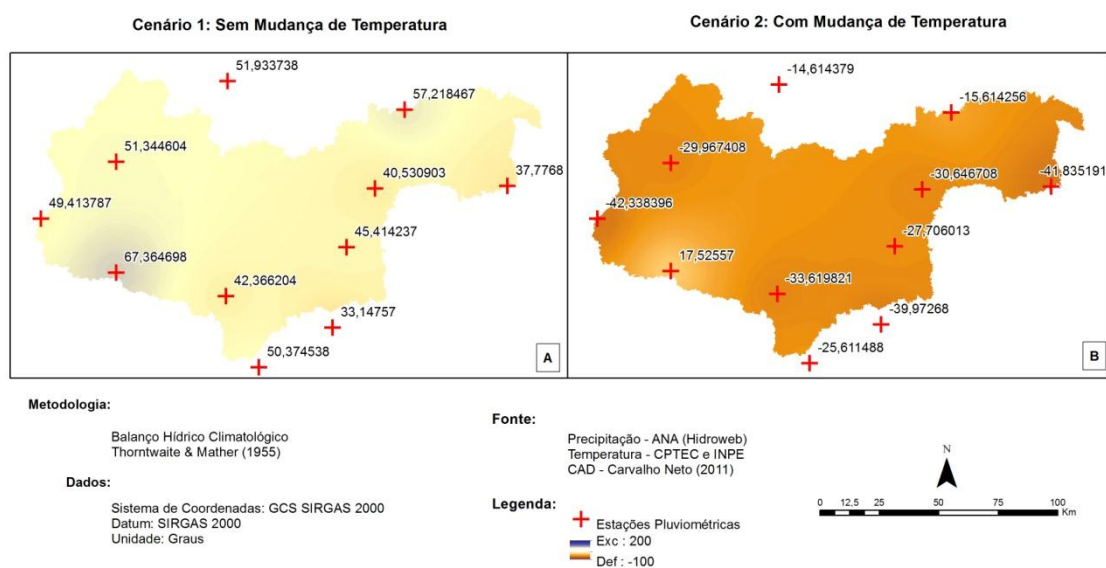
### 3.2 BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO (BHC) ANUAL, COM E SEM MUDANÇA DE TEMPERATURA

Quando se faz uma média anual do BHC, alguns dados ficam mascarados, pois os déficits dos meses de verão são minimizados pelos excedentes dos meses invernais. Contudo, através desta análise percebe-se melhor a mudança de cenário no território quando há mudança de temperatura.

Nos cenários 1 e 2 (Figura 9 a e b), é apresentado o Ano Normal com e sem mudança de temperatura (respectivamente). Percebe-se que quando há uma mudança de temperatura, há um déficit hídrico em quase todo o território, mesmo considerando que existem meses (invernais) que ocorrerão chuvas intensas e, provavelmente, segundo o IPCC (2014), de curto período.

O Cenário 3 apresentado na Figura 9 demonstra que, em um Ano Seco sem mudança de temperatura, há algum excedente de água em todo o território, o que indica que, mesmo nas piores situações, seria possível se pensar em uma melhor gestão dos recursos hídricos para suprir as necessidades dos pecuaristas quando a seca/verão começar. Além disso, obras de engenharia, adaptadas para essa região, poderiam ser uma solução, mesmo que essas sejam consideradas caras.

Figura 9 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Normal, cenários 1 (a) e 2 (b)



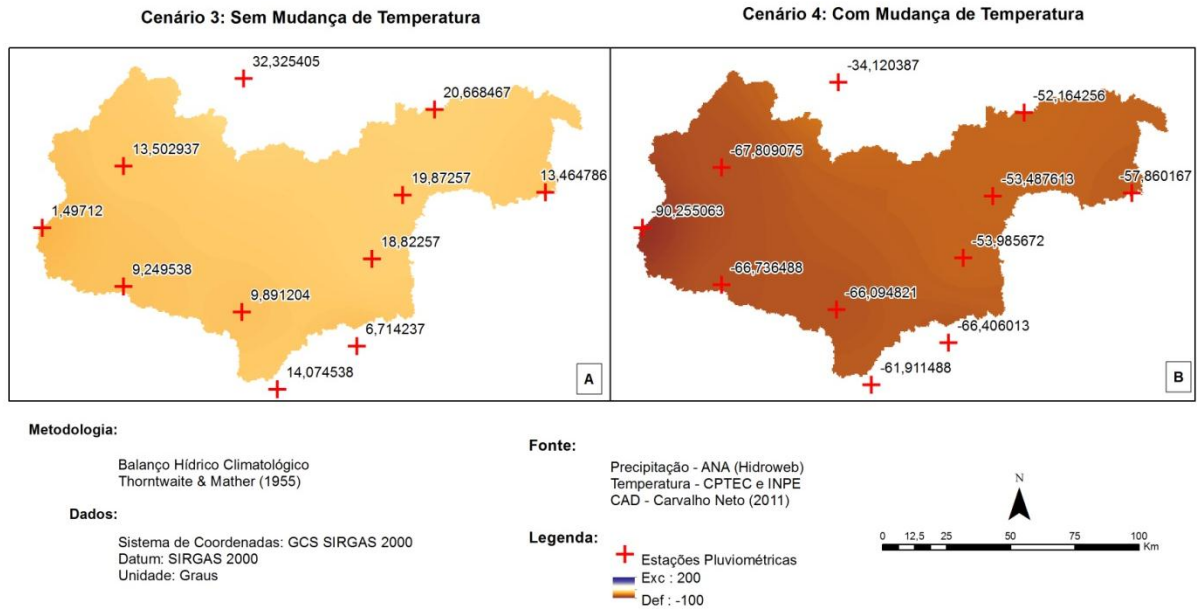
Fonte: Elaborado pela autora.

O Cenário 4 (Ano Seco com mudança de temperatura) demonstra que, mesmo com os meses de excedentes de chuva, as precipitações não supririam as condições da bacia, portanto seria necessário uma adaptação muito maior de todos os agentes envolvidos no território (Figura 10b).

Em Ano Chuvoso (cenários 5 e 6) os resultados para média anual demonstram que, mesmo que o aumento de temperatura ocasionado pelas Mudanças Climáticas ocorram, não haverá escassez hídrica. Porém, como visto nas análises mensais, é necessário um melhor planejamento e gestão dos recursos hídricos para que os meses de verão não sofram os impactos de uma seca (Figura 11 a e b).

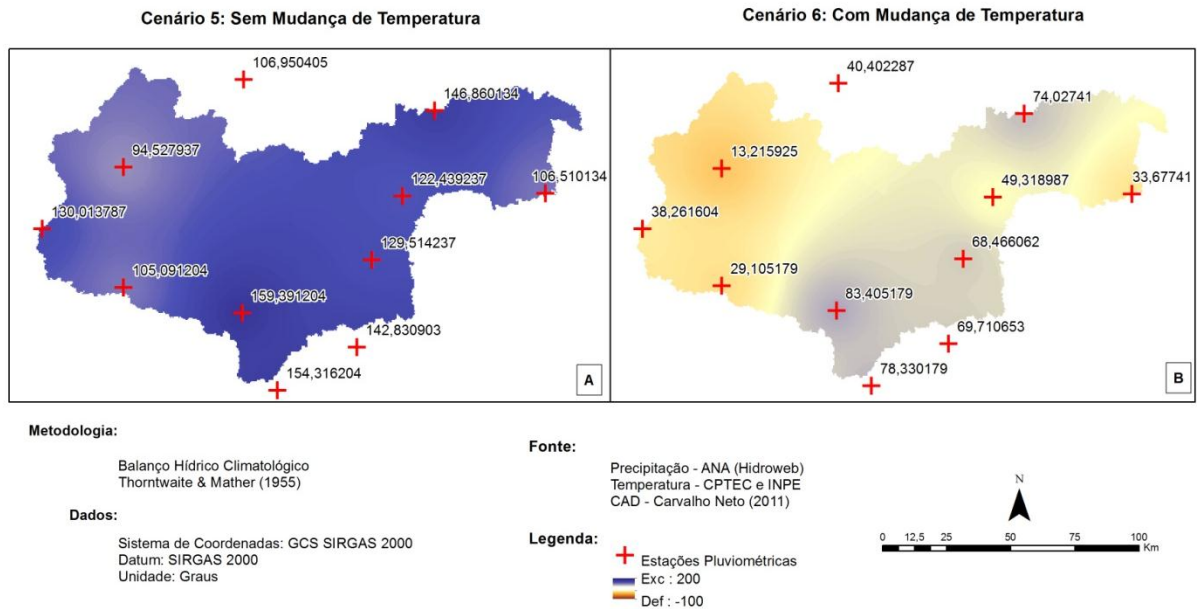
Cenários como “Ano Chuvoso” são mais otimistas e poderiam representar um alento para as famílias de pecuária familiar que vivem no Alto Camaquã. Não obstante, a última ocorrência de um ano como este, anterior ao ano de El Niño 2015, foi em 2002 (CPTEC, 2015), portanto há, mais ou menos, a cada 10 anos. Em uma realidade de pecuária familiar, em que a água da chuva é indispensável para o próprio consumo humano e dessedentação animal, é impossível contar com a possibilidade de boa produção a cada dez anos.

Figura 10 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Seco, cenários 3 (a) e 4 (b)



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 – Médias anuais do Balanço Hídrico Climatológico para o Ano Chuvoso, cenários 5 (a) e 6 (b)



Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, é importante encontrar opções para a adaptação às mudanças climáticas, como explicado pelo IPCC (2014): a gestão de riscos das mudanças

climáticas implica em adotar decisões de adaptação e mitigação que terão consequências nas gerações, na economia e no meio ambiente do futuro.

O IPCC (2014) propõe duas soluções para os problemas de déficit hídrico. A primeira baseia-se na "Mitigação Climática", através de ações estruturais e gestão de recursos hídricos, ou seja, através do armazenamento de água, cuidado com as nascentes e zoneamento ecológico econômico nas áreas de recarga. A segunda solução usa o conceito de "Adaptação Humana" que espera mudanças de comportamentos e de culturas.

Essa segunda foi estudada por Moran (1991), este reforça que, apesar da forte adaptabilidade humana às diversas alterações ambientais, esta depende do conhecimento e desenvolvimento do indivíduo, pois quanto mais se conhecer o problema, maior será a possibilidade de uma co-evolução entre sociedade e ambiente. Além disso, Marengo (2008) prevêem que as espécies de latitudes mais baixas são menos adaptáveis às mudanças climáticas que as tropicais, e dependerão de outros atributos, como: biodiversidade genética, habilidade de migração e rompimento de interações ecológicas.

## 4 CONCLUSÕES

Este artigo demonstra que os efeitos das mudanças climáticas já estão ocorrendo e que, mesmo que elas cessassem antes que as previsões se tornem realidade, o déficit hídrico já está sendo vivido pela sociedade.

Nas regiões de pecuária familiar do Alto Camaquã, além de causar problemas reais de sobrevivência humana, o déficit hídrico dificulta a manutenção da própria produção pecuária.

As soluções para problemas de escassez de água são estudadas por engenheiros há décadas. Entretanto, somente com o incentivo público serão possíveis de se realizar, já que estas envolvem construções civis caras para famílias que lutam pela sobrevivência diária, como o caso dos pecuaristas do Alto Camaquã.

Esses resultados, relacionados à realidade deste território, em que as condições de qualidade de vida já são menores pelo simples fator histórico de construção da sociedade capitalista, podem significar a inviabilização dessas famílias no Alto Camaquã e, conseqüentemente, uma instabilidade no campo e nas cidades em função das migrações.

Recomendam-se novos estudos que compreendam as previsões de mudança climática, incluindo as mudanças de comportamento de chuvas nos modelos.



## 7 ARTIGO III

### FRAGILIDADES AMBIENTAIS DO ALTO CAMAQUÃ E VULNERABILIDADE DOS PECUARISTAS FAMILIARES FRENTE A DISPONIBILIDADE HÍDRICA

#### 1 INTRODUÇÃO

O território do Alto Camaquã, região de estudo deste trabalho, está inserido na metade do Rio Grande do Sul que historicamente é considerada “atrasada” ou “subdesenvolvida”, com terras pouco produtivas e grandes latifúndios, concentrando a riqueza nas mãos e terras de poucos, em que pequenos agricultores dificilmente conseguem se inserir no mercado de uma maneira competitiva (ROCHA, 2011).

Por outro lado, o Alto Camaquã está inserido no Bioma Pampa, bioma este dependente da relação pecuária/campo para a sua própria preservação e conservação (CRUZ; GUADANIN, 2010). Os pecuaristas familiares são parte importante deste processo, por manterem essa relação com pouca interferência dos modelos que visam apenas o extrativismo dos recursos naturais.

É, neste contexto, que vivem os pecuaristas familiares do Alto Camaquã, num processo de modernização incompleta, pois sua lógica de produção agropecuária familiar não se insere nos moldes de produção capitalista. Em contraponto, Plog (2008) acredita que não será possível que esses modelos empresariais e corporativos, pautados acima de tudo na maximização a qualquer custo do lucro e na competitividade, contemplem um caráter efetivamente sustentável.

Os pecuaristas familiares são 60% do total de empreendimentos dos municípios da região, possuem uma forte dependência das chuvas para o abastecimento de suas nascentes, sobrevivência dos animais e sua própria saúde humana. Relatos de trabalhos qualitativos, realizados por Carvalho (2015); Carvalho et al. (2014); Neske (2014); e Matte (2013), demonstram que a forte dependência destes agentes aos recursos hídricos deixa-os vulneráveis aos impactos oriundos dos déficits hídricos.

As previsões do IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) de 2014 não são otimistas, pois as secas no período de verão tendem a se intensificar e a ocorrerem por períodos mais longos, as chuvas serão menos frequentes e mais

intensas nas estações inverniais. Além disso, as temperaturas tendem a aumentar em até 7°C até 2100 e superior a este valor, com probabilidade de ocorrência maior de 60%, até 2150, segundo relatório realizado com apoio da embaixada britânica no Brasil (NOBRE et al., 2016). Esses aumentos modificam, inclusive, os processos de evapotranspiração e, por fim, a disponibilidade hídrica de todo o planeta.

Os modelos de fragilidades ambientais devem, de forma integrada e multidisciplinar, refletir os aspectos socioambientais do território em análise, frente às perturbações no meio ambiente e nos recursos naturais.

Análises de fragilidades ambientais são realizadas com o propósito de se identificar as áreas, de um determinado território, com melhores ou piores condições de resiliência e estabilidade. Estas têm como objetivo maior evitar a degradação de sistemas auto-organizativos, frente às alterações no meio ambiente, decorrentes de ações perturbadoras (CRUZ et al., 2012).

O objetivo deste capítulo é gerar cenários de fragilidade ambiental dos pecuaristas familiares frente à redução da disponibilidade hídrica que poderá ocorrer pelo aumento de temperatura, previstos nos modelos de mudanças climatológicas, no território do Alto Camaquã. Sobretudo, discutir a importância de aumentar a resiliência destas famílias, vulneráveis aos impactos ambientais, para a manutenção dos processos ecossistêmicos desta região do Bioma Pampa.



## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DE ESTUDO

Para que as variáveis de estudo representassem amplamente, de forma multidisciplinar, o território em análise, fez-se necessária uma revisão bibliográfica sobre o assunto e uma seleção preliminar dos aspectos mais relevantes. Após, foram consideradas as variáveis que possuem informações disponibilizadas pelos órgãos públicos competentes e que contemplam as discussões do tema.

Após essa primeira etapa do estudo, identificou-se que as variáveis poderiam ser divididas em três ambientes: Ambiente Físico; Ambiente Antrópico; e Ambiente Hídrico.

Para o Ambiente Físico foram utilizados os mapas de Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD), elaborado a partir de dados de uso do solo disponibilizados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2006), também o Mapa de Resistência do Solo do Estado do Rio Grande do Sul (RS) quanto a resistência a impactos ambientais, na escala 1:250.000, elaborado por FEPAM (2001), e o próprio Mapa de Uso de Solo do RS, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Para o Ambiente Antrópico foram utilizados dados do Censo Agrícola disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), são dados referentes à produção pecuária nos municípios de estudo e à presença de agricultura familiar no território.

Para o Ambiente Hídrico, foram utilizados os Balanços Hídricos Climatológicos calculados pelo método de Thorntwaite e Matter (1955) para os cenários atuais e para cenários com mudança de temperatura. Foi levado em consideração os modelos de previsões do IPCC (2014) que indicam um aumento na temperatura média mensal de até 8°C com as prováveis mudanças climáticas.

Essas variáveis serão mais bem exploradas ao decorrer do trabalho. Os mapas disponibilizados pelo IBGE e pelo MMA utilizados estão em *datum* SIRGAS 2000 e projeção UTM.

A metodologia utilizada para elaboração dos mapas finais foi a de Álgebra de Mapas, no *software* ArcGIS 9.3 (ESRI, 2008), licença concedida à UFSM pela

empresa ESRI - (*Environmentall Systems Reserarch Istitute*), que compreende procedimentos matemáticos de análise espacial aplicados a geoprocessamento e que resultam em novas informações. Trata-se de uma linguagem especializada para realizar operações que tem tanto um sentido matemático quanto cartográfico e espacial.

A metodologia utilizada é a mesma desenvolvida pelo projeto FRAG-RIO (MMA, 2009), através de um esquema de pesos (para variáveis) e notas (para classes), neste método cada variável possui um conjunto de classes aos quais são atribuídas notas, que variam de 0 a 255 (número de cores disponíveis no programa utilizado), sendo que quanto maior a nota atribuída mais frágil é a classe.

As notas, de cada classe das variáveis, são somadas pixel a pixel, por meio de média ponderada dos pesos atribuídos conforme valor de importância para cada variável, por fim são criados os cenários de fragilidade para cada Ambiente. Os pesos referidos acima são aqueles utilizados na matemática para atribuir importância diferente a cada valor, sendo que estes devem somar 100% em cada avaliação (CARDOSO et al., 2015).

As notas dadas para cada classe das variáveis foram relativas à vulnerabilidade da variável frente ao déficit hídrico causado, ou não, pelo aumento de temperatura previsto pelo IPCC em caso de Mudança Climática. Ainda, quando necessário, professores e pesquisadores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (PPGEAmb-UFSM) foram consultados sobre quais as classes deveriam ser consideradas mais frágeis neste estudo.

### **2.1.1 Ambiente Físico - Fragilidade Física**

Neste ambiente foram consideradas três variáveis, a primeira é o Mapa de Capacidade Máxima de Água Disponível (CAD), esse termo representa o limite de água entre a capacidade de campo (CC) e o ponto de murcha permanente (PMP). A partir desses limites, pode-se determinar a capacidade de armazenamento de água disponível no solo, considerando a profundidade do sistema radicular (CARVALHO NETO, 2011).

A partir do uso e cobertura do solo, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), foram determinadas as CADs para a sub-bacia de estudo, conforme Tabela 1. Os valores de referência utilizados para essa variável foram estipulados por Pereira et al. (2002) apud Carvalho Neto (2011) e adaptados para os solos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (2010) pelo mesmo autor.

Tabela 1 – Capacidade Máxima de Água Disponível definidos para o uso e ocupação do solo do Alto Camaquã

<b>Uso e ocupação do solo</b>	<b>CAD</b>	<b>Fragilidade (nota)</b>
Silvicultura	100	64
Pastagem Pecuária	60	128
Pastagem + Lavoura arroz	60	128
Pastagem + Lavoura	60	128
Vegetação Campestre + Pastagem + Lavoura Diversificada	60	128
Vegetação Campestre + Pastagem	60	128
Vegetação Florestal + Lavoura + Pastagem	60	128
Lavoura Soja/Trigo	20	192
Área Urbanizada	0	255
Mineração	0	255

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a análise da fragilidade foram consideradas que as áreas que possuem menor capacidade de água disponível são mais frágeis frente ao déficit hídrico causado ou não pelas mudanças climáticas, portanto possuem maior nota (255). Isso ocorre porque quanto menor a CAD, mais água será escoada e menos água estará disponível para as plantas.

A segunda variável analisada no Ambiente Físico mapa de classificação dos solos do Estado do RS, quanto a resistência aos impactos ambientais, na escala 1:250.000, elaborado por Nestor Kampf para FEPAM (2001), o qual contempla na região de abrangência do projeto, 4 classes de solos. Estas classes de solos possuem variada resistência a impactos ambientais, em função de sua profundidade, textura, gradiente textural, drenagem, nível freático, lençol suspenso, risco de inundação, susceptibilidade à erosão, relevo, declividade, aptidão agrícola e tipo de argilomineral (MMA, 2011).

Esta variável abrange tantas características físicas do solo que sua utilização sintetiza a utilização de outros mapas básicos, como relevo e declividade.

De acordo com os fatores do solo ou do terreno, esta variável foi classificada em 4 classes de resistência a impactos ambientais como consta no relatório da FEPAM (2001): alta (a); média (b); baixa (c) e muito baixa (d). Estas classes receberam notas de fragilidade, como segue: (a) 64; (b) 128; (c) 192 e (d) 255.

A terceira e última variável deste ambiente é o uso e ocupação do solo, as classes são as mesmas utilizadas para a construção da CAD, porém receberam notas de fragilidade referentes à sua importância para a preservação e conservação do ecossistema do Bioma Pampa e da manutenção dos pecuaristas familiares no território frente às mudanças que estão sendo estudadas nesta pesquisa.

O uso e ocupação do solo e as classes foram definidos conforme o mapa disponibilizado pelo IBGE (2007). Estabeleceu-se que, quanto mais propício o uso for para a produção pecuária e manutenção dos agricultores na região, maior será a nota atribuída, pois maior importância se dá a essas áreas. Além disso, sistemas produtivos mais dependentes da água foram considerados mais frágeis que sistemas mais adaptados ao déficit hídrico. A Tabela 2 estabelece as notas para cada classe.

Tabela 2 – Classes e fragilidades (notas) do uso e ocupação do solo no território do Alto Camaquã

Uso Solo	Fragilidade (nota)
Mineração	28
Silvicultura	57
Vegetação Florestal + Lavoura + Pastagem	85
Lavoura Soja/Trigo	113
Vegetação Campestre + Pastagem	140
Vegetação Campestre + Pastagem + Lavoura Diversificada	170
Pastagem + Lavoura	197
Pastagem + Lavoura arroz	224
Pastagem Pecuária	255

Fonte: Adaptado pela autora.

### 2.1.1.1 Atribuição de Pesos e Análise de Sensibilidade

Segundo Padilha et al. (2014) “cabe à equipe ou ao projetista, identificar quais serão os n fatores que farão parte da avaliação em cada um dos ambientes, assim como a definição de sua importância relativa dentro do modelo.”

Essa afirmação é corroborada por Santos (2004) quando afirma que há sempre uma ou mais alternativas de solução para um mesmo problema no decorrer de um planejamento, aos pesquisadores/planejadores cabe encontrar alternativas que diminuam os erros e apresentem alternativas aos tomadores de decisão.

Uma das alternativas para diminuir as incertezas nos modelos de análise multicritério, quanto à ponderação das variáveis do estudo, proposta por Trevisan (2008) é o de “Análise de Sensibilidade”. Esta análise pode revelar redundância entre fatores, evidenciando a importância de outros e reduzindo discussões quanto à ponderação das variáveis.

O conceito de sensibilidade “considera as diferenças entre os fatores (mapas) resultantes de processamento da avaliação multicritério quando se faz a variação do peso de um fator mantendo-se os demais iguais” (PADILHA et al., 2014). Segundo os mesmos autores, esta análise necessita da construção de um cenário testemunha (CT), em que seus indicadores (variáveis) possuam o mesmo valor de importância.

Sendo assim, este cenário homogêneo servirá de referencial para a avaliação da diversidade possível de ser revelada em outros cenários ponderados. Esta metodologia foi descrita por Padilha et al. (2014) e será a mesma desenvolvida nesta análise.

O cenário testemunha caracteriza-se por não priorizar nenhum dos temas de sua composição, sendo por isso a situação menos desejável em uma ponderação multicriterial. Portanto, o método para testar a sensibilidade consiste em comparar as matrizes (rasters) sistematicamente ponderadas, a fim de, diferentemente dos casos estatísticos clássicos, em que se busca a aproximação a uma curva de tendência, encontrar as composições que mais se afastem dessa tendência. Em outras palavras, ao adotar o cenário homogêneo como testemunha (ou “cenário esperado”), os resultados de uma análise de sensibilidade são tão mais convenientes (desejáveis) quanto mais afastados da tendência testemunhal, explicando-se dessa forma a inversão estatística (PADILHA, 2014).

Como a Fragilidade Física possui três variáveis de estudo, temos que: F1 (Fator 1) é Uso do Solo; F2 (Fator 2) é Resistência do Solo; e F3 (Fator 3) é CAD. Foram criados cinco cenários diferentes para cada fator colocado em evidência, com

valores de 0 à 50%, sempre somando 100% na ponderação, como apresentado na Tabela 3.

A estatística utilizada foi a correlação de Pearson disponível na rotina *Spatial Analyst Tools/Multivariate/Band Collections Statistics*, no software ArcGIS 9.3. Os resultados desta estatística são apresentados na Tabela 4. Segundo essa metodologia os valores que se afastassem mais de 1, seriam os melhores cenários para representar o território.

