

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

Rodrigo Corrêa Pontes

**AVALIAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DOS RELICTOS XERÓFITOS EM
AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO CAMPESTRE DO DIVINO, SANTA
MARIA/RS**

Santa Maria, RS
2017

Rodrigo Corrêa Pontes

**AVALIAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DOS RELICTOS XERÓFITOS EM
AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO CAMPESTRE DO DIVINO, SANTA MARIA/RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Kumpfer Werlang

Santa Maria, RS
2017

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

Corrêa Pontes, Rodrigo

Avaliação fitogeográfica dos relictos xerófitos em afloramentos rochosos no campestre do divino, Santa Maria/RS / Rodrigo Corrêa Pontes.- 2017.
124 p.; 30 cm

Orientador: Mauro Kumpfer Werlang

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia e Geociências, RS, 2017

1. Botânica 2. Endemismo 3. Fitogeografia 4. Geomorfologia 5. Relictos xerófitos I. Kumpfer Werlang, Mauro II. Título.

© 2017

Todos direitos autorais reservados a Rodrigo Corrêa Pontes. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte. Rua Sete, nº 91, Parque Residencial Alto da Colina, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97110-785. Fone (0XX) 55 3226 4185; E-mail: rodrigocorreapontes@gmail.com.

Rodrigo Corrêa Pontes

**AVALIAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DOS RELICTOS XERÓFITOS EM
AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO CAMPESTRE DO DIVINO, SANTA MARIA/RS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Análise Ambiental e Dinâmica Espacial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Geografia**.

Aprovado em 17 de janeiro de 2017:



Mauro Kumpfer Werlang, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Cássio Arthur Wollmann, Dr. (UFSM)



Anabela Silveira de Oliveira Deble, Dra (URCAMP)

Santa Maria, RS
2017

AGRADECIMENTOS

À Instituição Universidade Federal de Santa Maria, por promover a ciência e o conhecimento com qualidade no ensino;

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia pela qualidade da educação acadêmica que foi transmitida a mim;

Aos ilustres geógrafos Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander Von Humboldt (in memoriam) e Prof. Dr. Aziz Nacib Ab'Sáber (in memoriam), pelos seus estudos envolvendo a dinâmica da natureza, que serviram como inspiração a mim no mundo da Geografia;

Aos professores Prof^ª. Dra. Anabela Silveira de Oliveira-Deble, Prof. Dr. Cássio Arthur Wollmann, Prof. Dr. Eduardo Schiavone Cardoso, Prof. Dr. José Luiz Silvério da Silva, Prof. Dr. José Newton Cardoso Marchiori, Prof. Ms. Leopoldo Witeck Neto e Prof. Dr. Marcelo Antônio Rodrigues;

Agradecimento especial tem de ser referendado ao Prof. Dr. Mauro Kumpfer Werlang, meu orientador, pela amizade, apoio, ética, presteza, perspicácia, sinceridade, credibilidade no tema e em meu trabalho;

À Deus, à minha mãe Irma Clotilde Ramos Corrêa, minha avó Ilsa Ramos Corrêa, minha tia Angela Beatriz Ramos, minha namorada Cláudia de Fátima da Silva Silveira, pelo incentivo à minha perseverança em atingir os meus objetivos;

Aos amigos Henrique Mallmann Büneker, Leopoldo Witeck Neto e Leonardo Paz Deble (pela ajuda na identificação de algumas espécies), Leonardo Moreira Aguiar, João Paulo Delapasse Simioni e Maurício Rizzatti (pela ajuda durante os processos computacionais).

Ao Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, que financiou diversas saídas de campo até a área de estudo;

Não posso deixar de agradecer à generosa recepção dos proprietários que contribuíram com valiosas informações e permitiram o acesso às suas propriedades;

Por fim, à paisagem singular do Campestre do Divino, onde iniciou o meu interesse e respeito pela Botânica e pelas Ciências Naturais.

Evidentemente, para os que não têm consciência do significado das heranças paisagísticas e ecológicas, os esforços dos cientistas que pretendem responsabilizar todos e cada um pela boa conservação e pelo uso racional da paisagem e dos recursos da natureza somente podem ser tomados como motivo de irritação, quando não de ameaça, a curto prazo, à economicidade das forças de produção econômica.