Tabela 3 – Ponderação das variáveis para Análise de Sensibilidade

Fator	Variável	CT	C1	C2	C3	C4	C5
F1 sob ponderação	Uso do Solo	33,33%	10%	20%	30%	40%	50%
F2 fixo	Resistência do Solo	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
F3 fixo	CAD	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
Fator	Variável	CT	C1	C2	C3	C4	C5
F1 fixo	Uso do Solo	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
F2 sob ponderação	Resistência do Solo	33,33%	10%	20%	30%	40%	50%
F3 fixo	CAD	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
Fator	Variável	CT	C1	C2	C3	C4	C5
F1 fixo	Uso do Solo	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
F2 fixo	Resistência do Solo	33,33%	45%	40%	35%	30%	25%
F3 sob ponderação	CAD	33,33%	10%	20%	30%	40%	50%

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses resultados demonstram que o cenário F1C1 representa melhor a realidade, pois o resultado da estatística foi 0,84, aquele que mais se distancia do CT. Por outro lado, os cenários C3 e C4 são aqueles que mais se aproximam do cenário testemunha (CT) e, portanto, representariam condições muito homogêneas e distantes da realidade.

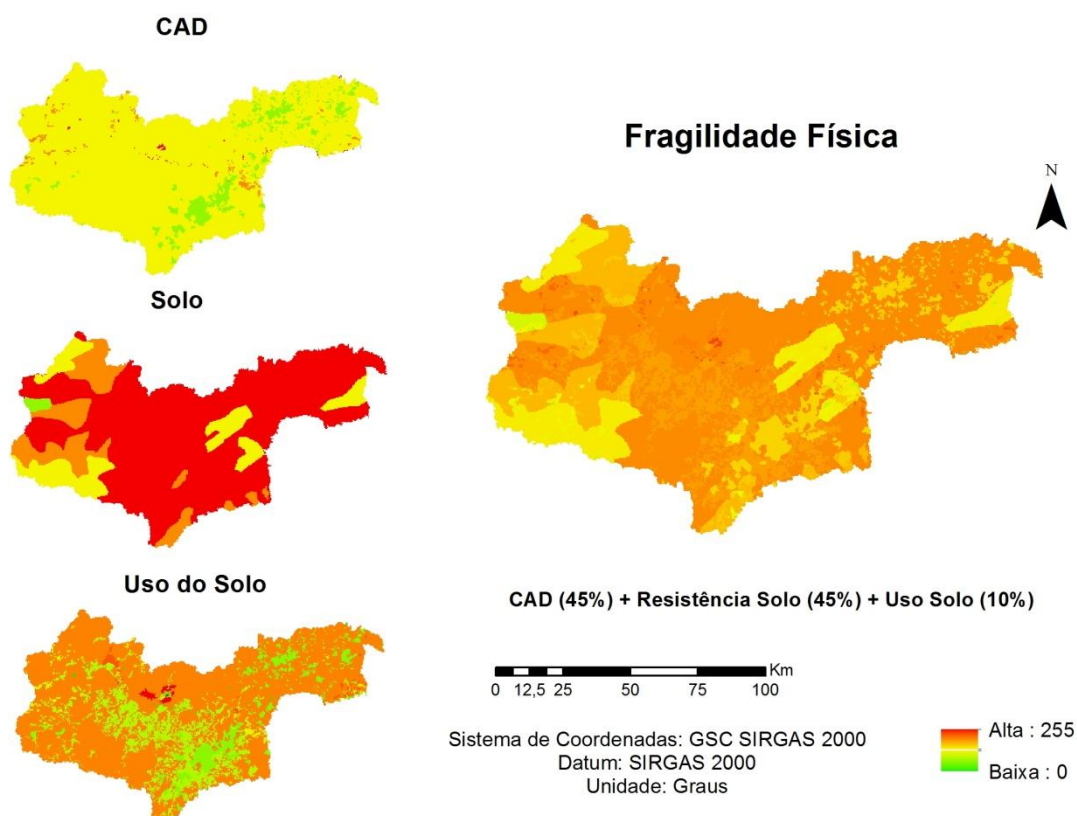
Tabela 4 – Resultado da análise estatística de Pearson

	C1 (0,1)	C2 (0,2)	C3 (0,3)	C4 (0,4)	C5 (0,5)
CT X F1	0,84204	0,94989	0,99721	0,99073	0,95356
CT X F2	0,86285	0,9487	0,9966	0,9864	0,92401
CT X F3	0,98021	0,99219	0,99935	0,99739	0,97992

Fonte: Elaborado pela autora.

Um modelo esquemático da formação do Ambiente Físico é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo esquemático da fragilidade do Ambiente Físico



Fonte: Elaborado pela autora.

A Fragilidade Física do território é altamente influenciada pelo Mapa de Resistência do Solo, justamente por este apresentar muito baixa resistência na maior parte do território.

As regiões a oeste da sub-bacia possuem menor fragilidade física, justamente porque os solos desta região são mais resistentes a impactos ambientais. Já as

regiões ao centro da bacia, que possuem muito baixa resistência do solo, são as áreas de maior fragilidade física. Ao leste da bacia há manchas de média fragilidade, principalmente nas regiões que sofrem introdução de áreas de silvicultura.

### 2.1.2 Fragilidade do Ambiente Antrópico

Considerando que a problemática deste estudo está relacionada diretamente com a pecuária familiar, utilizaram-se dados disponibilizados pelo IBGE do Censo Agrícola (2006) para caracterizar o território segundo a presença de agricultura familiar e produção pecuária. Os dados utilizados são por município e estão apresentados na Tabela 5.

Foi considerado que se 100% do município possuísse estabelecimentos de “Pecuária” teria a nota máxima de fragilidade (255), pois estes são os estabelecimentos foco deste estudo, por manterem as melhores condições deste ecossistema e não apresentarem capacidade de resiliência frente às alterações previstas, segundo estudos realizados por Carvalho (2014) e Neske (2009).

Tabela 5 – Características Sociais do Alto Camaquã

Município	Estabelecimentos Agropecuários	Estabelecimentos de Pecuária (%)	Estabelecimentos de Agricultura Familiar (%)
Dom Pedrito	1439	75,33	49,55
Encruzilhada do Sul	2 724	75,4	76,8
Caçapava do Sul	3383	77,89	77,95
Lavras do Sul	884	82,58	66,52
Pinheiro Machado	1605	83,3	72,15
Bagé	1199	83,32	59,47
Santana da Boa Vista	1631	85,84	81,97
Piratini	2902	87,56	77,6
Hulha Negra	1030	88,54	84,27

Fonte: IBGE, Censo Agrícola (2006).

Sendo assim, através de regra de três simples foram estabelecidas as notas de fragilidade para esta variável, conforme Tabela 6. Seguiu-se o mesmo raciocínio para a variável Agricultura Familiar. Se 100% dos estabelecimentos agropecuários



fossem de agricultura familiar, o município receberia nota máxima de fragilidade (255), também foi realizada regra de três simples para a criação de notas desta variável (Tabela 7).

Tabela 6 – Fragilidade (nota) variável Pecuária

<b>Município</b>	<b>Fragilidade (nota)</b>
Dom Pedrito	192
Encruzilhada do Sul	192
Caçapava do Sul	199
Lavras do Sul	211
Pinheiro Machado	212
Bagé	212
Santana da Boa Vista	219
Piratini	223
Hulha Negra	226

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 7 – Fragilidade (nota) variável Agricultura Familiar

<b>Município</b>	<b>Fragilidade (nota)</b>
Dom Pedrito	126
Bagé	152
Lavras do Sul	170
Pinheiro Machado	184
Encruzilhada do Sul	196
Piratini	198
Caçapava do Sul	199
Santana da Boa Vista	209
Hulha Negra	215

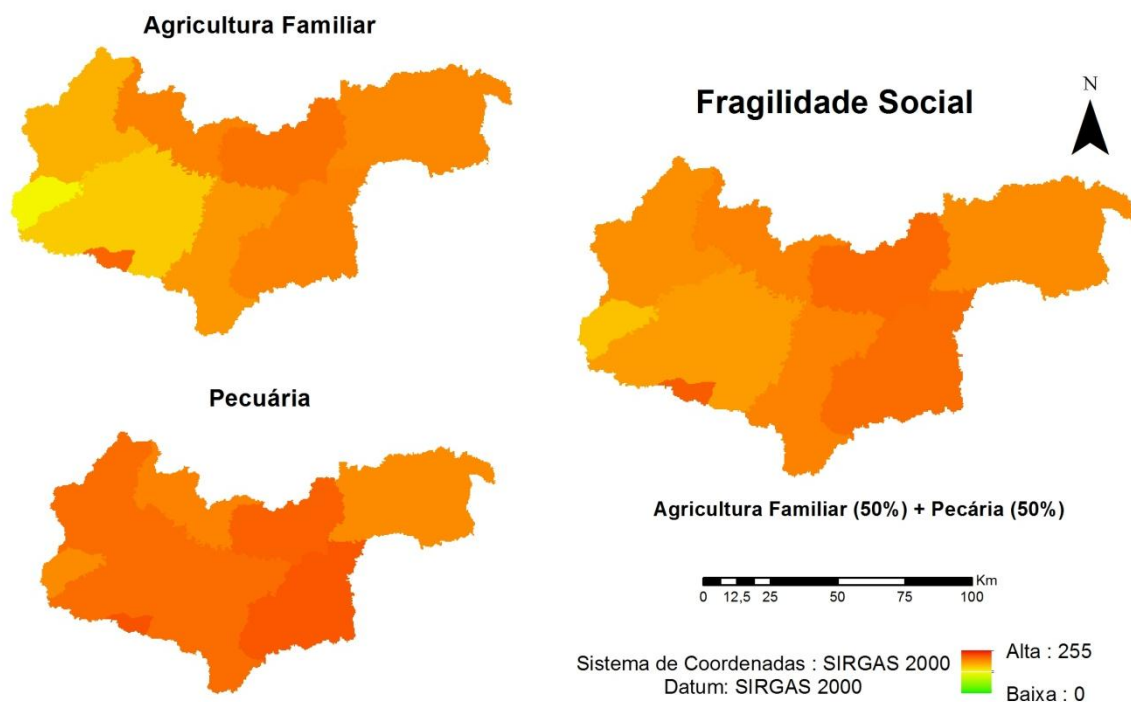
Fonte: Elaborado pela autora.

Estas duas variáveis formam o Ambiente Antrópico deste estudo, gerando uma fragilidade do ponto de vista social. Considerou-se que as duas variáveis possuem o mesmo valor de importância neste estudo, portanto receberam pesos iguais (50%, cada). Na Figura 2 apresenta-se o modelo esquemático de criação deste ambiente. A fragilidade do ambiente antrópico gerada é uma das mais homogêneas, isso porque as variáveis utilizadas não possuem notas de fragilidades muito baixas.

Os municípios do centro da bacia possuem uma fragilidade um pouco menor. Entre eles, está o município de Piratini, um dos que possui maior presença de pecuária de agricultura familiar.

Os mapas demonstram que os municípios a oeste possuem menor presença de agricultura familiar, estes são menos vulneráveis às mudanças climáticas, pois seus modelos de produção são menos dependentes dos recursos hídricos naturais.

Figura 2 – Modelo esquemático da fragilidade do Ambiente Antrópico



Fonte: Elaborado pela autora.

### 2.1.3 Ambiente Hídrico – Fragilidade Hídrica

O Ambiente Hídrico é referente aos resultados das médias anuais dos BHC. Foram criados seis (6) cenários de BHC, dos quais três são cenários atuais (CA) de déficit hídrico para os três anos de referência estudados (Ano Normal; Ano Chuvoso; e Ano Seco). Os outros três cenários são os anos com aumento de temperatura, chamado de Cenário com Mudança de Temperatura (CMT).

Os três anos de referência utilizados foram escolhidos a partir da análise dos dados de chuvas de 14 estações pluviométricas. A série histórica utilizada foi de 1990 até 2013, excluindo anos com dados inconsistentes. Foi realizada a média pluviométrica anual para os 23 anos estudados (Média Geral), visando entender o comportamento das chuvas no ponto. A partir daí, foram selecionados três anos para cada ponto, chamados aqui de: Ano Normal; Ano Seco e Ano Chuvoso.

Sendo, Ano Normal aquele que a média pluviométrica mais se aproxima da Média Geral; Ano Seco aquele que possui menor precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito abaixo da Média Geral; e Ano Chuvoso aquele que possui maior precipitação ao longo do ano, ou seja, sua média anual está muito acima da Média Geral.

Para estabelecer a fragilidade de cada cenário, fez-se necessário conhecer os valores mínimos e máximos de déficit/excedente hídrico para cada ano de referência, com e sem mudança de temperatura. O valor máximo de déficit hídrico, de todos os anos, foi de cem milímetros (-100mm) e o valor máximo de excedente hídrico chega a duzentos milímetros (200mm).

Os valores foram divididos em dez classes de fragilidade com intervalos de 30mm cada. As notas de fragilidade também foram divididas em 10 classes, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Classes de BHC e notas de fragilidade

<b>Dados de BHC</b>	<b>Notas</b>
- 100 - -69	255 - 229
-70 - -39	230 - 203
-40 - -9	204 - 179
-10 - 19	180 - 153
20 - 49	154 - 130
50 - 79	129 - 105
80 - 109	104 - 78
110 - 139	79 - 53
140 - 169	54 - 28
170 - 200	29 - 0

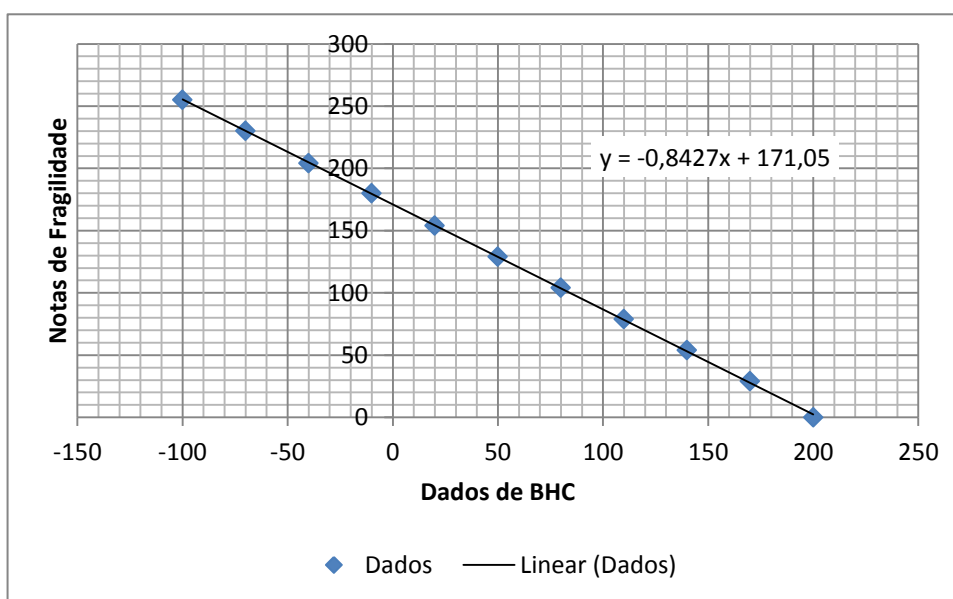
Fonte: Elaborado pela autora.

Foi gerada uma linha de tendência, a partir destes dados, e uma função linear (1) para definir os valores ponderados dentro das classes, esses valores estão apresentados na Figura 3.

$$y = -0,842x + 171 \quad (1)$$

Cada mapa de déficit hídrico possui o seu máximo de déficit e excedente hídrico e suas próprias classes. Os valores inferiores das classes de cada ano são os valores de x (dado), os valores y são as notas de fragilidade, calculados a partir da função estabelecida anteriormente (Tabela 9).

Figura 3 – Gráfico de notas de fragilidade de Balanço Hídrico Climatológico com linha de tendência e função linear



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 9 – Dados de BHC e notas de fragilidade para cada ano

<b>Seco (CA)</b>		<b>Chuvoso (CA)</b>		<b>Normal (CA)</b>	
Dado	Nota	Dado	Nota	Dado	Nota
7,73	165	108,92	79	43	135
11,85	161	120,29	70	46,39	132
14,83	159	131,45	60	49,87	129
17,7	156	142,43	51	56,18	124
25,95	149	159,38	37	67,36	114

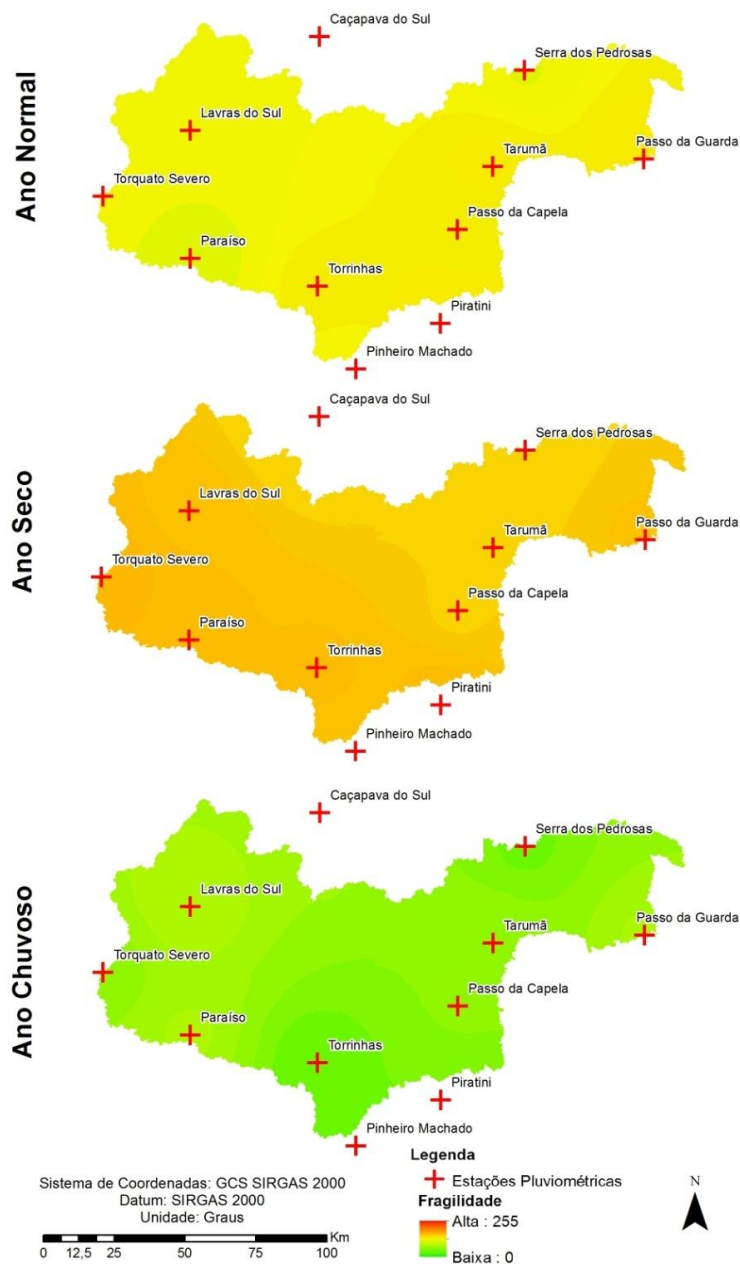
  

<b>Seco (CMT)</b>		<b>Chuvoso (CMT)</b>		<b>Normal (CMT)</b>	
Dado	Nota	Dado	Nota	Dado	Nota
-75	234	28,63	147	-32,17	198
-66	227	43,76	134	-25,69	193
-61	222	58,35	122	-17,81	186
-56	218	68,8	113	-2,55	173
-44	208	83,93	100	17,51	156

Fonte: Elaborado pela autora.

Estas notas foram dadas, pixel a pixel, através da função *Reclassify*, no *Software ArcGIS 9.3*, na rotina *3D Analyst Tools – Raster Reclass*. Os cenários atuais (CA) gerados possuem uma nota de fragilidade mínima de 37 e máxima de 165, sendo possível perceber o aumento na fragilidade para o Ano Normal e Ano Seco, em relação ao Ano Chuvoso. A região de Torrinhãs e a região de Paraíso possuem uma maior variação na fragilidade, como mostra a Figura 4.

Figura 4 – Fragilidade Hídrica, Cenário Atual

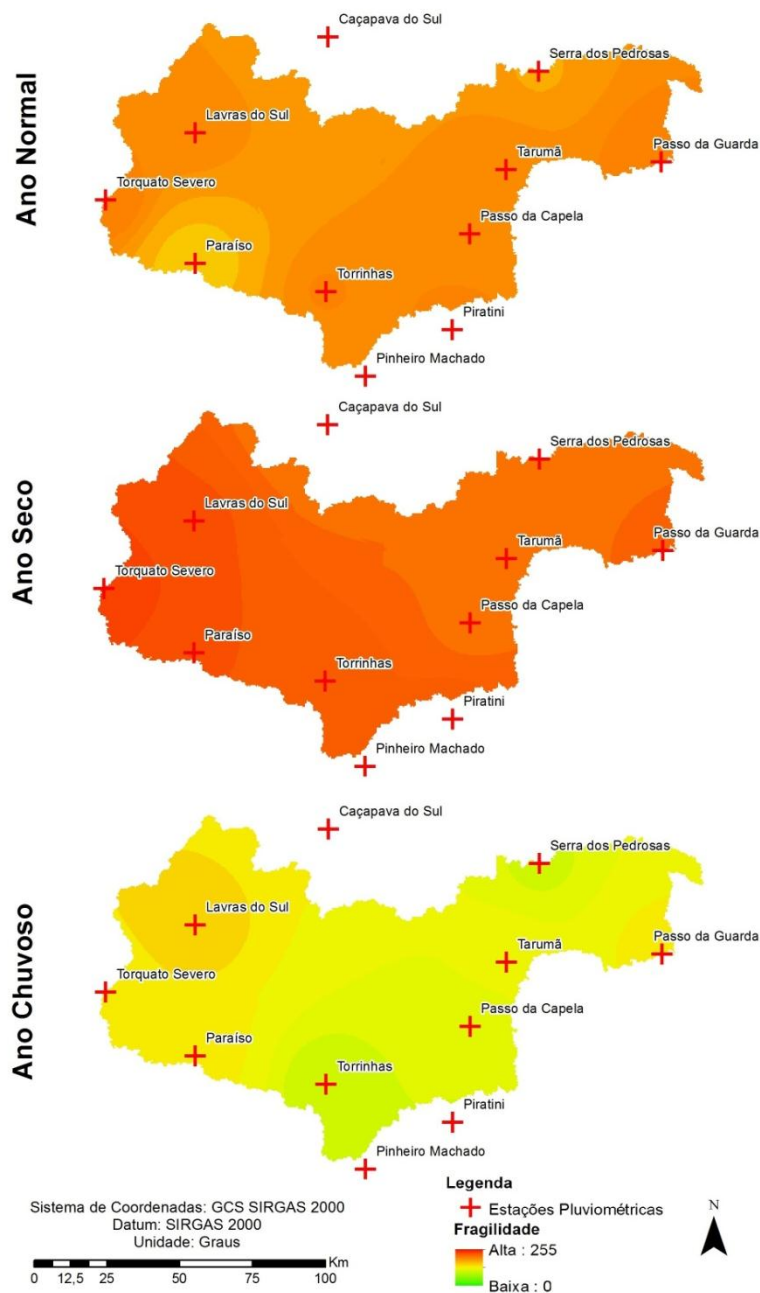


Fonte: Elaborado pela autora.

O Ano Seco (CA) possui alta fragilidade, em toda a sub-bacia, neste cenário a fragilidade varia de 149 até 165, um aumento de 18,2% de fragilidade em relação ao Ano Normal (CA) e um aumento de 52% em relação ao Ano Chuvoso (CA).

A fragilidade hídrica nos cenários com mudança de temperatura (CMT) aumentou para um mínimo de 100 e máximo de 234. Mais uma vez o ponto Paraiso possui maior variabilidade de fragilidade. O “Ano Chuvoso” possui baixa fragilidade, de maneira bem homogênea em todo o território (Figura 5).

Figura 5 – Fragilidade Hídrica, cenário mudança de temperatura



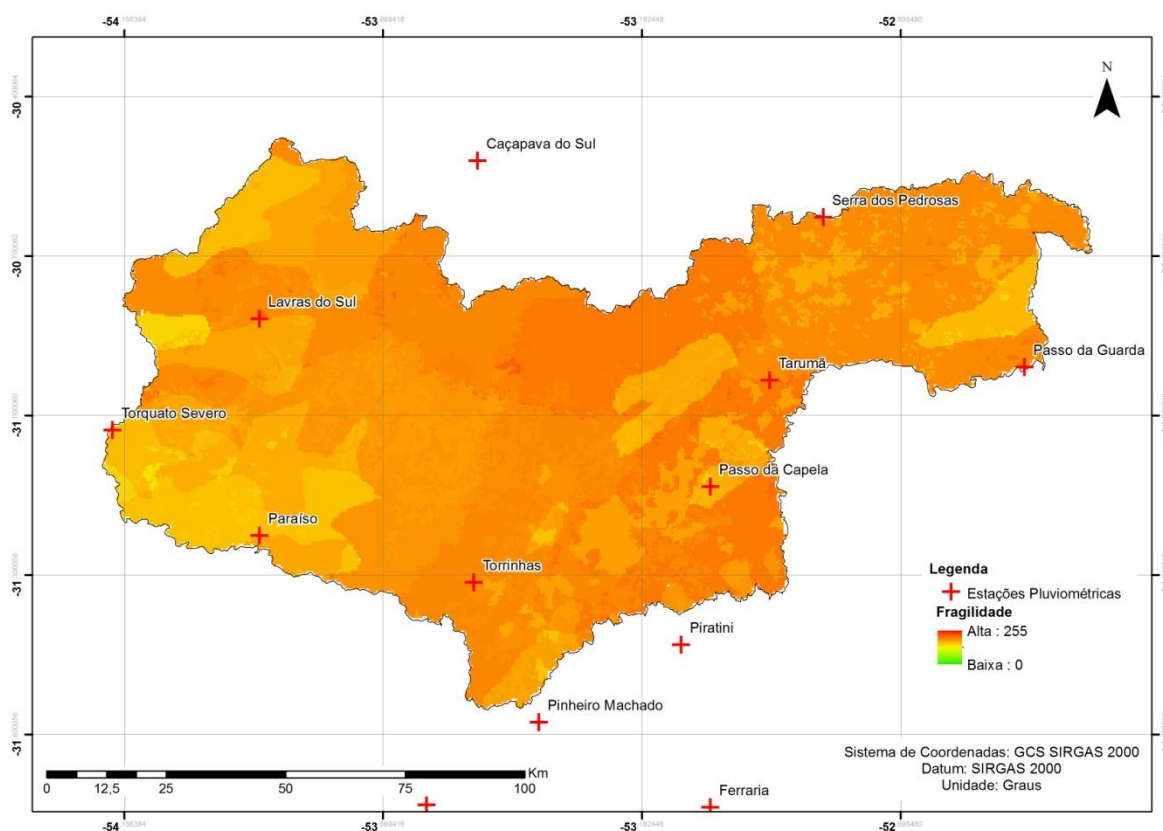
Fonte: Elaborado pela autora.

O Ano Seco passa a ter uma pequena variação de fragilidade, ao nordeste da bacia, nos pontos Passo da Capela, Tarumã e Serra dos Pedrosas, porém a fragilidade continua sendo alta em relação aos outros anos. Há um aumento de 15,4% da fragilidade máxima do Ano Seco em relação ao Ano Normal e de 37,17% em relação ao “Ano Chuvoso”.

## 2.2 CRIAÇÃO DOS CENÁRIOS FINAIS

O primeiro cenário a ser criado foi o chamado de Fragilidade Física-Social, pois se compilou o Ambiente Físico com o Ambiente Antrópico, cada qual recebeu peso de 50% (Figura 6). Os pontos das estações pluviométricas servem de referência apenas para indicarmos as regiões com maior ou menor fragilidade.

Figura 6 – Cenário da Fragilidade Física-Social



Fonte: Elaborado pela autora.

Se levássemos em consideração apenas essas variáveis para análise de fragilidade, poderíamos afirmar que as regiões de Paraisópolis, Torquato Severo, Passo da Capela possuem menor fragilidade em um cenário atual. Porém, as regiões centrais do território Alto Camaquã, além Torrinhas e Tarumã, possuem alta fragilidade.

O território de estudo não possui regiões com fragilidade abaixo de 125, ou seja, todo o território possui média e alta fragilidade. Esses resultados demonstram



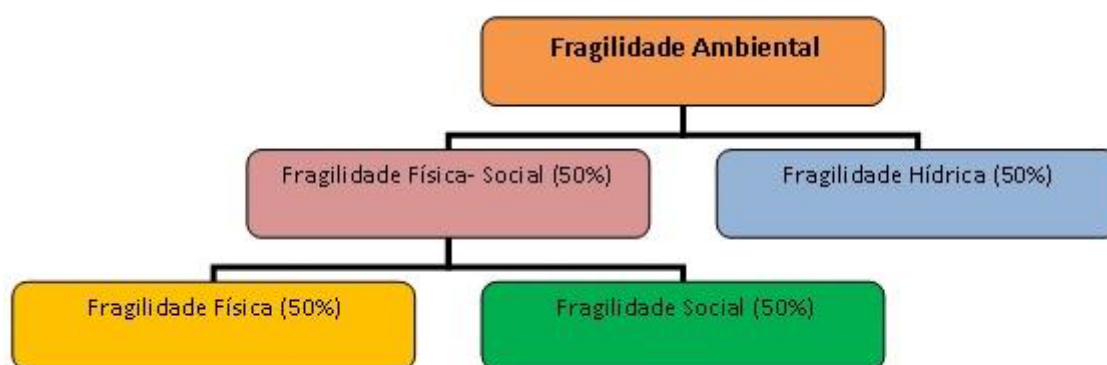
que esta é uma sub-bacia que merece atenção, e que, por suas características físicas e sociais, deve sofrer intervenções que visam diminuir as vulnerabilidades da região.

Ações que aumentem a resistência do solo, através de manutenção de espécies de campo nativas, por exemplo, poderiam ser uma das soluções. Também, ações que diminuam a fragilidade de pecuaristas familiares e aumentem sua capacidade auto-organizativa de resiliência. Algumas propostas nesse sentido serão discutidas mais adiante.

Após esta primeira análise, foram criados, então, seis cenários para análise final deste estudo. Estes seguiram a lógica de pensamento dos cenários criados no *Ambiente Hídrico*, pois é o ambiente que define a problemática de déficit hídrico. Por este mesmo motivo, este é o ambiente com maior valor de importância em todos os cenários.

Os cenários finais foram elaborados a partir do modelo esquemático apresentado na Figura 7. Neste modelo, o mapa de Fragilidade Física-Social, através da função Álgebra de Mapas, foi somado ao Mapa de Fragilidade Hídrica de cada ano de referência, gerando o Mapa de Fragilidade Ambiental para cada cenário.

Figura 7 – Modelo Esquemático de criação dos cenários



Fonte: Elaborado pela autora.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os cenários criados para representar a Fragilidade Ambiental do Alto Camaquã demonstram que, se a bacia tivesse um comportamento como no Ano Chuvoso, a sub-bacia apresentaria baixa fragilidade, com notas que variam de 92 a 145. Os cenários de Ano Seco e Ano Normal representam melhor a realidade do território, com média e alta fragilidade, principalmente na região central (Figura 8).

O cenário Ano Normal representa melhor a realidade da bacia nos dias atuais, pois este reconhece as regiões de maior e menor fragilidade. Os pontos Tarumã e Torrinhas são pontos de referência de maior fragilidade.

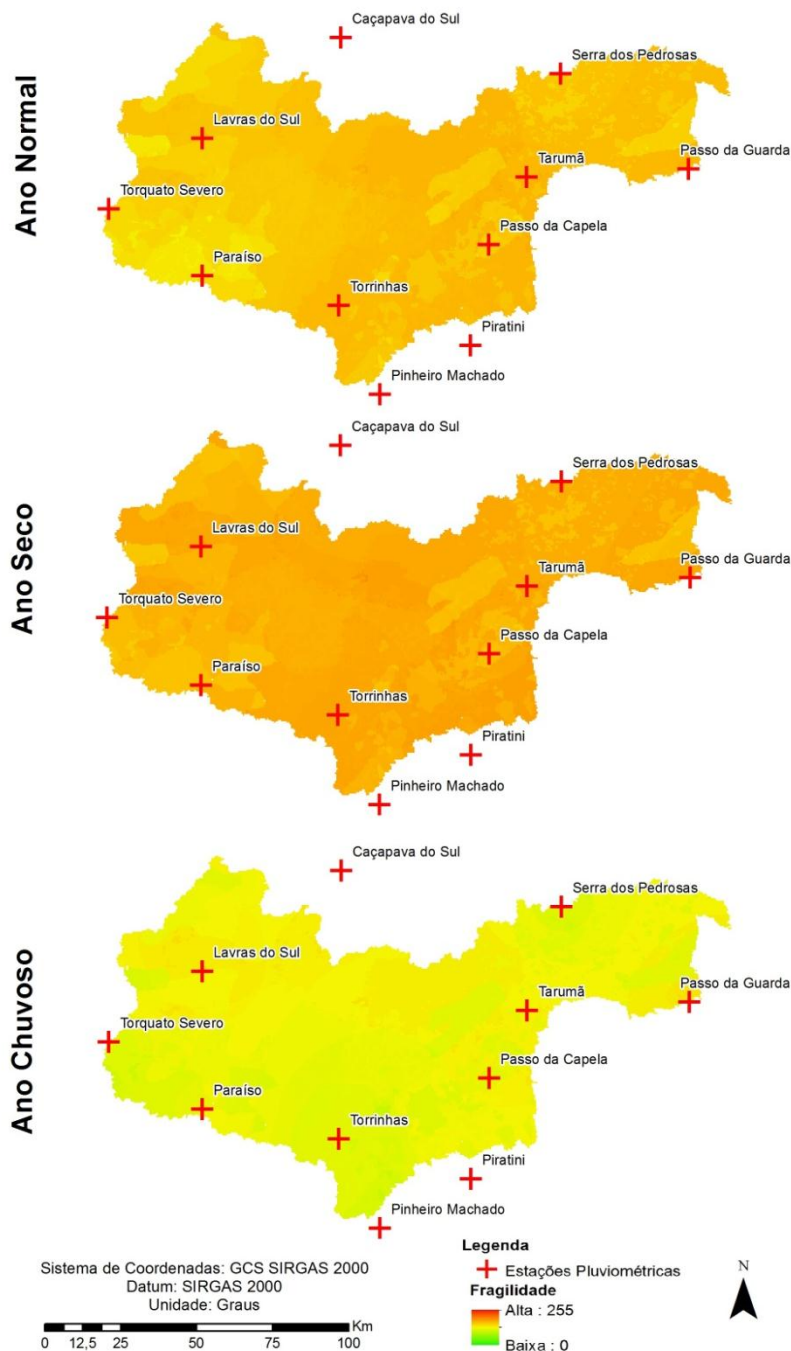
A região central, de maior fragilidade, possui solos de mais baixa resistência, declividade acentuada, solos rasos e pedregosos. Além disso, maior concentração de pecuaristas e agricultores familiares. Segundo Carvalho (2015) o projeto Desenvolvimento Territorial Endógeno no Alto Camaquã, desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sul, demonstra ser uma ferramenta importante para o empoderamento dos pecuaristas familiares e para o aumento de sua resiliência perante aos impactos ambientais.

Esses resultados comprovam análises de trabalhos qualitativos anteriores. Matte (2013) considera que a pecuária de corte, em todas as suas formas sociais e produtivas, se encontra em exposição a situações de vulnerabilidade, isso porque a Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul vem sendo submetida aos efeitos de transformações envolvendo dinâmicas socioeconômicas, fundiárias e ambientais.

Para a autora (op. cit.), a produção pecuária do Alto Camquã representa estratégias de revalorização da produção local que se aproxima de contextos internacionais. Apresentam um produto de qualidade particular, associado a um lugar, a um modo de vida e de produção, com uma história preservada a mais de dois séculos.

Os cenários de déficit e excedente hídrico demonstraram que os meses de janeiro e fevereiro, inclusive no Ano Chuvoso, possuem déficit hídrico e portando fragilidade alta. O Ano Seco poderia, em uma situação hipotética, representar a fragilidade dos meses mais críticos de disponibilidade hídrica.

Figura 8 – Fragilidade Ambiental, Cenário Atual



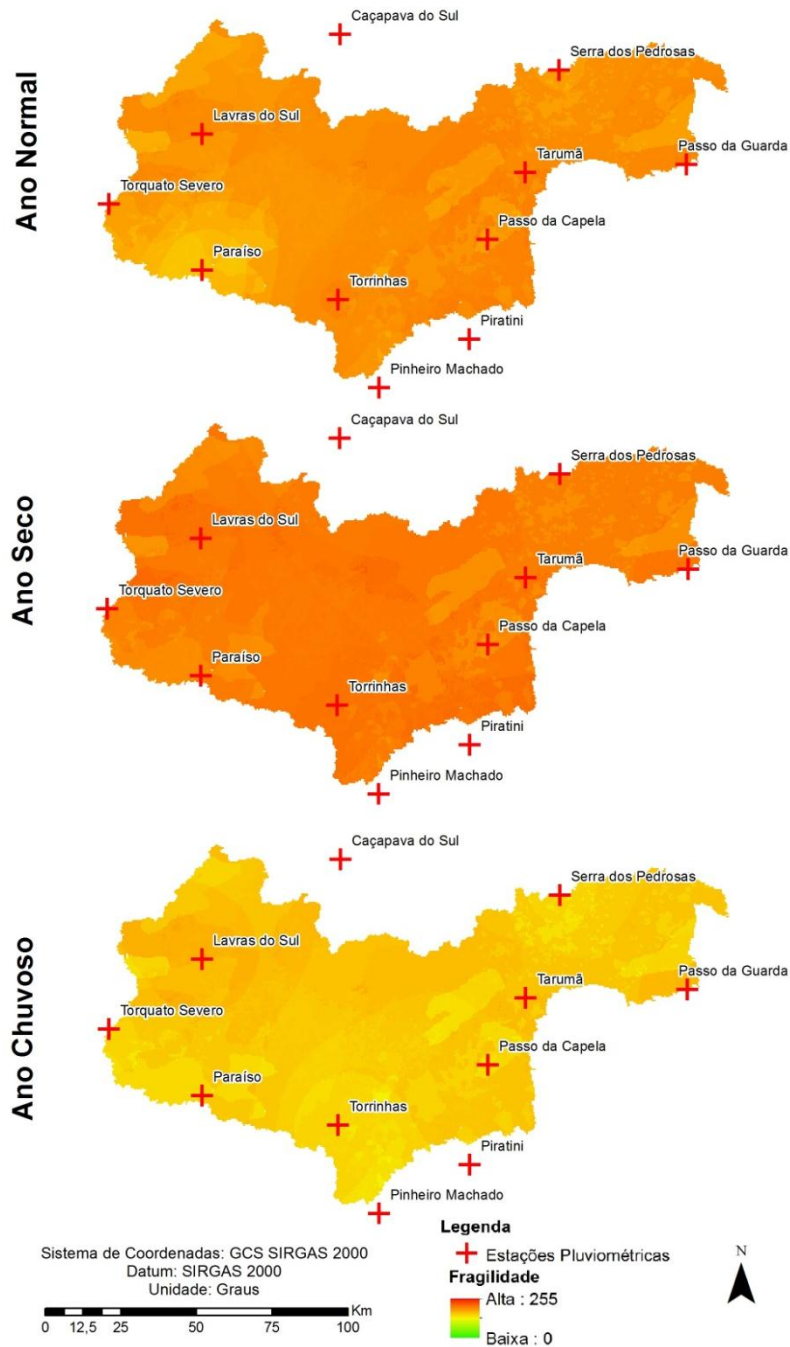
Fonte: Elaborado pela autora.

Para tanto, a conservação atual do Alto Camaquã e a diminuição de tal fragilidade, necessitam de apoio técnico e político, fomentado por projetos endógenos que valorizem a existência dos campos nativos e a biodiversidade local. Carvalho et al. (2014) lembram que este território ainda presta serviços ambientais fundamentais para o território e a sociedade, como: ciclagem de nutrientes,

produção e conservação de solos, infiltração da água no solo, captação de carbono da atmosfera, presença de polinizadores, entre tantos outros benefícios.

Nos cenários de mudança de temperatura (Figura 9), a fragilidade aumenta em todas as circunstâncias.

Figura 9 – Fragilidade Ambiental, Cenário Mudança de Temperatura



Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstram que mesmo em um cenário otimista de Ano Chuvoso, as fragilidades aumentariam para um mínimo de 129 e máximo de 178. Os territórios, que antes não apresentavam situações graves de fragilidade nos Ano Seco e Ano Normal, passam a apresentar alta fragilidade.

Os cenários de mudança de temperatura são importantes para que se compreenda a gravidade do problema de déficit hídrico no território, caso as previsões do IPCC (2014) se confirmem. Espera-se que estes cenários sirvam de alerta para que os órgãos competentes possam vislumbrar, de uma maneira mais holística, o quão vulnerável está este território diante das previsões.

Carvalho (2015) demonstrou que o Alto Camaquã é uma região esquecida pelos órgãos públicos, inclusive pelo comitê de bacia do rio Camaquã. Ainda, a Embrapa apareceu nos resultados como único representante político para os pecuaristas familiares. Grande parte dos atores sociais entrevistados não reconhece nenhum órgão público, vereadores e políticos como representante, identificando a falta de vozes ativas na região.

Para Roboredo et al (2016) os agricultores deveriam estar envolvidos no processo de construção de alternativas para melhoria socioambiental dos territórios em que vivem, este seria um dos pré-requisitos para atingir o desenvolvimento de forma sustentável.

## 4 CONCLUSÕES

Este estudo, mesmo considerando que os efeitos das mudanças climáticas tenham sido indicados unicamente pelo aumento de temperatura, permite concluir que o território do Alto Camaquã é frágil aos impactos ambientais causados pelo déficit hídrico. Os efeitos desta fragilidade poderão ser cumulativos e sinérgicos quando levadas em consideração as previsões, dos modelos do IPCC (2014), de alongamento das estações de seca.

Ainda, os pecuaristas familiares são vulneráveis a estas mudanças por não apresentarem estratégias de aumento de sua resiliência frente aos possíveis impactos ambientais originados do aumento de temperatura.

A região central do território de estudo deve ser a primeira a sofrer ações no intuito de incentivar a manutenção das famílias de produção pecuária, nos moldes de desenvolvimento sustentável. Deve haver um incentivo para que a pecuária familiar se sustente na região mesmo em tempos de crise e déficit hídrico, não prevendo o aumento da produção de pecuária ou do lucro destes pecuaristas, mas sim a preservação do Bioma Pampa e deste território de beleza natural incontestável.

### 4.1 RECOMENDAÇÕES

Como recomendações e reflexões para trabalhos futuros, propõem-se aqui duas ações que poderiam minimizar as vulnerabilidades do território deste estudo, estas são pensadas no sentido de se trazer retorno para a região, a longo prazo, portanto devem ser integradas às ações das associações dos pecuaristas familiares do Alto Camaquã de revalorização de suas atividades agrícolas.

A primeira ação seria de incentivo ao Turismo Rural e a segunda de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). Estas alternativas seguem um pensamento ideológico de sustentabilidade ambiental que visa à preservação dos recursos naturais. Ao contrário, em uma estratégia mais neoliberal de produtividade a qualquer custo, poderíamos afirmar que o Alto Camaquã é insustentável.

Tanto o turismo rural quanto o PSA são estratégias que, segundo Barbosa (2012), dependeria de um novo pacto entre os agricultores e a sociedade. Neste

pacto, deve-se pensar em um novo modelo de produção centrado no desenvolvimento do território e levando em conta as potencialidades da região, dar-se-ia maior importância para os cuidados com a paisagem, com a biodiversidade e com os recursos naturais.

Estas estratégias, além de aumentar os cuidados com o território do Alto-Camaquã, trariam aos pecuaristas familiares uma alternativa para que suas atividades econômicas e culturais fossem mantidas a fim de evitar os processos, já conhecidos, de migração rural para as cidades já sobrelotadas e insustentáveis. Aliás, ações como estas, devem se tornar políticas públicas para conservação e preservação deste ambiente.

Espera-se que esses resultados sejam utilizados pelos órgãos públicos competentes, no sentido de que os agentes tomadores de decisão tomem providências que minimizem os problemas enfrentados pelos pecuaristas familiares, em função de sua forte dependência dos recursos hídricos.





## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa sugerem que calcular o BHC dos territórios de estudo é uma boa maneira de entender o ciclo hidrológico das bacias de estudo, além de ser uma boa ferramenta nas discussões sobre a disponibilidade hídrica para determinado uso. Em sistemas com alta dependência dos recursos hídricos, como o caso do Alto Camaquã, este balanço se demonstrou fundamental. Independente do método escolhido, a espacialização dos resultados destes balanços ajuda a compreender o comportamento da bacia e a se pensar em estratégias para o manejo e gestão dos recursos hídricos.

Os métodos utilizados para o cálculo do BHC na sub-bacia de estudo se comportam de maneira muito semelhante, porém identificou-se que esse comportamento se dá porque o território possui um uso e ocupação do solo muito homogêneo e portando com pouca variação de CAD. Em bacias mais heterogêneas recomenda-se o uso do *script* GERHI, pois este demonstra melhor discriminância de CAD e é realizado de maneira muito mais rápida e simples.

Os maiores déficits hídricos encontrados, para qualquer ano de estudo e para a maioria das estações pluviométricas estudadas, são nos meses de Janeiro e Fevereiro em anos normais e anos chuvosos. Em anos de seca, com ocorrência de La Niña, o período de secas aumenta e passa a ser de Novembro à Março. Essa realidade torna difícil a produção de pecuária para pequenos agricultores nos moldes que são praticadas hoje. Além disso, esses resultados corroboram as análises qualitativas realizadas por Carvalho (2015) e Neske (2014) que afirmavam que a escassez hídrica é recorrente neste território.

Apesar disso, os resultados demonstraram que, em anos considerados normais ou chuvosos, durante as estações inverniais, o Alto Camaquã pode ser considerado um produtor de chuvas, pois os BHC demonstraram que há um excedente de chuvas de até 420mm (setembro). Esses excedentes de chuvas são levados, por escoamento superficial e pelo próprio rio, para o Médio e o Baixo Camaquã que possuem alta produção de grãos. Desta maneira, não seriam os pecuaristas familiares responsáveis pela viabilidade destas produções?

A presença dos pecuaristas familiares garante a estabilidade dos campos no Alto Camaquã e a dinâmica água-solo-planta, responsáveis pelo ciclo hidrológico. A

inviabilização dessas famílias neste território, por falta de manejo e gestão dos recursos hídricos, significaria uma mudança no uso e cobertura do solo e uma alteração no ciclo hidrológico de toda a bacia o que pode significar um aumento do déficit hídrico inclusive para os territórios abaixo do Alto Camaquã.

As mudanças climáticas, que prevêem longos períodos de seca, o aumento da temperatura e chuvas rápidas e fortes, estão sendo sentidas pelos pecuaristas familiares do território de estudo nos últimos anos, por não possuírem manejo dos recursos hídricos durante todo o ano. Cessar as mudanças climáticas, no ponto em que estamos de riscos ambientais, mesmo que fosse possível, não seria suficiente para levar este território a uma estabilidade auto-organizativa.

Alternativas de adaptação humana e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, já citadas pelo IPCC (2014), devem ser pensadas para o território nas condições atuais, para reduzir qualquer vulnerabilidade resultante das mudanças climáticas.

As previsões para os próximos anos não são otimistas, os resultados dos BHC com aumento de temperatura, apontam um aumento no déficit hídrico de até 300mm negativos, nestas condições, e sem nenhum tipo de intervenção, a pecuária familiar, nos moldes que conhecemos, será inviabilizada no território. Em consequência disto, as cidades terão que receber ainda mais famílias, gerar mais empregos e depender, ainda mais, de um sistema de produção de alimentos ambientalmente insustentável.

Mesmo considerando que os efeitos das mudanças climáticas tenham sido indicados unicamente pelo aumento de temperatura, pode-se concluir que o território do Alto Camaquã é frágil aos impactos ambientais causados pelo déficit hídrico. Os efeitos desta fragilidade poderão ser cumulativos e sinérgicos quando forem levadas em consideração as previsões de alongamento das estações de seca dos modelos do IPCC (2014).

A análise de fragilidade ambiental deste território apresenta médias e altas notas de fragilidade em qualquer dos cenários estudados para a sub-bacia, mas, principalmente, nas regiões com maior presença de agricultura/pecuária familiar as fragilidades são maiores. A baixa resistência dos solos e a falta de alternativas para a permanência dos pecuaristas familiares no território com baixa disponibilidade hídrica são os principais fatores de aumento da fragilidade.

Os pecuaristas familiares do Alto Camaquã são mais vulneráveis por dependerem exclusivamente dos recursos hídricos naturais (precipitação) e não apresentarem alternativas para minimizar essa dependência. Portanto, estes não apresentam resiliência aos impactos causados pelo aumento da temperatura e as prováveis mudanças climáticas.

Este estudo reforça que a manutenção das famílias de agricultores, que vivem no Alto Camaquã, é importante para a conservação do Bioma Pampa e para a preservação da cultura rural do espaço. Esse entendimento deve ser difundido, através dos gestores e dos próprios atores sociais, para que os pecuaristas familiares passem a ser reconhecidos como prestadores de serviços sociais e culturais. Desta maneira, a manutenção destes no campo é de responsabilidade de toda a sociedade com o intuito de se preservar o bioma, os campos e a cultura gaúcha.

### 8.1 POTENCIALIDADES DO ALTO CAMAQUÃ

O Alto Camaquã, com seus solos rasos e pedregosos, relevo acentuado e campos nativos com alta diversidade de espécies vegetais e animais, possui, também, uma beleza indescritível (Figura 1). Com estas características, que abrigam alta biodiversidade, este território garante serviços ambientais importantes, como a conservação de recursos hídricos, disponibilidade de polinizadores e o provimento de recursos energéticos (PILLAR, 2012).

Figura 1 – Paisagens do Alto Camaquã



Fonte: Acervo LICA.