(Aziz Nacib Ab'Sáber)

RESUMO

AVALIAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DOS RELICTOS XERÓFITOS EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO CAMPESTRE DO DIVINO, SANTA MARIA/RS

AUTOR: Rodrigo Corrêa Pontes
ORIENTADOR: Mauro Kumpfer Werlang

O presente estudo busca identificar e avaliar as áreas de refúgios ecológicos com espécies xerófitas, presentes na localidade de Campestre do Divino, distrito de Santo Antônio, Município de Santa Maria, região central do Estado do Rio Grande do Sul, sul do Brasil, através de uma análise ambiental dos aspectos botânicos, climáticos, geológicos e geomorfológicos. A pesquisa foi desenvolvida por meio de coletas de dados a campo. Variáveis atmosféricas foram obtidas através de instrumentos de leitura. Observações geomorfológicas foram realizadas conjuntamente com o levantamento das espécies xerófitas consideradas relictuais, relacionando a sua presença com o clima geomorfologia e geologia da área de estudo. Também se buscou analisar os impactos antrópicos quando este foi identificado. Com os dados coletados a campo, as áreas desses refúgios xerófitos foram georreferenciadas e posteriormente foram elaborados mapas temáticos para um melhor entendimento da distribuição geográfica. Embasado pela Teoria dos Refúgios Pleistocênicos e com dados obtidos em campo, realizou-se uma análise ambiental onde pôde-se constatar que a presença desses elementos xerófitos apresentam uma relação intrínseca pedológica, garantindo que a área de estudo sempre conteve uma fitofisionomia aberta. Essas ilhas de endemismo são representadas por espécies relictuais pertencentes às famílias Bromeliaceae, Cactaceae e Orchidaceae, bioindicadoras de eventos paleoclimáticos de intensa aridez firmados no Quaternário. Refugiados em afloramentos rochosos e neossolos litólicos, esses elementos florísticos endêmicos e ameaçados de extinção, mantiveram seus processos de sobrevivência, perdurando em nossa paisagem em condições climáticas adversas.

Palavras-chave: Botânica. Endemismo. Fitogeografia. Geomorfologia. Relictos xerófitos.

ABSTRACT

PHYTOGEOGRAPHIC EVALUATION OF XEROPHYTE RELICTS IN ROCKY OUTCROPS IN CAMPESTRE DO DIVINO, SANTA MARIA/RS

AUTHOR: Rodrigo Corrêa Pontes
ADVISER: Mauro Kumpfer Werlang

The present study aims to identify and evaluate the areas of ecological refuges with xerophytic species, present in the locality of Campestre do Divino, Santo Antônio district, Santa Maria municipality, central region of the State of Rio Grande do Sul, southern Brazil, through an environmental analysis of botanical, climatic, geological and geomorphological aspects. The research was developed through field data collection. Atmospheric variables were obtained through reading instruments. Geomorphological observations were performed together with the survey of the xerophytic species considered relictual, relating their presence with the climate, geomorphology and geology of the study area. It was also sought to analyze the anthropic impacts when it was identified. With the data collected in the field, the areas of these xerophytic refuges were georeferenced and later thematic maps were elaborated for a better understanding of the geographic distribution. Based on the Pleistocene Refugia Theory and with data obtained in the field, an environmental analysis was carried out where it was possible to verify that the presence of these xerophytic elements present an intrinsic pedological relation, guaranteeing that the study area always contained an open phytophysiology. These islands of endemism are represented by relictual species belonging to the families Bromeliaceae, Cactaceae and Orchidaceae, bioindicators of paleoclimatic events of intense aridity established in the Quaternary. Sheltered in rocky outcrops and litholic neosols, these endemic and endangered floristic elements, have maintained their survival processes, lingering in our landscape in adverse climatic conditions.

Keywords: Botany. Endemism. Phytogeography. Geomorphology. Xerophytic relicts.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa fitogeográfico de Cabrera e Willink (1973).....	18
Figura 2 – Ilustração da dinâmica atual (esquerda) e do final do Pleistoceno (direita) das correntes marítimas frias e quentes e suas correspondentes atuações.....	27
Figura 3 – Arranjo dos paleoambientes durante o Pleistoceno na América do Sul.....	31
Figura 4 – Localização da área de estudo em relação ao Município de Santa Maria e ao RS .	35
Figura 5 – Aspecto da zona de Transição entre a Depressão Periférica Sul-rio-grandense e os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná	38
Figura 6 – Morros testemunhos com escarpamentos circundados por áreas florestais, verdadeiras barreiras geográficas para a dispersão de espécies	39
Figura 7 – Segmento A - B do perfil da vertente do morro onde foram instaladas as estações de coleta de precipitação e temperatura	40
Figura 8 – Perfil geológico-topográfico do segmento A - B da vertente do morro onde foram instaladas as estações de coleta de precipitação e temperatura	40
Figura 9 – Segmento C – D do perfil na área de estudo.....	41
Figura 10 – Perfil geológico-topográfico do segmento C – D na área de estudo.....	41
Figura 11 – Segmento E – F do perfil na área de estudo.....	42
Figura 12 – Perfil geológico-topográfico do segmento E – F na área de estudo.....	42
Figura 13 – Centros de Ação da América do Sul	43
Figura 14 – Conflito entre a Instabilidade Tropical (IT) e a Frente Polar (FP) dinâmica do Sistema de Circulação Atmosférica Perturbada na Região Sul do Brasil	44
Figura 15 – Posição da Frente Polar no decorrer do inverno e o verão na América do Sul.....	45
Figura 16 – Gráfico da Normal Climatológica de Santa Maria/RS no período de 1961-1990	47
Figura 17 – Morro isolado com vertentes côncavas e convexas orientadas para o Norte, na localidade de Campestre do Divino.....	48
Figura 18 – Esquema de procedimentos adotados na pesquisa.....	51
Figura 19 – Datalogger utilizado, modelo Datalogger HT -500 Instrutherm.....	54
Figura 20 – Pluviômetro artesanal e datalogger no topo da área de estudo	54
Figura 21 – Localização dos mini-abrigos meteorológicos na área de estudo	55
Figura 22 – Localização da estação meteorológica na Universidade Federal de Santa Maria.	55
Figura 23 – Mapa localização das áreas com espécies xerófitas presentes na área de estudo .	58
Figura 24 – Mapa geológico da área de estudo	59
Figura 25 – Mapa de declividade da área de estudo.....	60
Figura 26 – Mapa hipsométrico da área de estudo	61
Figura 27 – Mapa do modelo de elevação do terreno da área de estudo.....	62
Figura 28 – Mapa do uso e cobertura do solo da área de estudo.....	63
Figura 29 – Mapa da dinâmica do sistema de circulação atmosférica na área de estudo.....	64
Figura 30 – Afloramento rochoso horizontal da formação Botucatu	70
Figura 31 – <i>Parodia ottonis</i> habitando afloramentos rochosos.....	71
Figura 32 – Afloramento rochoso horizontal da Formação Caturrita	72
Figura 33 – <i>Dyckia ibicuiensis</i> na vertente Norte do Morro do Farias - Jorge – João	74
Figura 34 – Indivíduos de <i>Tritrinax brasiliensis</i> no Morro do Farias - Jorge - João	75
Figura 35 – Escarpa de rochas vulcânicas no Refúgio Escarpa do Reses	76
Figura 36 – Escarpa de rochas vulcânicas no Morro Escarpa do Reses.....	77
Figura 37 – <i>Tillandsia toropiensis</i> , espécie endêmica no Refúgio Morro do Reses	78
Figura 38 – Refúgio Pedra do Lagarto, formação rochosa em meio a vegetação campestre ...	79
Figura 39 – <i>Cereus hildmannianus</i> , uma das espécies encontradas no Refúgio Pedra do Lagarto.....	80
Figura 40 – Coluna de arenito com aspecto ruiforme, no Refúgio Pedra do Lagarto.....	80