Entende-se que o pastejo é o principal fator mantenedor das propriedades ecológicas e das características fisiológicas dos campos. Segundo Overbeck et al. (2012), para um regime sustentável da pecuária, é necessário encontrar um balanço entre produção forrageira, diversidade de espécies e preservação do solo. Contudo, este estudo demonstrou que, além de encontrar um pastejo sustentável, o Alto Camaquã depende da continuidade das práticas dos agricultores familiares para a manutenção da cultura local.

Entre outros fatores, o déficit hídrico é o agente causador das vulnerabilidades da pecuária familiar na região e, portanto, ações estruturais e gestão de recursos hídricos, com o objetivo de mitigar os efeitos da falta de água, devem ser prioridades nas políticas públicas.

Esta pesquisa sugere duas alternativas que, compiladas com as ações de mitigação, podem ser potencialidades importantes do território: Turismo Rural e Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Segundo Barbosa (2012), o Turismo Rural possibilita novas formas e dá novas funções ao espaço rural. Essas novas formas de utilização e as novas funções fazem parte das chamadas atividades não agrícolas. Nesse contexto, Rocha (2012a), explica que o turismo só se potencializará quando a divulgação dos atrativos da região estiver em consonância com estratégias adequadas de planejamento e gestão sustentável, tanto pública como privada.

Rocha (op. cit.) considera que o turismo, de um modo geral, deve ser percebido em toda a sua diversidade cultural nos espaços peculiares de cada região, na diferença de povos, nas oportunidades de entrelaçamento social, político e econômico.

Nessa acepção, o Alto Camaquã já possui espaços atrativos, como as Minas do Camaquã, que recebem turistas ainda de uma forma muito tímida, e que merecem mais atenção das políticas públicas. A beleza cênica do local deve ser preservada e utilizada para atrair novos eventos (Figura 2).

Figura 2 – Minas do Camaquã



Fonte: Acervo LICA.

Por outro lado, os pecuaristas familiares não conhecem as potencialidades turísticas de seu local. A tendência atual é que os habitantes das zonas urbanas procurarão, cada vez mais, estes espaços para uma imersão em paisagens rurais, de beleza cênica peculiar, em busca de aconchego, de tranquilidade e de novas experiências, que poderão servir também para propostas de educação ambiental.

Segundo Barbosa (2012), o ativo ambiental pode ser o norte para um desenvolvimento centrado em valores que não os adotados pelo modelo vigente, pois esse se mostra incapaz de gerar bem-estar social e de garantir uma vida futura saudável.

Por fim, o turismo rural implica no conjunto de atividades turísticas desenvolvidas no meio rural, cuja temática esteja relacionada com a produção agropecuária. Ou seja, manter as atividades culturais dos pecuaristas familiares faz parte do entendimento desta ação (Figura 3).

O Projeto Alto Camaquã vem com o intuito de desenvolvimento regional com enfoque territorial. O projeto visa re-descobrir e re-valorizar o “local” como capaz de pensar e implantar estratégias diferenciadas de desenvolvimento endógeno, inclusive o turismo rural, baseadas na construção de práticas produtivas apropriadas ao ambiente e em sintonia com o paradigma do desenvolvimento sustentável (BORBA; TRINDADE, 2009). Este é uma estratégia importante para que as atividades dos pecuaristas familiares passem a serem visíveis para os tomadores de decisões e formuladores de políticas públicas.

Também, além do turismo, deve-se entender que os pecuaristas familiares prestam serviços para toda a sociedade, serviços estes intangíveis ou de valor, a *priori*, incalculável, de conservação dos recursos naturais. Por conseguinte, esses dizem respeito às funções de suporte da natureza e às condições de vida no planeta.

Para Nusdeo (2012), a degradação de ecossistemas acaba por gerar a necessidade de soluções artificiais para a disponibilização de certos serviços, quando isso é viável. Ainda, a autora relata que quando não se costuma contabilizar o valor dos serviços ambientais, ecossistemas importantes para a manutenção de determinadas regiões são convertidos para atividades de menor valor e se tornam insustentáveis.

Figura 3 – Pecuária familiar no Alto Camaquã



Fonte: Acervo LICA.

O conceito de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) entende que a sociedade, através de políticas públicas, deve pagar os agentes que mantêm em suas propriedades rurais sistemas culturais que se contrapõe às políticas neoliberais de lucro a qualquer custo e aumentam a conservação e preservação dos recursos naturais.

O uso de PSA tem se espalhado de forma generalizada na América Latina. Os primeiros programas formais de PSA foram iniciados no vale do rio Cauca na Colômbia, em meados da década de 1990, mas o PSA realmente foi disseminado depois que a Costa Rica instituiu o Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais em 1997. O exemplo da Costa Rica levou outros países, bem como

outros atores envolvidos com a gestão de recursos naturais, em muitas escalas, a considerar o PSA. Até o ano 2009, havia mais de 150 programas de PSA e similares em operação na América Latina, conservando cerca de 2,5 milhões de hectares (CAMHI; PAGIOLA, 2009; PAGIOLA; PLATAIS, 2007).

Apesar disso, no Brasil, o PSA só começou a ser considerado um instrumento viável para a conservação ambiental em 2006. Os municípios de Extrema e Montes Claros, em Minas Gerais, abriram o caminho com programas locais de PSA. Eles foram rapidamente seguidos por outros, bem como por vários estados e muitas organizações ambientalistas não governamentais (ONGs). De fato, nos últimos anos, tem havido uma explosão de projetos-piloto de PSA em níveis municipais e estaduais, bem como esforços para aprovar leis de PSA em âmbito federal, estadual e municipal (PAGIOLA et al., 2013).

A Agência Nacional de Águas (ANA) desenvolveu o Programa Produtor de Água, este tem como foco o estímulo à política de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), voltada à proteção dos recursos hídricos no Brasil. Para tanto, o programa apoia, orienta e certifica projetos que visem à redução da erosão e do assoreamento de mananciais no meio rural, propiciando a melhoria da qualidade, a ampliação e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas de importância estratégica para o país (SANTOS et al., 2013).

Neste sentido, por ser uma estratégia ainda muito recente no Brasil, não há relatos de projetos realizados no Bioma Pampa. Há de se pensar metodologias voltadas para a realidade deste ecossistema, pois o serviço ambiental prestado não está relacionado apenas às práticas de preservação das encostas dos mananciais ou das áreas ribeirinhas. Por fim, estratégias como estas são viáveis, mas devem ser estudadas e pensadas nos moldes do Alto Camaquã, mantendo, também, as atividades agropecuárias e culturais do território.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAM, K. N.; COLLISCHONN, W. Análise dos Impactos de Mudanças Climáticas nos Regimes de Precipitação e Vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 69-79, 2013.

ALONSO, J. A. F. **O Cenário regional gaúcho nos anos 90: convergência ou mais desigualdade**. Indicadores Econômicos FEE. Porto Alegre-RS, v. 31, n. 3, p. 97-118, nov. 2003.

BANCO MUNDIAL. **Relatório sobre o desenvolvimento mundial de 2010: desenvolvimento e mudança climática** / Banco Mundial. – São Paulo: Editora UNESP, 2010. 440p.

BARBOSA, A. L. O rural no olhar do turismo: novas possibilidades de desenvolvimento. In: CERETTA, C. C.; JASPER, J. R. **Turismo no espaço rural: oportunidades e sinergias contemporâneas**. Pelotas: Ed. da UFPel, 2012, p. 13-26.

BORBA, M. F. S.; GOMES, J. C. C. **Localizando o desenvolvimento: o local e a tradição na busca da sustentabilidade**. 1. ed. Pelotas: Embrapa Clima temperado, v. 1, p. 148, 2003.

BORBA, M. F. S. TRINDADE, J. P. P. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável. In: PILLAR, V. P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. Á. (Org.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009, p. 391-403.

BORBA, M. F. S. **La marginalidad como potencial para la construccion de "outro" desarrollo**: El caso de Santana da Boa Vista, Rio Grande do Sul, Brasil. 2002. 362 f. Córdoba, Tese (Doctorado em Sociologia, Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável) - Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Universidad de Córdoba, 2002.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Define a Política Nacional de Recursos Hídricos, os princípios e instrumentos da sua gestão, 1997.

\_\_\_\_\_. **Decreto nº 6.047 de 22 de fevereiro de 2007**. Define a Política Nacional de Desenvolvimento Regional, 2007.

\_\_\_\_\_. **Agricultura Irrigada como Vetor de Desenvolvimento Regional Sustentável (Demetrios Christofidis - MI)**. Conferência Estadual de Desenvolvimento Regional-Paraíba 2012.

\_\_\_\_\_. **Pretendida contribuição nacionalmente determinada para consecução do objetivo da convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima**, 2015.

CAMHI, A.; PAGIOLA, S. **Payment for Environmental Services mechanisms in Latin America and the Caribbean: A compendium.** Washington: World Bank, 2009.

CAMPO, A. M.; ZAPPERI, P. A.; RAMOS, M. B. Recent Rainfall Anomalies in the Southwestern Pampas Region, Argentina. Retrospective And Prospective View. In: II Congreso Interamericano de Cambio Climático, **Anais...** Ciudad del México: 2016, p. 704-708.

CARDOSO, O. R. et al. Análise de fragilidade ambiental na bacia do rio Pardo - RS, frente à instalação de pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Porto Alegre, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2 p. 507-522, abr./jun. 2015.

CARVALHO NETO, R. M. **Uso do Balanço Hídrico Climatológico para subsidiar tomadas de decisão quanto ao manejo de Bacias Hidrográficas.** 2014, 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2014.

CARVALHO, C. M.; CRUZ, R. C. As representações sociais dos pecuaristas familiares do Alto Camaquã na construção de uma estratégia de desenvolvimento territorial. In: **I Simpósio de Meio Ambiente da Universidade Federal do Pampa**, Caçapava do Sul, 2013.

CARVALHO, C. M.; NUNES, D. S.; ROCHA, N. S.; CRUZ, R. C. A construção da gestão e educação ambiental dos recursos hídricos na pecuária familiar do Alto Camaquã. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 4019-4027, dez. 2014.

\_\_\_\_\_. Avaliação da vulnerabilidade ao risco de contaminação dos recursos hídricos subterrâneos do município de Piratini-RS. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 5, p. 3977-3985, 2014(a).

CARVALHO, C. M. **A pecuária familiar e a gestão de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Camaquã: um estudo de caso no território do Alto Camaquã.** 2015, 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

CARVALHO, H. P. et al. Balanço hídrico climatológico, armazenamento efetivo da água no solo e transpiração na cultura de café. Uberlândia, **Biosci. J.**, v. 27, n. 2, p. 221-229, mar./abr. 2011.

CARVALHO, P. C. F et al. Lotação animal em pastagens naturais: políticas, pesquisas, preservação e produtividade. In: PILLAR, V. P. et al. (Org.) **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade.** 2. ed. p. 403, 2012.

CASTILHOS, Z. M. S.; MACHADO, M. D.; PINTO, M. F. Produção Animal com conservação da flora campestre do bioma Pampa. In: PILLAR, V. P. et al. (Org.) **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 2, p. 199-205, 2012.

CHRISTOFIDIS, D. **Água, ética, segurança alimentar e sustentabilidade ambiental.** Bahia Análise e Dados, v. 13, n. especial, p. 371-382, 2003.

COLAVITE, A. P.; PASSOS, M. M. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. **Revista Geonorte**. ed. especial, v. 2, n. 4, p. 1547-1559, 2012.

COLLISCHONN, B. et al. **Modelagem Hidrológica de Uma Bacia com Uso Intensivo de Água: Caso do Rio Quaraí-RS**. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, p. 119-133, 2011.

COLLISCHONN, B.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia**. Instituto de Previsões Hidrológicas, UFRGS, n. 5, 2008.

COMISSÃO EUROPÉIA. **Cooperación al Desarrollo en América Latina**. 2009. Disponível em: [http://ec.europa.eu/europaid/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/europaid/index_es.htm). Acesso em: 18 abr. 2016.

CONTI, J. B. Considerações sobre as Mudanças Climáticas Globais. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, v. 16, p. 70-75, 2005.

CORONEL, D. A.; ALVES, F. D.; SILVA, M. A **Notas sobre o processo de desenvolvimento da Metade Sul e Norte do Estado do Rio Grande do Sul: uma abordagem comparativa**. *Perspectiva Econômica (São Leopoldo. Online)*, São Leopoldo- RS-Brasil, v. 3, n. 2, p. 27-43, 2007.

COSTA, B. P. Pequenas cidades e diversidades culturais no interior do Estado do Rio Grande do Sul: o caso das microterritorializações homoeróticas de Santa Maria, Bagé, Alegrete, Uruguaiana e Itaqui. **Revista Latino-americana de Geografia e Gênero**, v. 3, p. 125-137, 2012.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R. Possibilidades e alternativas do desenvolvimento rural sustentável. In: **I Congresso Internacional sobre Agricultura Familiar e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Santa Maria, 2002. Disponível em: <[http://docente.lages.ifsc.edu.br/hellen.arantes/MaterialDidatico/FAG/JoseAntonio\\_fundamentos.pdf](http://docente.lages.ifsc.edu.br/hellen.arantes/MaterialDidatico/FAG/JoseAntonio_fundamentos.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2013.

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas, SIAGAS**. Disponível em: <<[http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php)>. Acesso em: 20 jan. 2015.

CPTEC. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**, 2015. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 09 maio 2015.

CRUZ, J. C. et al. Avaliação ambiental integrada do meio físico nas bacias do Alto e Médio rio Uruguai: análise desagregada. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 2, p. 237-249, 2014.

\_\_\_\_\_. **Avaliação ambiental integrada: construção metodológica de modelo para bloco do meio físico**. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, p. 07-17, 2013.

CRUZ, R. C.; GUADAGNIN, D. L. Uma pequena história ambiental do Pampa: proposta de uma abordagem baseada na relação entre perturbação e mudança. In: COSTA, B. P.; DIECKEL, M. E. G. (Org.). **A sustentabilidade da Região da Campanha- RS : Práticas e teorias a respeito das relações entre ambiente, sociedade, cultura e políticas públicas**. Santa Maria, RS: UFSM, PPG Geografia e Geociências, Dep. de Geociências, p. 155-179, 2010

CRUZ, R. C. et al. Uma análise crítica dos conceitos de análise de fragilidades ambientais e de avaliação ambiental integrada. In: QUINTA-FERREIRA, M., BARATA, M. T.; LOPES, F. C.; ANDRADE, A. I.; HENRIQUES, M. H.; PENA DOS REIS, R.; IVO ALVES, E. (Org.). **Para desenvolver a terra. memórias e notícias de geociências no espaço lusófono**. 1. ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, v. 3, p. 1-8, 2012.

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations**. World food, 2013. Disponível em: <https://www.fao.org.br/>. Acesso em: 16 jun. /2014.

FARIA, A. L. L.; XAVIER-DA-SILVA, J.; GOES, M. H. de B. **Análise ambiental por geoprocessamento em áreas com susceptibilidade à erosão do solo na bacia hidrográfica do ribeirão do Espírito Santo, Juiz de Fora (MG)**. Caminhos de Geografia. Juíz de Fora, v. 4, n. 9, p. 50-65, jun. 2003.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler. **Mapa de Classificação dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul quanto à Resistência a Impactos Ambientais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre: FEPAM. 13 p. (n.publ.). Relatório final de consultoria elaborado por Nestor Kämpf. Mapa em meio digital. 2001.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental, SEMA, Secretaria Estadual de Meio Ambiente. **Zoneamento Ambiental para atividade de silvicultura**. v. I e II. Porto Alegre, Janeiro de 2007.

FIGUEIRÓ, A. S. et al. **A compreensão da paisagem do Alto Camaquã: debate ambiental sobre o Bioma Pampa**. Mercator (Fortaleza. Online), v. 10, p. 147-158, 2011.

FONSECA, C. R. et al. Invasive alien plants en the Pampas grasslands: a tri-national cooperation challenge. **Biol. Invasions**, v. 15, p. 1751-1763, 2013.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A. **Groundwater pollution risk assessment: a meth- odology using available data**. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru. 81p. 1988.

FOSTER, S. et al. **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servemar, 2006.

FROES, J. C. Sistemas de produção rural da bacia hidrográfica do rio Camaquã, RS. **Rev. Bras. Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 761-764, 2007.

GIGLI, S.; AGRAWALA, S. **Stocktaking of Progress on Integrating Adaptation to Climate Change into Development Co-operation Activities**. (2007)1/ FINAL, OECD, Paris.

GONÇALVES, D. B. Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 5, n. 51, agosto, 2005.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. **Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events**. v. 13, n. 1, p. 35-58, 2000. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/artigos/pt#10>. Acesso em: 09 maio 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do Censo Agropecuário**, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 19 jan. 2015.

ILHA, A. S.; ALVES, F. D.; SARAIVA, L. H. B. FEE, 1 Encontro de Economia Gaúcha, Porto Alegre, maio, 2002. **Anais...** eletrônicos... Disponível em: < [http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/download/eeg/1/mesa\\_3\\_ilha\\_alves\\_saravia.pdf](http://www.fee.rs.gov.br/sitefee/download/eeg/1/mesa_3_ilha_alves_saravia.pdf) >. Acesso em: 27 jan. 2015.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001a.

\_\_\_\_\_. **Cambios Climáticos 2014: Impactos, Adaptación y vulnerabilidad**. Contribución del grupo de trabajo al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. 34p. 2014.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001b.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007.

LEIVAS, J. F.; BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. Risco de deficiência hídrica decenal na metade sul do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 397-407, 2006.

LEVINE, T.; ENCINAS, C. Adaptación al cambio climático: Experiencia en América Latina. Santiago de Chile, **Revista Ambiente y Desarrollo**, v. 23, n. 2, p. 41-47, 2007.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil. In: FREITAS, M. A. V.; ANEEL; OMM; SRH/MMA. (Org.). **O Estado das Águas no Brasil - 1999: Perspectivas de gestão e informação de recursos hídricos**. 1. ed. p. 73-82, 1999.

LUCAS, A. S. **Relação entre as características ambientais e a utilização de nascentes como fontes de abastecimento pela pecuária familiar no território do Alto Camaquã**. 2013. 63 p. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharelado em Gestão Ambiental). Universidade Federal do Pampa. São Gabriel, 2013.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.

MALUF, R. S.; Rosa, T. S. **Mudanças climáticas, desigualdades sociais e populações vulneráveis no Brasil: construindo capacidades**. Rio de Janeiro, 2011. Ed. UFRRJ (Relatório de pesquisa).

MARENGO J. A. **Water and Climate Change**. Estudos Avançados (USP.Impresso), v. 22, p. 83-96, 2008

MATTE, A. **Vulnerabilidades, capacitações e meios de vida dos pecuaristas de corte da Campanha Meridional e Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul**. 2013, 176 f. (Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Rural) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Inter-relações entre biodiversidade e mudanças climáticas**. Brasília: PROBIO/MMA, 2007. 221 p.

\_\_\_\_\_. Projeto Relatório 1 - **Desenvolvimento metodológico e tecnológico para avaliação ambiental integrada aplicada ao processo de análise de viabilidade de hidrelétricas**. Santa Maria: UNIPAMPA/UFSM, 2009.

\_\_\_\_\_. Projeto Relatório 2 - **Desenvolvimento metodológico e tecnológico para avaliação ambiental integrada aplicada ao processo de análise de viabilidade de hidrelétricas**. Santa Maria: UNIPAMPA/UFSM, 2011.

MORAN, E. F. Human Adaptive Strategies in Amazonian Blackwater Ecosystems. **American Anthropologist**, v. 93, n.2, p. 361-382, 1991.

NABINGER, C.; FERREIRA, E. T.; FREITAS, A. K.; CARVALHO, P. C. F.; SANT'ANNA, D. M. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V. P. et al. (Org.) **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012, v. 2, p. 175-198.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. **Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento**. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 36-48, 2005.

NAVEH, Z. et al. **Ecología de Paisajes**. Edición en español. Editorial Facultad de Agronomía - UBA. 2011.

NESKE, M. Z.; Andrade, M. L.; BORBA, M. F. S. Capital Ecológico e a Construção de Autonomia na Produção Familiar: o caso da pecuária familiar do Rio Grande do Sul. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 29, p. 291-317, 2012.

NESKE, M. Z. **Estilos de agricultura e dinâmicas locais de desenvolvimento rural: o caso da pecuária familiar no território do Alto Camaquã do Rio Grande do Sul**. 2009. 208 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

NESKE, M. Z.; MARQUES, F. C.; BORBA, M. F. S. **A emergência da produção de novidades em territórios marginalizados** : uma análise a partir do território Alto Camaquã, Rio Grande do Sul. *Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFPR)*, v. 31, p. 43-59, 2014.

NOBRE et al. **Riscos de mudanças climáticas no Brasil e limites à adaptação**. 2016. Embaixada do Reino Unido no Brasil.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. **The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them, Technical Report IHMC CmapTools**. 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2008, available at: <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.

NUSDEO, A. M. de O. **Pagamento por Serviços Ambientais: Sustentabilidade e disciplina jurídica**. Ed. Atlas. São Paulo. 2012.

OLIVEIRA, G. S. **O El Niño e Você - o fenômeno climático**. Ed. Transtec. São José dos Campos, São Paulo, mar. 2001.

OVERBECK, G. E. et al. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. P. et al. (Org.) **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012, v. 2, p. 26-41.

PADILHA, D. G. **Geoprocessamento aplicado na caracterização da fragilidade ambiental da Bacia hidrográfica do Arroio Grande, RS**. Dissertação (Mestrado em Geomática). Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

\_\_\_\_\_. **Modelo de apoio à decisão aplicado ao planejamento territorial de silvicultura baseado em análise multicritério de redes neurais artificiais**. 2014. p 287. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 2014.

PADILHA, D. G.; TREVISAN, M. L.; CRUZ, J. C. **Sensibilidade do modelo de fragilidades ambientais à ponderação multicriterial**. *Floresta (Online)*. Curitiba, v. 44, p. 535-458, 2014.

PAGIOLA, S. CARRASCOSA, von G., TAFFARELLO, D. Pagamentos por Serviços Ambientais. In: PAGIOLA, S. et al.. **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil**.. São Paulo, 2013. 336 p.

PAGIOLA, S.; PLATAIS, G. **Payments for Environmental Services: From Theory to Practice**. Washington: World Bank, 2007.

PAULINO, J. F. et al. **Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006**. *Irriga, Botucatu*, v. 16, n. 2, p. 163-176, 2011.

PEREIRA, A R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia agrícola**. Apostila de curso. ESALQ, 2007. 192p.

PESAVENTO, S. **História da Indústria Sul-rio-grandense**. Guaíba-RS: Riocell, 1985.

PILLAR, V. P. et al. (Org.) **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012, v. 2.

PLOEG, J. D. V. D. **Camponeses e Impérios Alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização**. Tradução de Rita Pereira. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008. 372 p.

PLOEG, J. D. V. D. O modo de produção camponês revisitado. In: UFRGS (Ed.). **A Diversidade da Agricultura Familiar**. Porto Alegre, v.2, 2009. p. 15-58.

REBOUÇAS, A. D. C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia Análise & Dados, v. 13, n. especial, p. 341-345, 2003.

REIS, J. T. **Análise da Fragilidade Ambiental em Bacia Hidrográfica Urbana para Subsidiar uma Avaliação Ambiental Integrada**. 2012. 227p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, 2012.

RIBEIRO, C. M.; QUADROS, F. L. F. Valor histórico e econômico da pecuária. In: PILLAR, V. P. & LANGE, O. **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015. 192 p. il.

ROBOREDO, D.; BERGAMASCO, S. M. P. P.; BLEICH, M. E. Aggregate index of social– environmental sustainability to evaluate the social–environmental quality in a watershed in the Southern Amazon. **Ecological Indicators**, v. 63. p. 337-345, 2016.

ROCHA, J. M.; CRUZ, R. C.; ZANELLA, F. C.; ROCHA, N. S. Uso do geoprocessamento para análise temporal de uso da terra no Assentamento São Joaquim. In: 4º Seminário Brasileiro de Gestão Ambiental na Agropecuária, 2014, Bento Gonçalves. **Anais...** v. 4, p. 158-163, 2014.

ROCHA, J. M.; ZANELLA, F. C.; CRUZ, R. C. **Reforma agrária no Bioma Pampa: aspectos para repensar os métodos de desapropriação e distribuição de terras na Metade Sul do RS**. Cadernos de Agroecologia, v. 8, p. 1-5, 2013.

ROCHA, J. M. **As raízes da crise da Metade Sul: estudo da formação econômica do Rio Grande do Sul**. 1. ed. Bagé: Fundação Universidade Federal do Pampa, 2011.

\_\_\_\_\_. **Sustentabilidade em Questão: Economia, Sociedade e Meio Ambiente**. 1. ed. Jundiaí: Paco Editorial, v. 1, p. 168, 2011a.



ROCHA, J. M. Turismo e Desenvolvimento Regional: aspectos e estratégias na Metade Sul do Rio Grande do Sul. In: CERETTA, C. C.; JASPER, J. R. **Turismo no espaço rural: oportunidades e sinergias contemporâneas**. Pelotas: Ed. da UFPel, p. 55-80, 2012a.

ROCHA, N. S. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental, na cidade de Santa Maria, RS, com uso de geoprocessamento**. 2012. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Santa Maria, 2012.

SANTOS, D. G.; MELO, V. G.; CARVALHO, F. H. Programa Produtor de Água. In: PAGIOLA, S. et al.. **Experiências de Pagamentos por Serviços Ambientais no Brasil**. São Paulo, 2013. 336 p.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo. Oficina de Textos. 2004. 184 p.

SCARE, R. F. **Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil / Scarcity of water and institutional changes: analysis of water resources regulation in Brazil**. 2003. p 169. Dissertação (Mestrado em Economia). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

SEPLAG. Secretária de Planejamento e Gestão do Rio Grande do Sul. **Projeto RS Biodiversidade: diagnóstico das áreas prioritárias**. 2007. Disponível em: [www.biodiversidade.rs.gov.br](http://www.biodiversidade.rs.gov.br). Acesso em: 27 jan. 2015.

SIAGAS. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas**. Disponível em: <http://siagas.cprm.gov.br/>. Acesso em: 28 jan. 2015.

SILVERWOOD-COPE, K. de O.; VILLARROEL, L. C. L.; SERKEIS, A. P. M.; KAMBER, A. **Mudanças Climáticas**. Brasília: MMA, 2011. 32p.

SOARES, M. R. G. J.; SOUZA, J. L. M.; JERKSZURKI, D. **Fragilidade Ambiental da bacia do Rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR)**. Geografia (Londrina). Londrina, v. 20, n. 3, p. 57-70, set./dez. 2011.

TAPIA, L. R.; NOVELO, J. A. M. Cambio Climático y Agua en la Cuenca Del Valle De México. In: II Congreso Interamericano de Cambio Climático, **Anais...** Ciudad del México, 2016. p. 564-465.

TASSI, R. **Notas de aula de Hidrologia**. 2005. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Material didático).

THORTHWAITE, C. W.; MATTER, J. R. **The water balance**. Publications in Climatology, New Jersey, Drexel Institute of Thecnology, 104p. 1955.

TOSAM, M. J.; MBHI, R. A. **Climate change, health, and sustainable development in Africa**. Environmental Development Sustainable, 2015, v. 17, p. 787-800.

TREVISAN, M. L. **Sensibilidade de fatores para valoração do ambiente com o uso de avaliação multicritério e geoprocessamento digital.** 165 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

TRINDADE, J. P. P.; BORBA, M. F. S.; LEFEVBRE, J. **Território do Alto Camaquã: apresentação da cobertura vegetal do Alto Camaquã.** Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2007. 15 p.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos.** Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 1998. 669 p.

\_\_\_\_\_. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre. Rio Grande do Sul (RS). Editora Universidade. 2000. 943p.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. Infiltração e armazenamento no solo: In: Tucci, C.E.M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre. Rio Grande do Sul (RS). Editora Universidade, p. 335-372, 2000.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções.** Estudos Avançados, v. 22, 2008.

WEBER, E. J.; HASENACK, H. **Base cartografica digital do Rio Grande do Sul na escala 1:250.000.** Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia, 2006.

WILKINSON, J. **Mercado, redes e valores: O novo mundo da agricultura familiar.** Porto Alegre: 2008. p. 213.

## APÊNDICES



## APÊNDICE A – RESULTADOS DE BHC: CENÁRIOS ATUAIS

Ano Normal – Ponto Piratini (03153021)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	103,90	37,69	66,21	60,00	0,00	37,69	0,00	66,2
Set	14,50	130,10	43,91	86,19	60,00	0,00	43,91	0,00	86,1
Out	18,00	135,80	72,11	63,69	60,00	0,00	72,11	0,00	63,6
Nov	19,50	78,20	84,41	-6,21	54,10	-5,90	84,10	0,31	0,00
Dez	21,50	41,90	107,5	-65,64	18,12	-35,98	77,88	29,66	0,00
Jan	23,50	117,30	125,7	-8,44	15,74	-2,38	119,68	6,07	0,00
Fev	23,00	163,20	104,3	58,89	60,00	44,26	104,31	0,00	14,6
Mar	22,00	63,80	99,86	-36,06	32,90	-27,10	90,90	8,96	0,00
Abr	18,50	104,30	66,22	38,08	60,00	27,10	66,22	0,00	10,9
Mai	15,00	95,50	43,95	51,55	60,00	0,00	43,95	0,00	51,5
Jun	13,50	110,40	33,84	76,56	60,00	0,00	33,84	0,00	76,5
Jul	12,00	101,70	28,75	72,95	60,00	0,00	28,75	0,00	72,9

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Ponto Piratini (03153021)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	40,50	37,69	2,81	60,00	0,00	37,69	0,00	2,81
Set	14,50	106,70	43,91	62,79	60,00	0,00	43,91	0,00	62,79
Out	18,00	134,20	72,11	62,09	60,00	0,00	72,11	0,00	62,09
Nov	19,50	23,90	84,41	-60,51	21,89	-38,11	62,01	22,40	0,00
Dez	21,50	59,40	107,5	-48,14	9,81	-12,07	71,47	36,06	0,00
Jan	23,50	50,10	125,7	-75,64	2,78	-7,03	57,13	68,61	0,00
Fev	23,00	76,30	104,3	-28,01	1,74	-1,04	77,34	26,97	0,00
Mar	22,00	84,40	99,86	-15,46	1,35	-0,40	84,80	15,06	0,00
Abr	18,50	90,10	66,22	23,88	25,23	23,88	66,22	0,00	0,00
Mai	15,00	74,80	43,95	30,85	56,08	30,85	43,95	0,00	0,00
Jun	13,50	100,20	33,84	66,36	60,00	3,92	33,84	0,00	62,44
Jul	12,00	88,30	28,75	59,55	60,00	0,00	28,75	0,00	59,55

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Ponto Piratini (03153021)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	234,20	37,69	196,51	60,00	0,00	37,69	0,00	196,51
Set	14,50	204,60	43,91	160,69	60,00	0,00	43,91	0,00	160,69
Out	18,00	232,90	72,11	160,79	60,00	0,00	72,11	0,00	160,79
Nov	19,50	133,30	84,41	48,89	60,00	0,00	84,41	0,00	48,89
Dez	21,50	389,80	107,54	282,26	60,00	0,00	107,54	0,00	282,26
Jan	23,50	71,90	125,74	-53,84	24,46	-35,54	107,44	18,30	0,00
Fev	23,00	141,30	104,31	36,99	60,00	35,54	104,31	0,00	1,45
Mar	22,00	384,00	99,86	284,14	60,00	0,00	99,86	0,00	284,14
Abr	18,50	317,30	66,22	251,08	60,00	0,00	66,22	0,00	251,08
Mai	15,00	172,40	43,95	128,45	60,00	0,00	43,95	0,00	128,45
Jun	13,50	159,30	33,84	125,46	60,00	0,00	33,84	0,00	125,46
Jul	12,00	121,30	28,75	92,55	60,00	0,00	28,75	0,00	92,55

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	21,20	37,69	-16,49	45,58	-14,42	35,62	2,07	0,00
Set	14,50	163,00	43,91	119,09	60,00	14,42	43,91	0,00	104,68
Out	18,00	158,80	72,11	86,69	60,00	0,00	72,11	0,00	86,69
Nov	19,50	216,80	84,41	132,39	60,00	0,00	84,41	0,00	132,39
Dez	21,50	121,10	107,54	13,56	60,00	0,00	107,54	0,00	13,56
Jan	23,50	23,30	125,74	-102,4	10,88	-49,12	72,42	53,32	0,00
Fev	23,00	170,50	104,31	66,19	60,00	49,12	104,31	0,00	17,07
Mar	22,00	230,90	99,86	131,04	60,00	0,00	99,86	0,00	131,04
Abr	18,50	86,30	66,22	20,08	60,00	0,00	66,22	0,00	20,08
Mai	15,00	36,60	43,95	-7,35	53,08	-6,92	43,52	0,43	0,00
Jun	13,50	25,70	33,84	-8,14	46,35	-6,74	32,44	1,41	0,00
Jul	12,00	80,50	28,75	51,75	60,00	13,65	28,75	0,00	38,09

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	69,90	37,69	32,21	60,00	0,00	37,69	0,00	32,21
Set	14,50	131,50	43,91	87,59	60,00	0,00	43,91	0,00	87,59
Out	18,00	21,50	72,11	-50,61	25,81	-34,19	55,69	16,42	0,00
Nov	19,50	44,10	84,41	-40,31	13,18	-12,63	56,73	27,68	0,00
Dez	21,50	71,70	107,54	-35,84	7,25	-5,93	77,63	29,91	0,00
Jan	23,50	133,80	125,74	8,06	15,31	8,06	125,74	0,00	0,00
Fev	23,00	123,30	104,31	18,99	34,30	18,99	104,31	0,00	0,00
Mar	22,00	42,00	99,86	-57,86	13,08	-21,23	63,23	36,63	0,00
Abr	18,50	79,40	66,22	13,18	26,26	13,18	66,22	0,00	0,00
Mai	15,00	118,60	43,95	74,65	60,00	33,74	43,95	0,00	40,91
Jun	13,50	165,20	33,84	131,36	60,00	0,00	33,84	0,00	131,36
Jul	12,00	85,80	28,75	57,05	60,00	0,00	28,75	0,00	57,05

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	119,10	37,69	81,41	60,00	0,00	37,69	0,00	81,41
Set	14,50	196,20	43,91	152,29	60,00	0,00	43,91	0,00	152,29
Out	18,00	235,30	72,11	163,19	60,00	0,00	72,11	0,00	163,19
Nov	19,50	142,20	84,41	57,79	60,00	0,00	84,41	0,00	57,79
Dez	21,50	422,20	107,54	314,66	60,00	0,00	107,54	0,00	314,66
Jan	23,50	113,00	125,74	-12,74	48,52	-11,48	124,48	1,26	0,00
Fev	23,00	66,70	104,31	-37,61	25,92	-22,59	89,29	15,01	0,00
Mar	22,00	225,70	99,86	125,84	60,00	34,08	99,86	0,00	91,77
Abr	18,50	258,50	66,22	192,28	60,00	0,00	66,22	0,00	192,28
Mai	15,00	169,00	43,95	125,05	60,00	0,00	43,95	0,00	125,05
Jun	13,50	215,40	33,84	181,56	60,00	0,00	33,84	0,00	181,56
Jul	12,00	154,30	28,75	125,55	60,00	0,00	28,75	0,00	125,55

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Passo da Guarda (03052007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	190,40	37,38	153,02	60,00	0,00	37,38	0,00	153,02
Set	16,50	88,30	55,47	32,83	60,00	0,00	55,47	0,00	32,83
Out	17,00	96,40	64,52	31,88	60,00	0,00	64,52	0,00	31,88
Nov	19,50	53,50	84,10	-30,60	36,03	-23,97	77,47	6,63	0,00
Dez	21,50	43,50	107,27	-63,77	12,45	-23,58	67,08	40,19	0,00
Jan	23,00	103,70	120,63	-16,93	9,39	-3,06	106,76	13,87	0,00
Fev	23,00	113,10	104,13	8,97	18,36	8,97	104,13	0,00	0,00
Mar	21,50	141,30	95,45	45,85	60,00	41,64	95,45	0,00	4,20
Abr	18,50	105,80	65,93	39,87	60,00	0,00	65,93	0,00	39,87
Mai	16,00	44,60	49,24	-4,64	55,54	-4,46	49,06	0,17	0,00
Jun	13,00	214,60	31,29	183,31	60,00	4,46	31,29	0,00	178,85
Jul	13,00	106,60	33,06	73,54	60,00	0,00	33,06	0,00	73,54

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Passo da Guarda (03052007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	133,50	37,38	96,12	60,00	0,00	37,38	0,00	96,12
Set	16,50	64,20	55,47	8,73	60,00	0,00	55,47	0,00	8,73
Out	17,00	87,10	64,52	22,58	60,00	0,00	64,52	0,00	22,58
Nov	19,50	71,50	84,10	-12,60	48,63	-11,37	82,87	1,24	0,00
Dez	21,50	46,90	107,27	-60,37	17,78	-30,85	77,75	29,52	0,00
Jan	23,00	277,90	120,63	157,27	60,00	42,22	120,63	0,00	115,05
Fev	23,00	46,00	104,13	-58,13	22,77	-37,23	83,23	20,90	0,00
Mar	21,50	80,00	95,45	-15,45	17,60	-5,17	85,17	10,28	0,00
Abr	18,50	76,20	65,93	10,27	27,87	10,27	65,93	0,00	0,00
Mai	16,00	3,00	49,24	-46,24	12,90	-14,97	17,97	31,26	0,00
Jun	13,00	95,90	31,29	64,61	60,00	47,10	31,29	0,00	17,51
Jul	13,00	6,20	33,06	-26,86	38,34	-21,66	27,86	5,21	0,00

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



## Ano Chuvoso – Passo da Guarda (03052007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	135,80	37,38	98,42	60,00	0,00	37,38	0,00	98,42
Set	16,50	116,20	55,47	60,73	60,00	0,00	55,47	0,00	60,73
Out	17,00	209,80	64,52	145,28	60,00	0,00	64,52	0,00	145,28
Nov	19,50	155,10	84,10	71,00	60,00	0,00	84,10	0,00	71,00
Dez	21,50	416,00	107,27	308,73	60,00	0,00	107,27	0,00	308,73
Jan	23,00	107,40	120,63	-13,23	48,13	-11,87	119,27	1,36	0,00
Fev	23,00	42,40	104,13	-61,73	17,20	-30,93	73,33	30,80	0,00
Mar	21,50	217,40	95,45	121,95	60,00	42,80	95,45	0,00	79,15
Abr	18,50	188,50	65,93	122,57	60,00	0,00	65,93	0,00	122,57
Mai	16,00	157,90	49,24	108,66	60,00	0,00	49,24	0,00	108,66
Jun	13,00	161,50	31,29	130,21	60,00	0,00	31,29	0,00	130,21
Jul	13,00	218,60	33,06	185,54	60,00	0,00	33,06	0,00	185,54

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	67,60	37,38	30,22	60,00	0,00	37,38	0,00	30,22
Set	16,50	240,50	55,47	185,03	60,00	0,00	55,47	0,00	185,03
Out	17,00	144,00	64,52	79,48	60,00	0,00	64,52	0,00	79,48
Nov	19,50	121,30	84,10	37,20	60,00	0,00	84,10	0,00	37,20
Dez	21,50	78,40	107,27	-28,87	37,08	-22,92	101,32	5,95	0,00
Jan	23,00	99,50	120,63	-21,13	26,08	-11,01	110,51	10,12	0,00
Fev	23,00	84,00	104,13	-20,13	18,64	-7,43	91,43	12,70	0,00
Mar	21,50	190,50	95,45	95,05	60,00	41,36	95,45	0,00	53,69
Abr	18,50	84,70	65,93	18,77	60,00	0,00	65,93	0,00	18,77
Mai	16,00	155,40	49,24	106,16	60,00	0,00	49,24	0,00	106,16
Jun	13,00	157,90	31,29	126,61	60,00	0,00	31,29	0,00	126,61
Jul	13,00	111,30	33,06	78,24	60,00	0,00	33,06	0,00	78,24

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	40,80	37,38	3,42	60,00	0,00	37,38	0,00	3,42
Set	16,50	72,50	55,47	17,03	60,00	0,00	55,47	0,00	17,03
Out	17,00	29,10	64,52	-35,42	33,25	-26,75	55,85	8,67	0,00
Nov	19,50	76,60	84,10	-7,50	29,34	-3,91	80,51	3,59	0,00
Dez	21,50	162,20	107,27	54,93	60,00	30,66	107,27	0,00	24,27
Jan	23,00	15,00	120,63	-105,63	10,32	-49,68	64,68	55,95	0,00
Fev	23,00	68,30	104,13	-35,83	5,68	-4,64	72,94	31,19	0,00
Mar	21,50	66,30	95,45	-29,15	3,49	-2,19	68,49	26,97	0,00
Abr	18,50	249,60	65,93	183,67	60,00	56,51	65,93	0,00	127,16
Mai	16,00	80,30	49,24	31,06	60,00	0,00	49,24	0,00	31,06
Jun	13,00	104,10	31,29	72,81	60,00	0,00	31,29	0,00	72,81
Jul	13,00	131,70	33,06	98,64	60,00	0,00	33,06	0,00	98,64

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	242,10	37,38	204,72	60,00	0,00	37,38	0,00	204,72
Set	16,50	221,70	55,47	166,23	60,00	0,00	55,47	0,00	166,23
Out	17,00	330,50	64,52	265,98	60,00	0,00	64,52	0,00	265,98
Nov	19,50	298,90	84,10	214,80	60,00	0,00	84,10	0,00	214,80
Dez	21,50	224,70	107,27	117,43	60,00	0,00	107,27	0,00	117,43
Jan	23,00	162,80	120,63	42,17	60,00	0,00	120,63	0,00	42,17
Fev	23,00	65,60	104,13	-38,53	31,57	-28,43	94,03	10,10	0,00
Mar	21,50	207,10	95,45	111,65	60,00	28,43	95,45	0,00	83,21
Abr	18,50	211,00	65,93	145,07	60,00	0,00	65,93	0,00	145,07
Mai	16,00	179,80	49,24	130,56	60,00	0,00	49,24	0,00	130,56
Jun	13,00	242,10	31,29	210,81	60,00	0,00	31,29	0,00	210,81
Jul	13,00	224,50	33,06	191,44	60,00	0,00	33,06	0,00	191,44

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Lavras do Sul (03053007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	174,90	41,40	133,50	60,00	0,00	41,40	0,00	133,50
Set	15,50	154,20	48,01	106,19	60,00	0,00	48,01	0,00	106,19
Out	18,00	141,40	70,35	71,05	60,00	0,00	70,35	0,00	71,05
Nov	20,00	73,80	86,90	-13,10	48,23	-11,77	85,57	1,33	0,00
Dez	22,00	35,20	110,91	-75,71	13,66	-34,58	69,78	41,14	0,00
Jan	24,00	95,20	129,95	-34,75	7,65	-6,00	101,20	28,75	0,00
Fev	23,50	149,90	107,74	42,16	49,81	42,16	107,74	0,00	0,00
Mar	23,00	160,80	107,48	53,32	60,00	10,19	107,48	0,00	43,13
Abr	19,00	83,50	68,11	15,39	60,00	0,00	68,11	0,00	15,39
Mai	15,00	55,80	42,38	13,42	60,00	0,00	42,38	0,00	13,42
Jun	13,50	276,60	32,41	244,19	60,00	0,00	32,41	0,00	244,19
Jul	12,00	87,80	27,32	60,48	60,00	0,00	27,32	0,00	60,48

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Lavras do Sul (03053007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	36,20	41,40	-5,20	55,02	-4,98	41,18	0,22	0,00
Set	15,50	147,80	48,01	99,79	60,00	4,98	48,01	0,00	94,81
Out	18,00	19,30	70,35	-51,05	25,62	-34,38	53,68	16,68	0,00
Nov	20,00	30,10	86,90	-56,80	9,94	-15,68	45,78	41,12	0,00
Dez	22,00	34,10	110,91	-76,81	2,76	-7,18	41,28	69,63	0,00
Jan	24,00	163,40	129,95	33,45	36,21	33,45	129,95	0,00	0,00
Fev	23,50	134,60	107,74	26,86	60,00	23,79	107,74	0,00	3,07
Mar	23,00	19,40	107,48	-88,08	13,82	-46,18	65,58	41,90	0,00
Abr	19,00	61,20	68,11	-6,91	12,32	-1,50	62,70	5,41	0,00
Mai	15,00	90,80	42,38	48,42	60,00	47,68	42,38	0,00	0,74
Jun	13,50	76,90	32,41	44,49	60,00	0,00	32,41	0,00	44,49
Jul	12,00	221,20	27,32	193,88	60,00	0,00	27,32	0,00	193,88

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Lavras do Sul (03053007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	33,00	41,40	-8,40	52,16	-7,84	40,84	0,56	0,00
Set	15,50	392,30	48,01	344,29	60,00	7,84	48,01	0,00	336,46
Out	18,00	101,30	70,35	30,95	60,00	0,00	70,35	0,00	30,95
Nov	20,00	126,40	86,90	39,50	60,00	0,00	86,90	0,00	39,50
Dez	22,00	78,90	110,91	-32,01	35,19	-24,81	103,71	7,20	0,00
Jan	24,00	213,60	129,95	83,65	60,00	24,81	129,95	0,00	58,84
Fev	23,50	106,80	107,74	-0,94	59,07	-0,93	107,73	0,01	0,00
Mar	23,00	179,00	107,48	71,52	60,00	0,93	107,48	0,00	70,59
Abr	19,00	359,90	68,11	291,79	60,00	0,00	68,11	0,00	291,79
Mai	15,00	75,00	42,38	32,62	60,00	0,00	42,38	0,00	32,62
Jun	13,50	228,40	32,41	195,99	60,00	0,00	32,41	0,00	195,99
Jul	12,00	112,70	27,32	85,38	60,00	0,00	27,32	0,00	85,38

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,00	30,80	36,59	-5,79	54,48	-5,52	36,32	0,27	0,00
Set	15,00	129,70	48,28	81,42	60,00	5,52	48,28	0,00	75,90
Out	16,50	152,70	63,04	89,66	60,00	0,00	63,04	0,00	89,66
Nov	19,50	104,00	85,88	18,12	60,00	0,00	85,88	0,00	18,12
Dez	21,50	64,50	108,81	-44,31	28,67	-31,33	95,83	12,98	0,00
Jan	23,00	74,00	121,79	-47,79	12,93	-15,74	89,74	32,05	0,00
Fev	22,50	139,30	101,07	38,23	51,16	38,23	101,07	0,00	0,00
Mar	21,00	97,30	92,82	4,48	55,65	4,48	92,82	0,00	0,00
Abr	17,50	211,60	61,15	150,45	60,00	4,35	61,15	0,00	146,09
Mai	15,00	150,30	45,39	104,91	60,00	0,00	45,39	0,00	104,91
Jun	12,50	148,00	30,62	117,38	60,00	0,00	30,62	0,00	117,38
Jul	12,50	148,80	32,36	116,44	60,00	0,00	32,36	0,00	116,44

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,00	137,30	36,59	100,71	60,00	0,00	36,59	0,00	100,71
Set	15,00	65,60	48,28	17,32	60,00	0,00	48,28	0,00	17,32
Out	16,50	154,80	63,04	91,76	60,00	0,00	63,04	0,00	91,76
Nov	19,50	188,50	85,88	102,62	60,00	0,00	85,88	0,00	102,62
Dez	21,50	23,50	108,81	-85,31	14,48	-45,52	69,02	39,79	0,00
Jan	23,00	62,30	121,79	-59,49	5,37	-9,11	71,41	50,39	0,00
Fev	22,50	73,10	101,07	-27,97	3,37	-2,00	75,10	25,96	0,00
Mar	21,00	104,20	92,82	11,38	14,75	11,38	92,82	0,00	0,00
Abr	17,50	157,40	61,15	96,25	60,00	45,25	61,15	0,00	51,00
Mai	15,00	134,40	45,39	89,01	60,00	0,00	45,39	0,00	89,01
Jun	12,50	63,90	30,62	33,28	60,00	0,00	30,62	0,00	33,28
Jul	12,50	50,70	32,36	18,34	60,00	0,00	32,36	0,00	18,34

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,00	111,50	36,59	74,91	60,00	0,00	36,59	0,00	74,91
Set	15,00	62,20	48,28	13,92	60,00	0,00	48,28	0,00	13,92
Out	16,50	329,30	63,04	266,26	60,00	0,00	63,04	0,00	266,26
Nov	19,50	241,40	85,88	155,52	60,00	0,00	85,88	0,00	155,52
Dez	21,50	348,10	108,81	239,29	60,00	0,00	108,81	0,00	239,29
Jan	23,00	58,30	121,79	-63,49	20,82	-39,18	97,48	24,32	0,00
Fev	22,50	334,60	101,07	233,53	60,00	39,18	101,07	0,00	194,36
Mar	21,00	69,30	92,82	-23,52	40,55	-19,45	88,75	4,06	0,00
Abr	17,50	81,50	61,15	20,35	60,00	19,45	61,15	0,00	0,90
Mai	15,00	140,70	45,39	95,31	60,00	0,00	45,39	0,00	95,31
Jun	12,50	194,30	30,62	163,68	60,00	0,00	30,62	0,00	163,68
Jul	12,50	140,00	32,36	107,64	60,00	0,00	32,36	0,00	107,64

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Dom Pedrito (03054002)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	71,00	39,84	31,16	60,00	0,00	39,84	0,00	31,16
Set	15,50	172,10	46,40	125,70	60,00	0,00	46,40	0,00	125,70
Out	18,50	149,30	72,49	76,81	60,00	0,00	72,49	0,00	76,81
Nov	21,00	226,60	94,05	132,55	60,00	0,00	94,05	0,00	132,55
Dez	23,00	5,20	119,75	-114,55	8,89	-51,11	56,31	63,44	0,00
Jan	25,00	80,10	140,08	-59,98	3,27	-5,62	85,72	54,36	0,00
Fev	24,50	162,30	116,17	46,13	49,40	46,13	116,17	0,00	0,00
Mar	23,00	79,90	106,56	-26,66	31,68	-17,72	97,62	8,94	0,00
Abr	19,00	102,00	66,70	35,30	60,00	28,32	66,70	0,00	6,98
Mai	15,00	164,90	40,87	124,03	60,00	0,00	40,87	0,00	124,03
Jun	13,50	59,10	31,05	28,05	60,00	0,00	31,05	0,00	28,05
Jul	12,50	49,10	28,17	20,93	60,00	0,00	28,17	0,00	20,93

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Dom Pedrito (03054002)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	26,90	39,84	-12,94	48,36	-11,64	38,54	1,30	0,00
Set	15,50	92,60	46,40	46,20	60,00	11,64	46,40	0,00	34,56
Out	18,50	164,70	72,49	92,21	60,00	0,00	72,49	0,00	92,21
Nov	21,00	14,60	94,05	-79,45	15,96	-44,04	58,64	35,41	0,00
Dez	23,00	35,70	119,75	-84,05	3,93	-12,03	47,73	72,02	0,00
Jan	25,00	42,90	140,08	-97,18	0,78	-3,15	46,05	94,02	0,00
Fev	24,50	87,40	116,17	-28,77	0,48	-0,30	87,70	28,48	0,00
Mar	23,00	113,50	106,56	6,94	7,43	6,94	106,56	0,00	0,00
Abr	19,00	165,20	66,70	98,50	60,00	52,57	66,70	0,00	45,93
Mai	15,00	78,20	40,87	37,33	60,00	0,00	40,87	0,00	37,33
Jun	13,50	99,80	31,05	68,75	60,00	0,00	31,05	0,00	68,75
Jul	12,50	56,60	28,17	28,43	60,00	0,00	28,17	0,00	28,43

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Dom Pedrito (03054002)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	120,90	39,84	81,06	60,00	0,00	39,84	0,00	81,06
Set	15,50	47,80	46,40	1,40	60,00	0,00	46,40	0,00	1,40
Out	18,50	147,30	72,49	74,81	60,00	0,00	72,49	0,00	74,81
Nov	21,00	220,60	94,05	126,55	60,00	0,00	94,05	0,00	126,55
Dez	23,00	201,30	119,75	81,55	60,00	0,00	119,75	0,00	81,55
Jan	25,00	68,80	140,08	-71,28	18,29	-41,71	110,51	29,57	0,00
Fev	24,50	266,50	116,17	150,33	60,00	41,71	116,17	0,00	108,62
Mar	23,00	197,00	106,56	90,44	60,00	0,00	106,56	0,00	90,44
Abr	19,00	193,40	66,70	126,70	60,00	0,00	66,70	0,00	126,70
Mai	15,00	201,30	40,87	160,43	60,00	0,00	40,87	0,00	160,43
Jun	13,50	176,00	31,05	144,95	60,00	0,00	31,05	0,00	144,95
Jul	12,50	55,30	28,17	27,13	60,00	0,00	28,17	0,00	27,13

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Torrinhas(03153017)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	101,80	37,33	64,47	60,00	0,00	37,33	0,00	64,47
Set	14,50	114,60	43,53	71,07	60,00	0,00	43,53	0,00	71,07
Out	17,50	193,90	68,04	125,86	60,00	0,00	68,04	0,00	125,86
Nov	20,00	221,20	88,11	133,09	60,00	0,00	88,11	0,00	133,09
Dez	22,00	65,00	111,93	-46,93	27,45	-32,55	97,55	14,37	0,00
Jan	24,00	119,70	130,57	-10,87	22,90	-4,55	124,25	6,32	0,00
Fev	23,50	181,10	108,37	72,73	60,00	37,10	108,37	0,00	35,63
Mar	22,00	36,40	99,60	-63,20	20,93	-39,07	75,47	24,12	0,00
Abr	18,50	83,20	65,88	17,32	38,25	17,32	65,88	0,00	0,00
Mai	14,50	115,50	40,92	74,58	60,00	21,75	40,92	0,00	52,83
Jun	13,50	76,00	33,52	42,48	60,00	0,00	33,52	0,00	42,48
Jul	12,00	56,20	28,43	27,77	60,00	0,00	28,43	0,00	27,77

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Torrinhas(03153017)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	37,50	37,33	0,17	60,00	0,00	37,33	0,00	0,17
Set	14,50	106,20	43,53	62,67	60,00	0,00	43,53	0,00	62,67
Out	17,50	116,50	68,04	48,46	60,00	0,00	68,04	0,00	48,46
Nov	20,00	40,30	88,11	-47,81	27,04	-32,96	73,26	14,86	0,00
Dez	22,00	43,30	111,93	-68,63	8,62	-18,43	61,73	50,20	0,00
Jan	24,00	25,50	130,57	-105,07	1,50	-7,12	32,62	97,95	0,00
Fev	23,50	74,80	108,37	-33,57	0,85	-0,64	75,44	32,93	0,00
Mar	22,00	108,00	99,60	8,40	9,26	8,40	99,60	0,00	0,00
Abr	18,50	125,50	65,88	59,62	60,00	50,74	65,88	0,00	8,88
Mai	14,50	68,60	40,92	27,68	60,00	0,00	40,92	0,00	27,68
Jun	13,50	125,50	33,52	91,98	60,00	0,00	33,52	0,00	91,98
Jul	12,00	103,20	28,43	74,77	60,00	0,00	28,43	0,00	74,77

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Torrinhas(03153017)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	277,90	37,33	240,57	60,00	0,00	37,33	0,00	240,57
Set	14,50	313,20	43,53	269,67	60,00	0,00	43,53	0,00	269,67
Out	17,50	250,90	68,04	182,86	60,00	0,00	68,04	0,00	182,86
Nov	20,00	170,50	88,11	82,39	60,00	0,00	88,11	0,00	82,39
Dez	22,00	423,80	111,93	311,87	60,00	0,00	111,93	0,00	311,87
Jan	24,00	164,30	130,57	33,73	60,00	0,00	130,57	0,00	33,73
Fev	23,50	70,80	108,37	-37,57	32,08	-27,92	98,72	9,65	0,00
Mar	22,00	369,40	99,60	269,80	60,00	27,92	99,60	0,00	241,88
Abr	18,50	312,30	65,88	246,42	60,00	0,00	65,88	0,00	246,42
Mai	14,50	138,20	40,92	97,28	60,00	0,00	40,92	0,00	97,28
Jun	13,50	138,80	33,52	105,28	60,00	0,00	33,52	0,00	105,28
Jul	12,00	138,80	28,43	110,37	60,00	0,00	28,43	0,00	110,37

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



## Ano Normal – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	69,00	39,84	29,16	60,00	0,00	39,84	0,00	29,16
Set	15,50	86,00	46,40	39,60	60,00	0,00	46,40	0,00	39,60
Out	18,50	177,00	72,49	104,51	60,00	0,00	72,49	0,00	104,51
Nov	21,00	95,50	94,05	1,45	60,00	0,00	94,05	0,00	1,45
Dez	23,00	58,90	119,75	-60,85	21,76	-38,24	97,14	22,61	0,00
Jan	25,00	70,60	140,08	-69,48	6,84	-14,93	85,53	54,55	0,00
Fev	24,50	257,00	116,17	140,83	60,00	53,16	116,17	0,00	87,66
Mar	23,00	86,20	106,56	-20,36	42,74	-17,26	103,46	3,09	0,00
Abr	19,00	144,50	66,70	77,80	60,00	17,26	66,70	0,00	60,54
Mai	15,00	99,10	40,87	58,23	60,00	0,00	40,87	0,00	58,23
Jun	13,50	94,00	31,05	62,95	60,00	0,00	31,05	0,00	62,95
Jul	12,50	257,30	28,17	229,13	60,00	0,00	28,17	0,00	229,13

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	61,10	39,84	21,26	60,00	0,00	39,84	0,00	21,26
Set	15,50	67,20	46,40	20,80	60,00	0,00	46,40	0,00	20,80
Out	18,50	186,60	72,49	114,11	60,00	0,00	72,49	0,00	114,11
Nov	21,00	19,80	94,05	-74,25	17,41	-42,59	62,39	31,66	0,00
Dez	23,00	32,10	119,75	-87,65	4,04	-13,37	45,47	74,28	0,00
Jan	25,00	53,70	140,08	-86,38	0,96	-3,08	56,78	83,30	0,00
Fev	24,50	116,60	116,17	0,43	1,38	0,43	116,17	0,00	0,00
Mar	23,00	42,60	106,56	-63,96	0,48	-0,91	43,51	63,05	0,00
Abr	19,00	59,70	66,70	-7,00	0,42	-0,05	59,75	6,95	0,00
Mai	15,00	62,90	40,87	22,03	22,45	22,03	40,87	0,00	0,00
Jun	13,50	101,60	31,05	70,55	60,00	37,55	31,05	0,00	33,00
Jul	12,50	116,20	28,17	88,03	60,00	0,00	28,17	0,00	88,03

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	14,50	233,90	39,84	194,06	60,00	0,00	39,84	0,00	194,06
Set	15,50	209,90	46,40	163,50	60,00	0,00	46,40	0,00	163,50
Out	18,50	228,70	72,49	156,21	60,00	0,00	72,49	0,00	156,21
Nov	21,00	193,00	94,05	98,95	60,00	0,00	94,05	0,00	98,95
Dez	23,00	312,30	119,75	192,55	60,00	0,00	119,75	0,00	192,55
Jan	25,00	165,30	140,08	25,22	60,00	0,00	140,08	0,00	25,22
Fev	24,50	33,00	116,17	-83,17	15,00	-45,00	78,00	38,18	0,00
Mar	23,00	305,90	106,56	199,34	60,00	45,00	106,56	0,00	154,35
Abr	19,00	299,60	66,70	232,90	60,00	0,00	66,70	0,00	232,90
Mai	15,00	129,70	40,87	88,83	60,00	0,00	40,87	0,00	88,83
Jun	13,50	181,00	31,05	149,95	60,00	0,00	31,05	0,00	149,95
Jul	12,50	170,00	28,17	141,83	60,00	0,00	28,17	0,00	141,83

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Ferraria (03153004)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	125,10	37,69	87,41	60,00	0,00	37,69	0,00	87,41
Set	14,50	101,70	43,91	57,79	60,00	0,00	43,91	0,00	57,79
Out	18,00	248,20	72,11	176,09	60,00	0,00	72,11	0,00	176,09
Nov	19,50	249,10	84,41	164,69	60,00	0,00	84,41	0,00	164,69
Dez	21,50	122,70	107,54	15,16	60,00	0,00	107,54	0,00	15,16
Jan	23,50	15,80	125,74	-109,94	9,60	-50,40	66,20	59,55	0,00
Fev	23,00	36,50	104,31	-67,81	3,10	-6,50	43,00	61,31	0,00
Mar	22,00	117,50	99,86	17,64	20,74	17,64	99,86	0,00	0,00
Abr	18,50	228,10	66,22	161,88	60,00	39,26	66,22	0,00	122,63
Mai	15,00	80,20	43,95	36,25	60,00	0,00	43,95	0,00	36,25
Jun	13,50	107,30	33,84	73,46	60,00	0,00	33,84	0,00	73,46
Jul	12,00	124,50	28,75	95,75	60,00	0,00	28,75	0,00	95,75

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Ferrara(03153004)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	33,50	37,69	-4,19	55,95	-4,05	37,55	0,14	0,00
Set	14,50	87,30	43,91	43,39	60,00	4,05	43,91	0,00	39,35
Out	18,00	62,80	72,11	-9,31	51,37	-8,63	71,43	0,69	0,00
Nov	19,50	159,20	84,41	74,79	60,00	8,63	84,41	0,00	66,16
Dez	21,50	111,20	107,54	3,66	60,00	0,00	107,54	0,00	3,66
Jan	23,50	48,60	125,74	-77,14	16,59	-43,41	92,01	33,73	0,00
Fev	23,00	46,40	104,31	-57,91	6,32	-10,27	56,67	47,64	0,00
Mar	22,00	94,60	99,86	-5,26	5,79	-0,53	95,13	4,73	0,00
Abr	18,50	239,40	66,22	173,18	60,00	54,21	66,22	0,00	118,97
Mai	15,00	166,60	43,95	122,65	60,00	0,00	43,95	0,00	122,65
Jun	13,50	12,10	33,84	-21,74	41,76	-18,24	30,34	3,50	0,00
Jul	12,00	75,70	28,75	46,95	60,00	18,24	28,75	0,00	28,71

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Ferrara(03153004)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	234,30	37,69	196,61	60,00	0,00	37,69	0,00	196,61
Set	14,50	200,50	43,91	156,59	60,00	0,00	43,91	0,00	156,59
Out	18,00	254,60	72,11	182,49	60,00	0,00	72,11	0,00	182,49
Nov	19,50	156,50	84,41	72,09	60,00	0,00	84,41	0,00	72,09
Dez	21,50	401,40	107,54	293,86	60,00	0,00	107,54	0,00	293,86
Jan	23,50	183,80	125,74	58,06	60,00	0,00	125,74	0,00	58,06
Fev	23,00	70,40	104,31	-33,91	34,10	-25,90	96,30	8,00	0,00
Mar	22,00	297,50	99,86	197,64	60,00	25,90	99,86	0,00	171,74
Abr	18,50	279,40	66,22	213,18	60,00	0,00	66,22	0,00	213,18
Mai	15,00	169,70	43,95	125,75	60,00	0,00	43,95	0,00	125,75
Jun	13,50	180,40	33,84	146,56	60,00	0,00	33,84	0,00	146,56
Jul	12,00	113,90	28,75	85,15	60,00	0,00	28,75	0,00	85,15

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal –Passo da Capela (03153006)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	47,10	37,69	9,41	60,00	0,00	37,69	0,00	9,41
Set	14,50	136,50	43,91	92,59	60,00	0,00	43,91	0,00	92,59
Out	18,00	66,40	72,11	-5,71	54,55	-5,45	71,85	0,26	0,00
Nov	19,50	46,10	84,41	-38,31	28,81	-25,74	71,84	12,57	0,00
Dez	21,50	107,40	107,54	-0,14	28,74	-0,07	107,47	0,07	0,00
Jan	23,50	116,60	125,74	-9,14	24,68	-4,06	120,66	5,08	0,00
Fev	23,00	90,10	104,31	-14,21	19,47	-5,20	95,30	9,00	0,00
Mar	22,00	60,60	99,86	-39,26	10,12	-9,35	69,95	29,91	0,00
Abr	18,50	77,00	66,22	10,78	20,91	10,78	66,22	0,00	0,00
Mai	15,00	64,70	43,95	20,75	41,66	20,75	43,95	0,00	0,00
Jun	13,50	138,20	33,84	104,36	60,00	18,34	33,84	0,00	86,01
Jul	12,00	442,60	28,75	413,85	60,00	0,00	28,75	0,00	413,85

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco –Passo da Capela (03153006)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	75,30	37,69	37,61	60,00	0,00	37,69	0,00	37,61
Set	14,50	204,80	43,91	160,89	60,00	0,00	43,91	0,00	160,89
Out	18,00	168,20	72,11	96,09	60,00	0,00	72,11	0,00	96,09
Nov	19,50	10,00	84,41	-74,41	17,36	-42,64	52,64	31,77	0,00
Dez	21,50	22,90	107,54	-84,64	4,24	-13,12	36,02	71,52	0,00
Jan	23,50	51,80	125,74	-73,94	1,24	-3,00	54,80	70,94	0,00
Fev	23,00	83,80	104,31	-20,51	0,88	-0,36	84,16	20,15	0,00
Mar	22,00	55,20	99,86	-44,66	0,42	-0,46	55,66	44,20	0,00
Abr	18,50	160,70	66,22	94,48	60,00	59,58	66,22	0,00	34,90
Mai	15,00	148,20	43,95	104,25	60,00	0,00	43,95	0,00	104,25
Jun	13,50	30,60	33,84	-3,24	56,84	-3,16	33,76	0,09	0,00
Jul	12,00	62,70	28,75	33,95	60,00	3,16	28,75	0,00	30,79

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso –Passo da Capela (03153006)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	234,00	37,69	196,31	60,00	0,00	37,69	0,00	196,31
Set	14,50	142,70	43,91	98,79	60,00	0,00	43,91	0,00	98,79
Out	18,00	236,10	72,11	163,99	60,00	0,00	72,11	0,00	163,99
Nov	19,50	165,00	84,41	80,59	60,00	0,00	84,41	0,00	80,59
Dez	21,50	403,50	107,54	295,96	60,00	0,00	107,54	0,00	295,96
Jan	23,50	100,80	125,74	-24,94	39,59	-20,41	121,21	4,54	0,00
Fev	23,00	88,90	104,31	-15,41	30,63	-8,97	97,87	6,44	0,00
Mar	22,00	214,10	99,86	114,24	60,00	29,37	99,86	0,00	84,87
Abr	18,50	281,30	66,22	215,08	60,00	0,00	66,22	0,00	215,08
Mai	15,00	205,20	43,95	161,25	60,00	0,00	43,95	0,00	161,25
Jun	13,50	177,40	33,84	143,56	60,00	0,00	33,84	0,00	143,56
Jul	12,00	153,50	28,75	124,75	60,00	0,00	28,75	0,00	124,75

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Pedras Altas (03153007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	80,80	39,11	41,69	60,00	0,00	39,11	0,00	41,69
Set	14,50	105,80	45,39	60,41	60,00	0,00	45,39	0,00	60,41
Out	17,50	89,30	70,02	19,28	60,00	0,00	70,02	0,00	19,28
Nov	20,00	100,10	89,84	10,26	60,00	0,00	89,84	0,00	10,26
Dez	22,00	105,70	113,37	-7,67	52,80	-7,20	112,90	0,47	0,00
Jan	24,00	74,50	131,45	-56,95	20,44	-32,36	106,86	24,59	0,00
Fev	23,50	88,50	109,26	-20,76	14,46	-5,98	94,48	14,78	0,00
Mar	22,00	155,50	100,88	54,62	60,00	45,54	100,88	0,00	9,08
Abr	18,50	80,00	67,53	12,47	60,00	0,00	67,53	0,00	12,47
Mai	14,50	257,30	42,66	214,64	60,00	0,00	42,66	0,00	214,64
Jun	13,50	127,30	35,12	92,18	60,00	0,00	35,12	0,00	92,18
Jul	1,20	117,70	0,48	117,22	60,00	0,00	0,48	0,00	117,22

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Pedras Altas (03153007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	64,10	39,11	24,99	60,00	0,00	39,11	0,00	24,99
Set	14,50	93,30	45,39	47,91	60,00	0,00	45,39	0,00	47,91
Out	17,50	113,50	70,02	43,48	60,00	0,00	70,02	0,00	43,48
Nov	20,00	81,50	89,84	-8,34	52,21	-7,79	89,29	0,55	0,00
Dez	22,00	41,20	113,37	-72,17	15,68	-36,53	77,73	35,64	0,00
Jan	24,00	80,50	131,45	-50,95	6,71	-8,97	89,47	41,98	0,00
Fev	23,50	42,10	109,26	-67,16	2,19	-4,52	46,62	62,64	0,00
Mar	22,00	52,60	100,88	-48,28	0,98	-1,21	53,81	47,07	0,00
Abr	18,50	175,30	67,53	107,77	60,00	59,02	67,53	0,00	48,75
Mai	14,50	55,00	42,66	12,34	60,00	0,00	42,66	0,00	12,34
Jun	13,50	154,90	35,12	119,78	60,00	0,00	35,12	0,00	119,78
Jul	1,20	81,50	0,48	81,02	60,00	0,00	0,48	0,00	81,02

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Pedras Altas (03153007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	248,50	39,11	209,39	60,00	0,00	39,11	0,00	209,39
Set	14,50	180,40	45,39	135,01	60,00	0,00	45,39	0,00	135,01
Out	17,50	221,20	70,02	151,18	60,00	0,00	70,02	0,00	151,18
Nov	20,00	134,10	89,84	44,26	60,00	0,00	89,84	0,00	44,26
Dez	22,00	287,80	113,37	174,43	60,00	0,00	113,37	0,00	174,43
Jan	24,00	117,60	131,45	-13,85	47,63	-12,37	129,97	1,48	0,00
Fev	23,50	77,90	109,26	-31,36	28,24	-19,39	97,29	11,97	0,00
Mar	22,00	289,00	100,88	188,12	60,00	31,76	100,88	0,00	156,36
Abr	18,50	321,10	67,53	253,57	60,00	0,00	67,53	0,00	253,57
Mai	14,50	78,20	42,66	35,54	60,00	0,00	42,66	0,00	35,54
Jun	13,50	187,20	35,12	152,08	60,00	0,00	35,12	0,00	152,08
Jul	1,20	138,60	0,48	138,12	60,00	0,00	0,48	0,00	138,12

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	30,20	37,33	-7,13	53,28	-6,72	36,92	0,41	0,00
Set	14,50	71,50	43,53	27,97	60,00	6,72	43,53	0,00	21,25
Out	17,50	237,20	68,04	169,16	60,00	0,00	68,04	0,00	169,16
Nov	20,00	173,90	88,11	85,79	60,00	0,00	88,11	0,00	85,79
Dez	22,00	144,50	111,93	32,57	60,00	0,00	111,93	0,00	32,57
Jan	24,00	29,00	130,57	-101,57	11,04	-48,96	77,96	52,61	0,00
Fev	23,50	11,30	108,37	-97,07	2,19	-8,85	20,15	88,22	0,00
Mar	22,00	54,50	99,60	-45,10	1,03	-1,16	55,66	43,94	0,00
Abr	18,50	382,00	65,88	316,12	60,00	58,97	65,88	0,00	257,16
Mai	14,50	94,40	40,92	53,48	60,00	0,00	40,92	0,00	53,48
Jun	13,50	132,00	33,52	98,48	60,00	0,00	33,52	0,00	98,48
Jul	12,00	100,20	28,43	71,77	60,00	0,00	28,43	0,00	71,77

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	93,50	37,33	56,17	60,00	0,00	37,33	0,00	56,17
Set	14,50	217,80	43,53	174,27	60,00	0,00	43,53	0,00	174,27
Out	17,50	133,90	68,04	65,86	60,00	0,00	68,04	0,00	65,86
Nov	20,00	5,70	88,11	-82,41	15,19	-44,81	50,51	37,61	0,00
Dez	22,00	47,60	111,93	-64,33	5,20	-9,99	57,59	54,33	0,00
Jan	24,00	58,40	130,57	-72,17	1,56	-3,64	62,04	68,53	0,00
Fev	23,50	62,70	108,37	-45,67	0,73	-0,83	63,53	44,83	0,00
Mar	22,00	65,20	99,60	-34,40	0,41	-0,32	65,52	34,08	0,00
Abr	18,50	107,40	65,88	41,52	41,93	41,52	65,88	0,00	0,00
Mai	14,50	117,60	40,92	76,68	60,00	18,07	40,92	0,00	58,62
Jun	13,50	57,10	33,52	23,58	60,00	0,00	33,52	0,00	23,58
Jul	12,00	58,20	28,43	29,77	60,00	0,00	28,43	0,00	29,77

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	234,50	37,33	197,17	60,00	0,00	37,33	0,00	197,17
Set	14,50	235,70	43,53	192,17	60,00	0,00	43,53	0,00	192,17
Out	17,50	228,90	68,04	160,86	60,00	0,00	68,04	0,00	160,86
Nov	20,00	168,70	88,11	80,59	60,00	0,00	88,11	0,00	80,59
Dez	22,00	372,10	111,93	260,17	60,00	0,00	111,93	0,00	260,17
Jan	24,00	102,90	130,57	-27,67	37,83	-22,17	125,07	5,50	0,00
Fev	23,50	135,40	108,37	27,03	60,00	22,17	108,37	0,00	4,87
Mar	22,00	423,00	99,60	323,40	60,00	0,00	99,60	0,00	323,40
Abr	18,50	343,50	65,88	277,62	60,00	0,00	65,88	0,00	277,62
Mai	14,50	138,20	40,92	97,28	60,00	0,00	40,92	0,00	97,28
Jun	13,50	209,80	33,52	176,28	60,00	0,00	33,52	0,00	176,28
Jul	12,00	115,30	28,43	86,87	60,00	0,00	28,43	0,00	86,87

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Paraíso (03153003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	74,40	37,33	37,07	60,00	0,00	37,33	0,00	37,07
Set	14,50	107,30	43,53	63,77	60,00	0,00	43,53	0,00	63,77
Out	17,50	59,20	68,04	-8,84	51,78	-8,22	67,42	0,62	0,00
Nov	20,00	97,50	88,11	9,39	60,00	8,22	88,11	0,00	1,17
Dez	22,00	75,90	111,93	-36,03	32,91	-27,09	102,99	8,94	0,00
Jan	24,00	102,00	130,57	-28,57	20,44	-12,47	114,47	16,10	0,00
Fev	23,50	59,70	108,37	-48,67	9,09	-11,36	71,06	37,31	0,00
Mar	22,00	93,70	99,60	-5,90	8,23	-0,85	94,55	5,05	0,00
Abr	18,50	421,20	65,88	355,32	60,00	51,77	65,88	0,00	303,56
Mai	14,50	182,70	40,92	141,78	60,00	0,00	40,92	0,00	141,78
Jun	13,50	227,70	33,52	194,18	60,00	0,00	33,52	0,00	194,18
Jul	12,00	145,40	28,43	116,97	60,00	0,00	28,43	0,00	116,97

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



Ano Seco – Paraíso (03153003)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	41,00	37,33	3,67	60,00	0,00	37,33	0,00	3,67
Set	14,50	86,80	43,53	43,27	60,00	0,00	43,53	0,00	43,27
Out	17,50	135,00	68,04	66,96	60,00	0,00	68,04	0,00	66,96
Nov	20,00	51,30	88,11	-36,81	32,49	-27,51	78,81	9,30	0,00
Dez	22,00	72,50	111,93	-39,43	16,84	-15,65	88,15	23,78	0,00
Jan	24,00	40,80	130,57	-89,77	3,77	-13,07	53,87	76,70	0,00
Fev	23,50	81,60	108,37	-26,77	2,41	-1,36	82,96	25,41	0,00
Mar	22,00	94,80	99,60	-4,80	2,23	-0,19	94,99	4,61	0,00
Abr	18,50	110,80	65,88	44,92	47,15	44,92	65,88	0,00	0,00
Mai	14,50	64,80	40,92	23,88	60,00	12,85	40,92	0,00	11,04
Jun	13,50	119,20	33,52	85,68	60,00	0,00	33,52	0,00	85,68
Jul	12,00	68,60	28,43	40,17	60,00	0,00	28,43	0,00	40,17

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Paraíso (03153003)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	13,50	34,20	37,33	-3,13	56,95	-3,05	37,25	0,08	0,00
Set	14,50	467,30	43,53	423,77	60,00	3,05	43,53	0,00	420,72
Out	17,50	188,40	68,04	120,36	60,00	0,00	68,04	0,00	120,36
Nov	20,00	150,00	88,11	61,89	60,00	0,00	88,11	0,00	61,89
Dez	22,00	83,30	111,93	-28,63	37,23	-22,77	106,07	5,86	0,00
Jan	24,00	138,20	130,57	7,63	44,86	7,63	130,57	0,00	0,00
Fev	23,50	68,20	108,37	-40,17	22,97	-21,89	90,09	18,27	0,00
Mar	22,00	245,40	99,60	145,80	60,00	37,03	99,60	0,00	108,77
Abr	18,50	257,40	65,88	191,52	60,00	0,00	65,88	0,00	191,52
Mai	14,50	70,30	40,92	29,38	60,00	0,00	40,92	0,00	29,38
Jun	13,50	255,70	33,52	222,18	60,00	0,00	33,52	0,00	222,18
Jul	12,00	158,90	28,43	130,47	60,00	0,00	28,43	0,00	130,47

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



## APENDICE B – RESULTADOS DE BHC: CENÁRIOS MUDANÇA DE TEMPERATURA

Ano Normal – Ponto Piratini (03153021)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	103,9	62,35	41,55	60	0	62,34	0	41,5
Set	22,50	130,1	74,78	55,32	60	0	74,78	0	55,3
Out	26,00	135,8	137,5	-1,77	58,25	-1,74	137,5	0,025	0
Nov	27,50	78,2	169,4	-91,2	12,72	-45,5	123,7	45,74	0
Dez	29,50	41,9	231,2	-189	0,54	-12,18	54,08	177,1	0
Jan	31,50	117,3	289,5	-172	0,03	-0,51	117,8	171,7	0
Fev	31,00	163,2	236,1	-72,9	0,009	-0,02	163,2	72,90	0
Mar	30,00	63,8	218,4	-154	0,00	-0,008	63,80	154,6	0
Abr	26,50	104,3	128,4	-24,1	0,00	-0,0	104,3	24,17	0
Mai	23,00	95,5	76,01	19,4	19,48	19,48	76,01	0	0
Jun	21,50	110,4	55,98	54,4	60	40,51	55,98	0	13,9
Jul	20,00	101,7	45,75	55,9	60	0	45,74	0	55,9

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Ponto Piratini (03153021)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	40,5	62,35	-21	41,68	-18,31	58,81	3,53	0
Set	22,50	106,7	74,78	31,9	60	18,31	74,78	0	13,6
Out	26,00	134,2	137,5	-3,3	56,72	-3,27	137,4	0,09	0
Nov	27,50	23,9	169,4	-145	5,012	-51,7	75,60	93,8	0
Dez	29,50	59,4	231,4	-171	0,285	-4,72	64,12	167,1	0
Jan	31,50	50,1	289,5	-239	0,005	-0,28	50,38	239,1	0
Fev	31,00	76,3	236,1	-159,82	0,000	-0,00	76,30	159,8	0
Mar	30,00	84,4	218,4	-134,05	0,00	-0,00	84,40	134,0	0
Abr	26,50	90,1	128,4	-38,38	0,00	0,00	90,10	38,37	0
Mai	23,00	74,800	76,01	-1,21	0,00	-0,00	74,80	1,21	0
Jun	21,50	100,2	55,98	44,22	44,21	44,21	55,98	0	0
Jul	20,00	88,3	45,75	42,5	60	15,78	45,74	0	26,7

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Ponto Piratini (03153021)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	234,20	62,35	171,85	60	0	62,34	0	171,85
Set	22,50	204,60	74,78	129,82	60	0	74,78	0	129,81
Out	26,00	232,90	137,57	95,33	60	0	137,57	0	95,32
Nov	27,50	133,30	169,47	-36,17	32,8	-27,16	160,46	9,00	0
Dez	29,50	389,80	231,26	158,54	60	27,16	231,25	0	131,37
Jan	31,50	71,90	289,55	-217,65	1,59	-58,40	130,30	159,24	0
Fev	31,00	141,30	236,12	-94,82	0,32	-1,26	142,56	93,55	0
Mar	30,00	384	218,45	165,55	60	59,67	218,45	0	105,87
Abr	26,50	317,3	128,48	188,82	60	0	128,47	0	188,82
Mai	23,00	172,4	76,01	96,39	60	0	76,01	0	96,387
Jun	21,50	159,3	55,98	103,32	60	0	55,98	0	103,31
Jul	20,00	121,3	45,75	75,55	60	0	45,74	0	75,55

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	21,20	62,35	-41,15	30,22	-29,77	50,97	11,36	0
Set	22,50	163	74,78	88,22	60	29,77	74,78	0	58,43
Out	26,00	158,8	137,57	21,23	60	0	137,57	0	21,22
Nov	27,50	216,8	169,47	47,33	60	0	169,47	0	47,32
Dez	29,50	121,10	231,26	-110,1	9,567	-50,43	171,5	59,72	0
Jan	31,50	23,3	289,55	-266,2	0,11	-9,45	32,75	256,79	0
Fev	31,00	170,5	236,12	-65,62	0,037	-0,07	170,57	65,55	0
Mar	30,00	230,9	218,45	12,45	12,48	12,44	218,4	0	0
Abr	26,50	86,3	128,48	-42,18	6,18	-6,3	92,602	35,87	0
Mai	23,00	36,6	76,01	-39,41	3,20	-2,97	39,57	36,43	0
Jun	21,50	25,7	55,98	-30,28	1,93	-1,27	26,97	29,01	0
Jul	20,00	80,5	45,75	34,75	36,7	34,75	45,74	0	0

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	69,9	62,35	7,55	60	0	62,34	0	7,55
Set	22,50	131,5	74,78	56,72	60	0	74,78	0	56,71
Out	26,00	21,5	137,57	-116,07	8,66	-51,3	72,83	64,73	0
Nov	27,50	44,1	169,47	-125,37	1,07	-7,59	51,69	117,77	0
Dez	29,50	71,7	231,26	-159,56	0,07	-0,99	72,69	158,5	0
Jan	31,50	133,8	289,55	-155,75	0,005	-0,06	133,86	155,6	0
Fev	31,00	123,3	236,12	-112,82	0,00	-0,00	123,30	112,8	0
Mar	30,00	42	218,45	-176,45	0,00	-0,00	42	176,4	0
Abr	26,50	79,4	128,48	-49,08	0,00	0,00	79,4	49,07	0
Mai	23,00	118,6	76,01	42,59	42,5	42,58	76,01	0	0
Jun	21,50	165,2	55,98	109,22	60	17,41	55,98	0	91,80
Jul	20,00	85,800	45,75	40,05	60	0	45,74	0	40,05

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Ponto Tarumã (03052010)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	119,1	62,35	56,75	60	0	62,34	0	56,75
Set	22,50	196,2	74,78	121,42	60	0	74,78	0	121,41
Out	26,00	235,3	137,57	97,73	60	0	137,57	0	97,72
Nov	27,50	142,2	169,47	-27,27	38,08	-21,91	164,1	5,35	0
Dez	29,50	422,2	231,26	190,94	60	21,91	231,2	0	169,03
Jan	31,50	113,0	289,55	-176,55	3,16	-56,83	169,8	119,7	0
Fev	31,00	66,7	236,12	-169,42	0,18	-2,97	69,67	166,4	0
Mar	30,00	225,7	218,45	7,25	7,43	7,24	218,45	0	0
Abr	26,50	258,5	128,48	130,02	60	52,5	128,47	0	77,45
Mai	23,00	169	76,01	92,99	60	0	76,01	0	92,98
Jun	21,50	215,4	55,98	159,42	60	0	55,98	0	159,41
Jul	20,00	154,3	45,75	108,55	60	0	45,74	0	108,5

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Passo da Guarda (03052007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	190,4	61,84	128,56	60	0	61,84	0	128,55
Set	24,50	88,3	100,85	-12,55	48,67	-11,32	99,62	1,22	0
Out	25,00	96,4	119,28	-22,88	33,24	-15,43	111,83	7,44	0
Nov	27,50	53,5	169,47	-115,9	4,81	-28,42	81,9	87,53	0
Dez	29,50	43,5	231,79	-188,2	0,20	-4,60	48,10	183,68	0
Jan	31,00	103,7	274,61	-170,9	0,012	-0,19	103,89	170,71	0
Fev	31,00	113,1	237,06	-123,9	0,001	-0,010	113,1	123,94	0
Mar	29,50	141,3	206,25	-64,95	0,00	-0,00	141,3	64,9	0
Abr	26,50	105,8	128,32	-22,52	0,00	-0,00	105,8	22,5	0
Mai	24,00	44,6	88,04	-43,44	0,00	-0,00	44,6	43,4	0
Jun	21,00	214,6	51,03	163,57	60	59,99	51,03	0	103,5
Jul	21,00	106,6	53,93	52,67	60	0	53,93	0	52,66

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Passo da Guarda (03052007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	133,500	61,84	71,66	60	0	61,8	0	71,65
Set	24,50	64,200	100,85	-36,65	32,57	-27,4	91,62	9,22	0
Out	25,00	87,100	119,28	-32,18	19,05	-13,5	100,62	18,65	0
Nov	27,50	71,500	169,47	-97,97	3,72	-15,3	86,82	82,63	0
Dez	29,50	46,900	231,79	-184,89	0,17	-3,55	50,45	181,33	0
Jan	31,00	277,900	274,61	3,29	3,46	3,29	274,60	0	0
Fev	31,00	46,000	237,06	-191,06	0,14	-3,31	49,31	187,7	0
Mar	29,50	80,000	206,25	-126,25	0,017	-0,12	80,12	126,1	0
Abr	26,50	76,200	128,32	-52,12	0,007	-0,01	76,21	52,10	0
Mai	24,00	3,000	88,04	-85,04	0,001	-0,00	3,00	85,03	0
Jun	21,00	95,900	51,03	44,87	44,86	44,86	51,03	0	0
Jul	21,00	6,200	53,93	-47,73	20,2	-24,6	30,81	23,11	0

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Passo da Guarda (03052007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	135,800	61,84	73,96	60	0	61,84	0	73,95
Set	24,50	116,200	100,85	15,35	60	0	100,85	0	15,34
Out	25,00	209,800	119,28	90,52	60	0	119,28	0	90,51
Nov	27,50	155,100	169,47	-14,37	47,22	-12,7	167,87	1,59	0
Dez	29,50	416,000	231,79	184,21	60	12,77	231,7	0	171,43
Jan	31,00	107,400	274,61	-167,21	3,69	-56,3	163,7	110,9	0
Fev	31,00	42,400	237,06	-194,66	0,14	-3,5	45,95	191,1	0
Mar	29,50	217,400	206,25	11,15	11,29	11,14	206,25	0	0
Abr	26,50	188,500	128,32	60,18	60	48,70	128,31	0	11,47
Mai	24,00	157,900	88,04	69,86	60	0	88,03	0	69,8
Jun	21,00	161,500	51,03	110,47	60	0	51,03	0	110,46
Jul	21,00	218,600	53,93	164,67	60	0	53,93	0	164,66

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	67,600	61,84	5,76	60	0	61,84	0	5,75
Set	24,50	240,500	100,85	139,65	60	0	100,85	0	139,64
Out	25,00	144,000	119,28	24,72	60	0	119,28	0	24,71
Nov	27,50	121,300	169,47	-48,17	26,88	-33,11	154,41	15,05	0
Dez	29,50	78,400	231,79	-153,39	2,08	-24,79	103,19	128,59	0
Jan	31,00	99,500	274,61	-175,11	0,11	-1,97	101,47	173,13	0
Fev	31,00	84,000	237,06	-153,06	0,008	-0,10	84,10	152,95	0
Mar	29,50	190,500	206,25	-15,75	0,006	-0,00	190,50	15,75	0
Abr	26,50	84,700	128,32	-43,62	0,003	-0,00	84,70	43,61	0
Mai	24,00	155,400	88,04	67,36	60	59,99	88,07	0	7,36
Jun	21,00	157,900	51,03	106,87	60	0	51,03	0	106,8
Jul	21,00	111,300	53,93	57,37	60	0	53,93	0	57,36

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	40,800	61,84	-21,04	42,25	-17,7	58,54	3,29	0
Set	24,50	72,500	100,85	-28,35	26,34	-15,91	88,41	12,44	0
Out	25,00	29,100	119,28	-90,18	5,85	-20,48	49,58	69,69	0
Nov	27,50	76,600	169,47	-92,87	1,24	-4,61	81,21	88,25	0
Dez	29,50	162,200	231,79	-69,59	0,39	-0,85	163,05	68,73	0
Jan	31,00	15,000	274,61	-259,61	0,005	-0,38	15,38	259,2	0
Fev	31,00	68,300	237,06	-168,76	0,00	-0,004	68,30	168,75	0
Mar	29,50	66,300	206,25	-139,95	0	-0,00	66,30	139,9	0
Abr	26,50	249,600	128,32	121,28	60	59,99	128,31	0	61,28
Mai	24,00	80,300	88,04	-7,74	52,74	-7,25	87,55	0,47	0
Jun	21,00	104,100	51,03	53,07	60	7,25	51,03	0	45,80
Jul	21,00	131,700	53,93	77,77	60	0	53,93	0	77,76

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Serra dos Pedrosas(03052012)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	242,1	61,84	180,26	60	0	61,84	0	180,2
Set	24,50	221,7	100,85	120,85	60	0	100,85	0	120,8
Out	25,00	330,5	119,28	211,22	60	0	119,28	0	211,2
Nov	27,50	298,9	169,47	129,43	60	0	169,46	0	129,4
Dez	29,50	224,7	231,79	-7,09	53,31	-6,68	231,38	0,40	0
Jan	31,00	162,8	274,61	-111,81	8,27	-45,0	207,84	66,76	0
Fev	31,00	65,6	237,06	-171,46	0,47	-7,79	73,39	163,6	0
Mar	29,50	207,1	206,25	0,85	1,32	0,84	206,25	0	0
Abr	26,50	211,0	128,32	82,68	60	58,67	128,31	0	24,0
Mai	24,00	179,8	88,04	91,76	60	0	88,037	0	91,76
Jun	21,00	242,1	51,03	191,07	60	0	51,032	0	191,06
Jul	21,00	224,5	53,93	170,57	60	0	53,93	0	170,5

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



Ano Normal – Lavras do Sul (03053007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	174,900	70,99	103,91	60	0	70,98	0	103,91
Set	23,50	154,200	85,13	69,07	60	0	85,12	0	69,07
Out	26,00	141,400	136,29	5,11	60	0	136,2	0	5,11
Nov	28,00	73,800	181,08	-107,28	10,03	-49,9	123,76	57,32	0
Dez	30,00	35,200	248,70	-213,50	0,28	-9,75	44,9	203,7	0
Jan	32,00	95,200	313,36	-218,16	0,007	-0,27	95,47	217,8	0
Fev	31,50	149,900	255,15	-105,25	0,001	-0,006	149,90	105,2	0
Mar	31,00	160,800	249,95	-89,15	0,00	-0,00	160,8	89,1	0
Abr	27,00	83,500	136,83	-53,33	0,00	-0,00	83,5	53,3	0
Mai	23,00	55,800	73,88	-18,08	0,00	-0,00	55,8	18,07	0
Jun	21,50	276,600	53,84	222,76	60	59,9	53,8	0	162,7
Jul	20,00	87,800	43,50	44,30	60	0	43,5	0	44,29

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Lavras do Sul (03053007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	36,2	70,99	-34,79	33,60	-26,3988	62,59	8,38	0
Set	23,50	147,8	85,13	62,67	60	26,39883	85,12	0	36,27
Out	26,00	19,3	136,29	-116,99	8,53	-51,4621	70,76	65,5	0
Nov	28,00	30,1	181,08	-150,98	0,68	-7,84851	37,94	143,1	0
Dez	30,00	34,1	248,70	-214,60	0,019	-0,67015	34,77	213,9	0
Jan	32,00	163,4	313,36	-149,96	0,00	-0,0177	163,4	149,9	0
Fev	31,50	134,6	255,15	-120,55	0,00	-0,00137	134,60	120,5	0
Mar	31,00	19,4	249,95	-230,55	0,00	-0,00021	19,40	230,5	0
Abr	27,00	61,2	136,83	-75,63	0,00	-3,3E-06	61,20	75,63	0
Mai	23,00	90,8	73,88	16,92	16,92	16,9214	73,88	0	0
Jun	21,50	76,9	53,84	23,06	39,97	23,05641	53,84	0	0
Jul	20,00	221,2	43,50	177,70	60	20,02218	43,5	0	157,6

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Lavras do Sul (03053007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	33	70,99	-37,99	31,85	-28,14	61,14	9,84	0
Set	23,50	392,3	85,13	307,17	60	28,14	85,12	0	279,02
Out	26,00	101,3	136,29	-34,98	33,48	-26,5	127,81	8,47	0
Nov	28,00	126,4	181,08	-54,68	13,46	-20,02	146,42	34,65	0
Dez	30,00	78,9	248,70	-169,8	0,79	-12,66	91,56	157,13	0
Jan	32,00	213,6	313,36	-99,76	0,15	-0,64	214,24	99,11	0
Fev	31,50	106,8	255,15	-148,3	0,012	-0,13	106,93	148,20	0
Mar	31,00	179	249,95	-70,95	0,003	-0,008	179,00	70,94	0
Abr	27,00	359,9	136,83	223,06	60	59,99	136,83	0	163,07
Mai	23,00	75	73,88	1,121	60	0	73,87	0	1,12
Jun	21,50	228,4	53,84	174,5	60	0	53,84	0	174,5
Jul	20,00	112,7	43,50	69,19	60	0	43,50	0	69,19

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,00	30,800	59,44	-28,64	37,22	-22,7	53,57	5,86	0
Set	23,00	129,700	82,79	46,90	60	22,77	82,79	0	24,13
Out	24,50	152,700	113,05	39,65	60	0	113,05	0	39,65
Nov	27,50	104,000	169,37	-65,37	20,183	-39,8	143,82	25,5	0
Dez	29,50	64,500	228,93	-164,4	1,302	-18,88	83,38	145,55	0
Jan	31,00	74,000	268,97	-194,9	0,050	-1,25	75,25	193,72	0
Fev	30,50	139,300	219,63	-80,32	0,013	-0,037	139,34	80,28	0
Mar	29,00	97,300	192,14	-94,83	0,0027	-0,010	97,31	94,82	0
Abr	25,50	211,600	113,13	98,46	60	59,99	113,13	0	38,46
Mai	23,00	150,300	77,83	72,47	60	0	77,83	0	72,47
Jun	20,50	148,000	49,15	98,85	60	0	49,15	0	98,85
Jul	20,50	148,800	51,94	96,85	60	0	51,94	0	96,85

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,00	137,3	59,44	77,86	60	0	59,43	0	77,86
Set	23,00	65,6	82,79	-17,19	45,049	-14,9	80,55	2,24	0
Out	24,50	154,8	113,05	41,75	60	14,95	113,04	0	26,79
Nov	27,50	188,5	169,37	19,12	60	0	169,37	0	19,13
Dez	29,50	23,5	228,93	-205,4	1,95	-58,04	81,54	147,38	0
Jan	31,00	62,3	268,97	-206,6	0,062	-1,89	64,19	204,78	0
Fev	30,50	73,1	219,63	-146,5	0,0054	-0,056	73,15	146,46	0
Mar	29,00	104,2	192,14	-87,93	0,0012	-0,004	104,20	87,93	0
Abr	25,50	157,4	113,13	44,26	44,267	44,26	113,13	0	0
Mai	23,00	134,4	77,83	56,57	60	15,73	77,82	0	40,84
Jun	20,50	63,9	49,15	14,75	60	0	49,14	0	14,75
Jul	20,50	50,7	51,94	-1,24	58,77	-1,22	51,92	0,013	0

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Caçapava do Sul (03053022)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,00	111,5	59,44	52,06	60	0	59,43	0	52,06
Set	23,00	62,2	82,79	-20,59	42,57	-17,4	79,63	3,16	0
Out	24,50	329,3	113,05	216,25	60	17,4	113,05	0	198,8
Nov	27,50	241,4	169,37	72,029	60	0	169,4	0	72,03
Dez	29,50	348,1	228,93	119,16	60	0	228,9	0	119,16
Jan	31,00	58,3	268,97	-210,67	1,79	-58,2	116,5	152,4	0
Fev	30,50	334,6	219,63	114,9	60	58,20	219,6	0	56,76
Mar	29,00	69,3	192,14	-122,84	7,74	-52,25	121,5	70,6	0
Abr	25,50	81,5	113,13	-31,6	4,57	-3,17	84,67	28,5	0
Mai	23,00	140,7	77,83	62,87	60	55,42	77,83	0	7,44
Jun	20,50	194,3	49,15	145,15	60	0	49,15	0	145,15
Jul	20,50	140	51,94	88,06	60	0	51,94	0	88,06

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Dom Pedrito (03054002)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	71,000	68,69	2,31	60	0	68,68	0	2,31
Set	23,50	172,100	82,92	89,17	60	0	82,92	0	89,18
Out	26,50	149,300	145,16	4,143	60	0	145,15	0	4,14
Nov	29,00	226,600	207,57	19,03	60	0	207,56	0	19,03
Dez	31,00	5,200	285,57	-280,32	0,56	-59,4	64,63	220,9	0
Jan	33,00	80,100	360,59	-280,5	0,005	-0,55	80,65	279,9	0
Fev	32,50	162,300	293,43	-131,1	0,00	-0,004	162,30	131,1	0
Mar	31,00	79,900	254,11	-174,2	0	-0,000	79,90	174,2	0
Abr	27,00	102,000	136,18	-34,17	0	0	102,00	34,17	0
Mai	23,00	164,900	71,73	93,17	60	59,9	71,73	0	33,17
Jun	21,50	59,100	51,74	7,36	60	0	51,73	0	7,36
Jul	20,50	49,100	45,48	3,62	60	0	45,48	0	3,62

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Dom Pedrito (03054002)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	26,900	68,69	-41,79	29,90	-30,09	56,99	11,7	0
Set	23,50	92,600	82,92	9,68	39,57	9,67	82,92	0	0
Out	26,50	164,700	145,16	19,54	59,12	19,54	145,15	0	0
Nov	29,00	14,600	207,57	-192,97	2,37	-56,7	71,35	136,2	0
Dez	31,00	35,700	285,57	-249,87	0,037	-2,33	38,0	247,5	0
Jan	33,00	42,900	360,59	-317,69	0,000	-0,037	42,93	317,6	0
Fev	32,50	87,400	293,43	-206,03	0	-0,00	87,40	206,03	0
Mar	31,00	113,500	254,11	-140,61	0	-0,00	113,5	140,6	0
Abr	27,00	165,200	136,18	29,02	29,02	29,02	136,18	0	0
Mai	23,00	78,200	71,73	6,47	35,49	6,47	71,73	0	0
Jun	21,50	99,800	51,74	48,06	60	24,50	51,73	0	23,5
Jul	20,50	56,600	45,48	11,12	60	0	45,48	0	11,12

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Dom Pedrito (03054002)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	120,90	68,69	52,21	60,00	0,00	68,69	0,00	52,21
Set	23,50	47,80	82,92	-35,12	33,41	-26,59	74,39	8,54	0,00
Out	26,50	147,30	145,16	2,14	35,56	2,14	145,16	0,00	0,00
Nov	29,00	220,60	207,57	13,03	48,59	13,03	207,57	0,00	0,00
Dez	31,00	201,30	285,57	-84,27	11,93	-36,66	237,96	47,61	0,00
Jan	33,00	68,80	360,59	-291,79	0,09	-11,84	80,64	279,95	0,00
Fev	32,50	266,50	293,43	-26,93	0,06	-0,03	266,53	26,90	0,00
Mar	31,00	197,00	254,11	-57,11	0,02	-0,04	197,04	57,07	0,00
Abr	27,00	193,40	136,18	57,22	57,25	57,22	136,18	0,00	0,00
Mai	23,00	201,30	71,73	129,57	60,00	2,75	71,73	0,00	126,82
Jun	21,50	176,00	51,74	124,26	60,00	0,00	51,74	0,00	124,26
Jul	20,50	55,30	45,48	9,82	60,00	0,00	45,48	0,00	9,82

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Torrinhas(03153017)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	101,80	61,85	39,95	60,00	0,00	61,85	0,00	39,95
Set	22,50	114,60	74,30	40,30	60,00	0,00	74,30	0,00	40,30
Out	25,50	193,90	128,07	65,83	60,00	0,00	128,07	0,00	65,83
Nov	28,00	221,20	180,79	40,41	60,00	0,00	180,79	0,00	40,41
Dez	30,00	65,00	246,20	-181,20	2,93	-57,07	122,07	124,12	0,00
Jan	32,00	119,70	307,74	-188,04	0,13	-2,80	122,50	185,24	0,00
Fev	31,50	181,10	251,06	-69,96	0,04	-0,09	181,19	69,87	0,00
Mar	30,00	36,40	219,07	-182,67	0,00	-0,04	36,44	182,63	0,00
Abr	26,50	83,20	128,32	-45,12	0,00	0,00	83,20	45,12	0,00
Mai	22,50	115,50	69,84	45,66	45,66	45,66	69,84	0,00	0,00
Jun	21,50	76,00	55,54	20,46	60,00	14,34	55,54	0,00	6,13
Jul	20,00	56,20	45,27	10,93	60,00	0,00	45,27	0,00	10,93

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Torrinhas(03153017)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	37,50	61,85	-24,35	39,99	-20,01	57,51	4,33	0,00
Set	22,50	106,20	74,30	31,90	60,00	20,01	74,30	0,00	11,89
Out	25,50	116,50	128,07	-11,57	49,47	-10,53	127,03	1,05	0,00
Nov	28,00	40,30	180,79	-140,49	4,76	-44,72	85,02	95,77	0,00
Dez	30,00	43,30	246,20	-202,90	0,16	-4,60	47,90	198,30	0,00
Jan	32,00	25,50	307,74	-282,24	0,00	-0,16	25,66	282,08	0,00
Fev	31,50	74,80	251,06	-176,26	0,00	0,00	74,80	176,26	0,00
Mar	30,00	108,00	219,07	-111,07	0,00	0,00	108,00	111,07	0,00
Abr	26,50	125,50	128,32	-2,82	0,00	0,00	125,50	2,82	0,00
Mai	22,50	68,60	69,84	-1,24	0,00	0,00	68,60	1,24	0,00
Jun	21,50	125,50	55,54	69,96	60,00	60,00	55,54	0,00	9,96
Jul	20,00	103,20	45,27	57,93	60,00	0,00	45,27	0,00	57,93

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Torrinhas(03153017)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	277,90	61,85	216,05	60,00	0,00	61,85	0,00	216,05
Set	22,50	313,20	74,30	238,90	60,00	0,00	74,30	0,00	238,90
Out	25,50	250,90	128,07	122,83	60,00	0,00	128,07	0,00	122,83
Nov	28,00	170,50	180,79	-10,29	50,54	-9,46	179,96	0,83	0,00
Dez	30,00	423,80	246,20	177,60	60,00	9,46	246,20	0,00	168,15
Jan	32,00	164,30	307,74	-143,44	5,49	-54,51	218,81	88,93	0,00
Fev	31,50	70,80	251,06	-180,26	0,27	-5,22	76,02	175,04	0,00
Mar	30,00	369,40	219,07	150,33	60,00	59,73	219,07	0,00	90,60
Abr	26,50	312,30	128,32	183,98	60,00	0,00	128,32	0,00	183,98
Mai	22,50	138,20	69,84	68,36	60,00	0,00	69,84	0,00	68,36
Jun	21,50	138,80	55,54	83,26	60,00	0,00	55,54	0,00	83,26
Jul	20,00	138,80	45,27	93,53	60,00	0,00	45,27	0,00	93,53

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	69,00	68,69	0,31	60,00	0,00	68,69	0,00	0,31
Set	23,50	86,00	82,92	3,08	60,00	0,00	82,92	0,00	3,08
Out	26,50	177,00	145,16	31,84	60,00	0,00	145,16	0,00	31,84
Nov	29,00	95,50	207,57	-112,07	9,27	-50,73	146,23	61,34	0,00
Dez	31,00	58,90	285,57	-226,67	0,21	-9,06	67,96	217,62	0,00
Jan	33,00	70,60	360,59	-289,99	0,00	-0,21	70,81	289,78	0,00
Fev	32,50	257,00	293,43	-36,43	0,00	0,00	257,00	36,43	0,00
Mar	31,00	86,20	254,11	-167,91	0,00	0,00	86,20	167,91	0,00
Abr	27,00	144,50	136,18	8,32	8,32	8,32	136,18	0,00	0,00
Mai	23,00	99,10	71,73	27,37	35,69	27,37	71,73	0,00	0,00
Jun	21,50	94,00	51,74	42,26	60,00	24,31	51,74	0,00	17,96
Jul	20,50	257,30	45,48	211,82	60,00	0,00	45,48	0,00	211,82

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	61,10	68,69	-7,59	52,87	-7,13	68,23	0,46	0,00
Set	23,50	67,20	82,92	-15,72	40,68	-12,19	79,39	3,53	0,00
Out	26,50	186,60	145,16	41,44	60,00	19,32	145,16	0,00	22,13
Nov	29,00	19,80	207,57	-187,77	2,62	-57,38	77,18	130,39	0,00
Dez	31,00	32,10	285,57	-253,47	0,04	-2,59	34,69	250,89	0,00
Jan	33,00	53,70	360,59	-306,89	0,00	-0,04	53,74	306,85	0,00
Fev	32,50	116,60	293,43	-176,83	0,00	0,00	116,60	176,83	0,00
Mar	31,00	42,60	254,11	-211,51	0,00	0,00	42,60	211,51	0,00
Abr	27,00	59,70	136,18	-76,48	0,00	0,00	59,70	76,48	0,00
Mai	23,00	62,90	71,73	-8,83	0,00	0,00	62,90	8,83	0,00
Jun	21,50	101,60	51,74	49,86	49,86	49,86	51,74	0,00	0,00
Jul	20,50	116,20	45,48	70,72	60,00	10,14	45,48	0,00	60,59

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Torquato Severo (03154003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	22,50	233,90	68,69	165,21	60,00	0,00	68,69	0,00	165,21
Set	23,50	209,90	82,92	126,98	60,00	0,00	82,92	0,00	126,98
Out	26,50	228,70	145,16	83,54	60,00	0,00	145,16	0,00	83,54
Nov	29,00	193,00	207,57	-14,57	47,07	-12,93	205,93	1,63	0,00
Dez	31,00	312,30	285,57	26,73	60,00	12,93	285,57	0,00	13,79
Jan	33,00	165,30	360,59	-195,29	2,32	-57,68	222,98	137,60	0,00
Fev	32,50	33,00	293,43	-260,43	0,03	-2,29	35,29	258,15	0,00
Mar	31,00	305,90	254,11	51,79	51,82	51,79	254,11	0,00	0,00
Abr	27,00	299,60	136,18	163,42	60,00	8,18	136,18	0,00	155,24
Mai	23,00	129,70	71,73	57,97	60,00	0,00	71,73	0,00	57,97
Jun	21,50	181,00	51,74	129,26	60,00	0,00	51,74	0,00	129,26
Jul	20,50	170,00	45,48	124,52	60,00	0,00	45,48	0,00	124,52

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Ferraria (03153004)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	125,1	62,35	62,75	60,00	0,00	62,35	0,00	62,75
Set	22,50	101,7	74,78	26,91667	60,00	0,00	74,78	0,00	26,92
Out	26,00	248,2	137,57	110,6298	60,00	0,00	137,57	0,00	110,63
Nov	27,50	249,1	169,47	79,62997	60,00	0,00	169,47	0,00	79,63
Dez	29,50	122,7	231,26	-108,556	9,83	-50,17	172,87	58,38	0,00
Jan	31,50	15,8	289,55	-273,748	0,10	-9,72	25,52	264,02	0,00
Fev	31,00	36,5	236,12	-199,625	0,00	-0,10	36,60	199,53	0,00
Mar	30,00	117,5	218,45	-100,954	0,00	0,00	117,50	100,95	0,00
Abr	26,50	228,1	128,48	99,62296	60,00	60,00	128,48	0,00	39,62
Mai	23,00	80,2	76,01	4,18798	60,00	0,00	76,01	0,00	4,19
Jun	21,50	107,3	55,98	51,31596	60,00	0,00	55,98	0,00	51,32
Jul	20,00	124,5	45,75	78,75384	60,00	0,00	45,75	0,00	78,75

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).



Ano Seco – Ferrara(03153004)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	33,50	62,35	-28,85	37,10	-22,90	56,40	5,94	0,00
Set	22,50	87,30	74,78	12,52	49,62	12,52	74,78	0,00	0,00
Out	26,00	62,80	137,57	-74,77	14,27	-35,35	98,15	39,42	0,00
Nov	27,50	159,20	169,47	-10,27	12,02	-2,24	161,44	8,03	0,00
Dez	29,50	111,20	231,26	-120,06	1,63	-10,40	121,60	109,66	0,00
Jan	31,50	48,60	289,55	-240,95	0,03	-1,60	50,20	239,35	0,00
Fev	31,00	46,40	236,12	-189,72	0,00	-0,03	46,43	189,70	0,00
Mar	30,00	94,60	218,45	-123,85	0,00	0,00	94,60	123,85	0,00
Abr	26,50	239,40	128,48	110,92	60,00	60,00	128,48	0,00	50,92
Mai	23,00	166,60	76,01	90,59	60,00	0,00	76,01	0,00	90,59
Jun	21,50	12,10	55,98	-43,88	28,87	-31,13	43,23	12,76	0,00
Jul	20,00	75,70	45,75	29,95	58,83	29,95	45,75	0,00	0,00

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso – Ferrara(03153004)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	234,30	62,35	171,95	60,00	0,00	62,35	0,00	171,95
Set	22,50	200,50	74,78	125,72	60,00	0,00	74,78	0,00	125,72
Out	26,00	254,60	137,57	117,03	60,00	0,00	137,57	0,00	117,03
Nov	27,50	156,50	169,47	-12,97	48,34	-11,66	168,16	1,31	0,00
Dez	29,50	401,40	231,26	170,14	60,00	11,66	231,26	0,00	158,48
Jan	31,50	183,80	289,55	-105,75	10,30	-49,70	233,50	56,05	0,00
Fev	31,00	70,40	236,12	-165,72	0,65	-9,65	80,05	156,08	0,00
Mar	30,00	297,50	218,45	79,05	60,00	59,35	218,45	0,00	19,70
Abr	26,50	279,40	128,48	150,92	60,00	0,00	128,48	0,00	150,92
Mai	23,00	169,70	76,01	93,69	60,00	0,00	76,01	0,00	93,69
Jun	21,50	180,40	55,98	124,42	60,00	0,00	55,98	0,00	124,42
Jul	20,00	113,90	45,75	68,15	60,00	0,00	45,75	0,00	68,15

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal –Passo da Capela (03153006)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	47,10	62,35	-15,25	46,54	-13,46	60,56	1,78	0,00
Set	22,50	136,50	74,78	61,72	60,00	13,46	74,78	0,00	48,25
Out	26,00	66,40	137,57	-71,17	18,32	-41,68	108,08	29,49	0,00
Nov	27,50	46,10	169,47	-123,37	2,34	-15,98	62,08	107,39	0,00
Dez	29,50	107,40	231,26	-123,86	0,30	-2,05	109,45	121,81	0,00
Jan	31,50	116,60	289,55	-172,95	0,02	-0,28	116,88	172,67	0,00
Fev	31,00	90,10	236,12	-146,02	0,00	-0,02	90,12	146,01	0,00
Mar	30,00	60,60	218,45	-157,85	0,00	0,00	60,60	157,85	0,00
Abr	26,50	77,00	128,48	-51,48	0,00	0,00	77,00	51,48	0,00
Mai	23,00	64,70	76,01	-11,31	0,00	0,00	64,70	11,31	0,00
Jun	21,50	138,20	55,98	82,22	60,00	60,00	55,98	0,00	22,22
Jul	20,00	442,60	45,75	396,85	60,00	0,00	45,75	0,00	396,85

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco –Passo da Capela (03153006)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	75,30	62,35	12,95	60,00	0,00	62,35	0,00	12,95
Set	22,50	204,80	74,78	130,02	60,00	0,00	74,78	0,00	130,02
Out	26,00	168,20	137,57	30,63	60,00	0,00	137,57	0,00	30,63
Nov	27,50	10,00	169,47	-159,47	4,21	-55,79	65,79	103,68	0,00
Dez	29,50	22,90	231,26	-208,36	0,13	-4,08	26,98	204,28	0,00
Jan	31,50	51,80	289,55	-237,75	0,00	-0,13	51,93	237,62	0,00
Fev	31,00	83,80	236,12	-152,32	0,00	0,00	83,80	152,32	0,00
Mar	30,00	55,20	218,45	-163,25	0,00	0,00	55,20	163,25	0,00
Abr	26,50	160,70	128,48	32,22	32,22	32,22	128,48	0,00	0,00
Mai	23,00	148,20	76,01	72,19	60,00	27,78	76,01	0,00	44,41
Jun	21,50	30,60	55,98	-25,38	39,30	-20,70	51,30	4,69	0,00
Jul	20,00	62,70	45,75	16,95	56,26	16,95	45,75	0,00	0,00

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso –Passo da Capela (03153006)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	234,00	62,35	171,65	60,00	0,00	62,35	0,00	171,65
Set	22,50	142,70	74,78	67,92	60,00	0,00	74,78	0,00	67,92
Out	26,00	236,10	137,57	98,53	60,00	0,00	137,57	0,00	98,53
Nov	27,50	165,00	169,47	-4,47	55,69	-4,31	169,31	0,16	0,00
Dez	29,50	403,50	231,26	172,24	60,00	4,31	231,26	0,00	167,94
Jan	31,50	100,80	289,55	-188,75	2,58	-57,42	158,22	131,33	0,00
Fev	31,00	88,90	236,12	-147,22	0,22	-2,36	91,26	144,86	0,00
Mar	30,00	214,10	218,45	-4,35	0,21	-0,02	214,12	4,34	0,00
Abr	26,50	281,30	128,48	152,82	60,00	59,79	128,48	0,00	93,03
Mai	23,00	205,20	76,01	129,19	60,00	0,00	76,01	0,00	129,19
Jun	21,50	177,40	55,98	121,42	60,00	0,00	55,98	0,00	121,42
Jul	20,00	153,50	45,75	107,75	60,00	0,00	45,75	0,00	107,75

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Normal – Pedras Altas (03153007)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	80,800	65,10	15,70	60,00	0,00	65,10	0,00	15,70
Set	22,50	105,800	77,45	28,35	60,00	0,00	77,45	0,00	28,35
Out	25,50	89,300	130,01	-40,71	30,44	-29,56	118,86	11,15	0,00
Nov	28,00	100,100	179,92	-79,82	8,05	-22,39	122,49	57,43	0,00
Dez	30,00	105,700	241,45	-135,75	0,84	-7,21	112,91	128,54	0,00
Jan	32,00	74,500	297,70	-223,20	0,02	-0,82	75,32	222,39	0,00
Fev	31,50	88,500	243,68	-155,18	0,00	-0,02	88,52	155,16	0,00
Mar	30,00	155,500	214,85	-59,35	0,00	0,00	155,50	59,35	0,00
Abr	26,50	80,000	129,21	-49,21	0,00	0,00	80,00	49,20	0,00
Mai	22,50	257,300	72,80	184,50	60,00	60,00	72,80	0,00	124,50
Jun	21,50	127,300	58,46	68,84	60,00	0,00	58,46	0,00	68,84
Jul	9,20	117,700	3,51	114,19	60,00	0,00	3,51	0,00	114,19

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco – Pedras Altas (03153007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	64,10	65,10	-1,00	59,01	-0,99	65,09	0,01	0,00
Set	22,50	93,30	77,45	15,85	60,00	0,99	77,45	0,00	14,86
Out	25,50	113,50	130,01	-16,51	45,56	-14,44	127,94	2,08	0,00
Nov	28,00	81,50	179,92	-98,42	8,84	-36,73	118,23	61,69	0,00
Dez	30,00	41,20	241,45	-200,25	0,31	-8,52	49,72	191,73	0,00
Jan	32,00	80,50	297,70	-217,20	0,01	-0,31	80,81	216,90	0,00
Fev	31,50	42,10	243,68	-201,58	0,00	-0,01	42,11	201,57	0,00
Mar	30,00	52,60	214,85	-162,25	0,00	0,00	52,60	162,25	0,00
Abr	26,50	175,30	129,21	46,09	46,09	46,09	129,21	0,00	0,00
Mai	22,50	55,00	72,80	-17,80	34,26	-11,84	66,84	5,97	0,00
Jun	21,50	154,90	58,46	96,44	60,00	25,74	58,46	0,00	70,70
Jul	9,20	81,50	3,51	77,99	60,00	0,00	3,51	0,00	77,99

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso – Pedras Altas (03153007)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	248,50	65,10	183,40	60,00	0,00	65,10	0,00	183,40
Set	22,50	180,40	77,45	102,95	60,00	0,00	77,45	0,00	102,95
Out	25,50	221,20	130,01	91,19	60,00	0,00	130,01	0,00	91,19
Nov	28,00	134,10	179,92	-45,82	27,96	-32,04	166,14	13,78	0,00
Dez	30,00	287,80	241,45	46,35	60,00	32,04	241,45	0,00	14,31
Jan	32,00	117,60	297,70	-180,10	2,98	-57,02	174,62	123,09	0,00
Fev	31,50	77,90	243,68	-165,78	0,19	-2,79	80,69	162,99	0,00
Mar	30,00	289,00	214,85	74,15	60,00	59,81	214,85	0,00	14,34
Abr	26,50	321,10	129,21	191,89	60,00	0,00	129,21	0,00	191,89
Mai	22,50	78,20	72,80	5,40	60,00	0,00	72,80	0,00	5,40
Jun	21,50	187,20	58,46	128,74	60,00	0,00	58,46	0,00	128,74
Jul	9,20	138,60	3,51	135,09	60,00	0,00	3,51	0,00	135,09

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal – Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	30,20	61,85	-31,65	35,41	-24,59	54,79	7,05	0,00
Set	22,50	71,50	74,30	-2,80	33,79	-1,61	73,11	1,18	0,00
Out	25,50	237,20	128,07	109,13	60,00	26,21	128,07	0,00	82,92
Nov	28,00	173,90	180,79	-6,89	53,49	-6,51	180,41	0,38	0,00
Dez	30,00	144,50	246,20	-101,70	9,82	-43,67	188,17	58,03	0,00
Jan	32,00	29,00	307,74	-278,74	0,09	-9,73	38,73	269,01	0,00
Fev	31,50	11,30	251,06	-239,76	0,00	-0,09	11,39	239,66	0,00
Mar	30,00	54,50	219,07	-164,57	0,00	0,00	54,50	164,57	0,00
Abr	26,50	382,00	128,32	253,68	60,00	60,00	128,32	0,00	193,68
Mai	22,50	94,40	69,84	24,56	60,00	0,00	69,84	0,00	24,56
Jun	21,50	132,00	55,54	76,46	60,00	0,00	55,54	0,00	76,46
Jul	20,00	100,20	45,27	54,93	60,00	0,00	45,27	0,00	54,93

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Seco– Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	93,50	61,85	31,65	60,00	0,00	61,85	0,00	31,65
Set	22,50	217,80	74,30	143,50	60,00	0,00	74,30	0,00	143,50
Out	25,50	133,90	128,07	5,83	60,00	0,00	128,07	0,00	5,83
Nov	28,00	5,70	180,79	-175,09	3,24	-56,76	62,46	118,33	0,00
Dez	30,00	47,60	246,20	-198,60	0,12	-3,12	50,72	195,47	0,00
Jan	32,00	58,40	307,74	-249,34	0,00	-0,12	58,52	249,22	0,00
Fev	31,50	62,70	251,06	-188,36	0,00	0,00	62,70	188,36	0,00
Mar	30,00	65,20	219,07	-153,87	0,00	0,00	65,20	153,87	0,00
Abr	26,50	107,40	128,32	-20,92	0,00	0,00	107,40	20,92	0,00
Mai	22,50	117,60	69,84	47,76	47,76	47,76	69,84	0,00	0,00
Jun	21,50	57,10	55,54	1,56	49,33	1,56	55,54	0,00	0,00
Jul	20,00	58,20	45,27	12,93	60,00	10,67	45,27	0,00	2,25

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Chuvoso– Pinheiro Machado (03153008)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	234,50	61,85	172,65	60,00	0,00	61,85	0,00	172,65
Set	22,50	235,70	74,30	161,40	60,00	0,00	74,30	0,00	161,40
Out	25,50	228,90	128,07	100,83	60,00	0,00	128,07	0,00	100,83
Nov	28,00	168,70	180,79	-12,09	49,05	-10,95	179,65	1,14	0,00
Dez	30,00	372,10	246,20	125,90	60,00	10,95	246,20	0,00	114,96
Jan	32,00	102,90	307,74	-204,84	1,97	-58,03	160,93	146,82	0,00
Fev	31,50	135,40	251,06	-115,66	0,29	-1,69	137,09	113,97	0,00
Mar	30,00	423,00	219,07	203,93	60,00	59,71	219,07	0,00	144,22
Abr	26,50	343,50	128,32	215,18	60,00	0,00	128,32	0,00	215,18
Mai	22,50	138,20	69,84	68,36	60,00	0,00	69,84	0,00	68,36
Jun	21,50	209,80	55,54	154,26	60,00	0,00	55,54	0,00	154,26
Jul	20,00	115,30	45,27	70,03	60,00	0,00	45,27	0,00	70,03

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

## Ano Normal– Paraíso (03153003)

Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	74,40	61,85	12,55	60,00	0,00	61,85	0,00	12,55
Set	22,50	107,30	74,30	33,00	60,00	0,00	74,30	0,00	33,00
Out	25,50	59,20	128,07	-68,87	19,04	-40,96	100,16	27,91	0,00
Nov	28,00	97,50	180,79	-83,29	4,75	-14,29	111,79	69,00	0,00
Dez	30,00	75,90	246,20	-170,30	0,28	-4,47	80,37	165,82	0,00
Jan	32,00	102,00	307,74	-205,74	0,01	-0,27	102,27	205,47	0,00
Fev	31,50	59,70	251,06	-191,36	0,00	-0,01	59,71	191,35	0,00
Mar	30,00	93,70	219,07	-125,37	0,00	0,00	93,70	125,37	0,00
Abr	26,50	421,20	128,32	292,88	60,00	60,00	128,32	0,00	232,88
Mai	22,50	182,70	69,84	112,86	60,00	0,00	69,84	0,00	112,86
Jun	21,50	227,70	55,54	172,16	60,00	0,00	55,54	0,00	172,16
Jul	20,00	145,40	45,27	100,13	60,00	0,00	45,27	0,00	100,13

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Seco – Paraíso (03153003)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	41,00	61,85	-20,85	42,39	-17,61	58,61	3,24	0,00
Set	22,50	86,80	74,30	12,50	54,89	12,50	74,30	0,00	0,00
Out	25,50	135,00	128,07	6,93	60,00	5,11	128,07	0,00	1,82
Nov	28,00	51,30	180,79	-129,49	6,93	-53,07	104,37	76,42	0,00
Dez	30,00	72,50	246,20	-173,70	0,38	-6,55	79,05	167,15	0,00
Jan	32,00	40,80	307,74	-266,94	0,00	-0,38	41,18	266,56	0,00
Fev	31,50	81,60	251,06	-169,46	0,00	0,00	81,60	169,45	0,00
Mar	30,00	94,80	219,07	-124,27	0,00	0,00	94,80	124,27	0,00
Abr	26,50	110,80	128,32	-17,52	0,00	0,00	110,80	17,52	0,00
Mai	22,50	64,80	69,84	-5,04	0,00	0,00	64,80	5,04	0,00
Jun	21,50	119,20	55,54	63,66	60,00	60,00	55,54	0,00	3,66
Jul	20,00	68,60	45,27	23,33	60,00	0,00	45,27	0,00	23,33

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).

Ano Chuvoso– Paraíso (03153003)									
Mês	T°C Mensal	P(mm) Total	ETP	P-ETP	ARM Real	ALT	ET Real	DEF	EXC
Ago	21,50	34,20	61,85	-27,65	37,85	-22,15	56,35	5,49	0,00
Set	22,50	467,30	74,30	393,00	60,00	22,15	74,30	0,00	370,85
Out	25,50	188,40	128,07	60,33	60,00	0,00	128,07	0,00	60,33
Nov	28,00	150,00	180,79	-30,79	35,92	-24,08	174,08	6,71	0,00
Dez	30,00	83,30	246,20	-162,90	2,38	-33,54	116,84	129,36	0,00
Jan	32,00	138,20	307,74	-169,54	0,14	-2,24	140,44	167,30	0,00
Fev	31,50	68,20	251,06	-182,86	0,01	-0,13	68,33	182,72	0,00
Mar	30,00	245,40	219,07	26,33	26,33	26,33	219,07	0,00	0,00
Abr	26,50	257,40	128,32	129,08	60,00	33,67	128,32	0,00	95,41
Mai	22,50	70,30	69,84	0,46	60,00	0,00	69,84	0,00	0,46
Jun	21,50	255,70	55,54	200,16	60,00	0,00	55,54	0,00	200,16
Jul	20,00	158,90	45,27	113,63	60,00	0,00	45,27	0,00	113,63

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007).