Figura 41 – <i>Dyckia polycladus</i> sob afloramentos rochosos no, Refúgio Salgueiro dos Jesuítas	81
Figura 42 – Morro da Cleri, onde se encontra expressivas populações de cactáceas.....	82
Figura 43 – <i>Echinopsis oxygona</i> , elemento chaquenho encontrado no Morro do Moro e em outros refúgios	83
Figura 44 – <i>Parodia horstii</i> , rara cactácea endêmica presente nas escarpas rochosas do Refúgio Morro do Felício	84
Figura 45 – População de <i>Cyrtopodium witeckii</i> nas escarpas rochosas do Refúgio Morro do Felício	85
Figura 46 – <i>Parodia oxycostata</i> , espécie que ocorre em abundância no Refúgio estrada Campestre do Divino - Boca do Monte	86
Figura 47 – Refúgio Lajeado do Reis, onde todos os locais foram destruídos pela ação antrópica	87
Figura 48 – Gráfico da representação de valores de altitude e precipitação pluviométrica das três estações	90
Figura 49 – Média das temperaturas das três estações obtidas através das três leituras diárias	92
Figura 50 – Média da umidade relativa do ar das três estações conforme as três leituras diárias	93
Figura 51 – Média das temperaturas mínimas das três estações conforme as três leituras diárias	94
Figura 52 – Média das temperaturas máximas das três estações conforme as três leituras diárias	95
Tabela 3 – Dados sobre localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) das três estações	95
Figura 53 – Gráfico da representação de altitude e precipitação pluviométrica das três estações	96
Figura 54 – Média das temperaturas das três estações obtidas através das três leituras diárias	98
Figura 55 – Média da umidade relativa do ar das três estações conforme as três leituras diárias	99
Figura 56 – Média das temperaturas mínimas das três estações conforme as três leituras diárias	100
Figura 57 – Média das temperaturas máximas das três estações conforme as três leituras diárias	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados sobre localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) das três estações	89
Tabela 2 – Temperaturas registradas ao longo dos 31 dias, temperatura média, média das temperaturas mínimas e máximas e média da umidade relativa do ar das três estações	90
Tabela 3 – Dados sobre localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) das três estações	95
Tabela 4 – Temperaturas registradas ao longo dos 31 dias, temperatura média, média das temperaturas mínimas e máximas e média da umidade relativa do ar das três estações	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro síntese das espécies presentes nos refúgios visitados.....	88
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA	15
1.2 OBJETIVO GERAL.....	15
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO	17
2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A VEGETAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL.	17
2.2 GEOMORFOLOGIA E A DINÂMICA VEGETACIONAL NO PLEISTOCENO – HOLOCENO	22
3. METODOLOGIA.....	35
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	35
3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	49
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1 ANÁLISE DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO.....	57
4.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA VEGETAÇÃO ENCONTRADA NA ÁREA DE ESTUDO	65
4.3 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE OS GÊNEROS E ESPÉCIES XERÓFITAS ENCONTRADOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	67
4.4 ÁREAS E ELEMENTOS RELICTUAIS ENCONTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO ..	70
4.4.1 Refúgio Morro do Tolentino (1).....	70
4.4.2 Refúgio Estrada Municipal Santa Maria - São Martinho da Serra (2)	72
4.4.3 Refúgio Morro do Farias - Jorge - João (3)	73
4.4.4 Refúgio Escarpa do Reses (4).....	75
4.4.5 Refúgio Morro do Reses (5)	76
4.4.6 Refúgio Pedra do Lagarto (6)	78
4.4.7 Refúgio Salgueiro dos Jesuítas (7)	81
4.4.8 Refúgio Morro da Cleri (8).....	81
4.4.9 Refúgio Morro do Moro (9)	82
4.4.10 Refúgio Morro do Felício (10)	83
4.4.11 Refúgio Lajeado do Felden (11).....	85
4.4.12 Refúgio Lajeado do Arruda 1 (12)	85
4.4.13 Refúgio Lajeado do Arruda 2 (13)	86
4.4.14 Refúgio Lajeado do Reis (14).....	87
4.4.15 Análise topoclimática da área de estudo.....	89
5 CONCLUSÃO.....	103
REFERÊNCIAS	107
ANEXO A – QUADRO 1: MÉDIAS DE TEMPERATURA (°C) DAS TRÊS LEITURAS DIÁRIAS (9,15 E 21 HORAS) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS QUENTE	117
ANEXO B – QUADRO 2: MÉDIAS DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) DAS TRÊS LEITURAS DIÁRIAS (9,15 E 21 HORAS) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS QUENTE	118
ANEXO C – QUADRO 3: MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (°C) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS QUENTE	119
ANEXO D – QUADRO 4: MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS (°C) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS QUENTE	120
ANEXO E – QUADRO 5: MÉDIAS DE TEMPERATURA (°C) DAS TRÊS LEITURAS DIÁRIAS (9,15 E 21 HORAS) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS FRIO	121

ANEXO F – QUADRO 6: MÉDIAS DA UMIDADE RELATIVA DO AR (%) DAS TRÊS LEITURAS DIÁRIAS (9,15 E 21 HORAS) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS FRIO	122
ANEXO G – QUADRO 7: MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS (°C) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS FRIO	123
ANEXO H – QUADRO 8: MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS (°C) DAS TRÊS ESTAÇÕES DURANTE O MÊS MAIS FRIO	124

1 INTRODUÇÃO

Desde as últimas cinco décadas a paisagem natural tem sido severamente perturbada e descaracterizada de forma veloz pela ação antrópica, através da apropriação e uso dos ecossistemas naturais.

Uma das principais causas para a degradação ambiental é o ineficiente e burocrático plano de ação do Estado, esse, que assume o papel de órgão gestor oficial responsável pelo estudo, fiscalização e monitoramento de áreas prioritárias a serem contempladas como futuras unidades de conservação. Outro motivo é relacionado à demanda comercial do sistema capitalista e o desejo de rápida obtenção de lucros, que contribuem para o aumento da produção, e conseqüentemente, irão buscar novas áreas para desenvolver suas atividades.

Esses fatores, associados com a ausência de conhecimento e consciência ambiental comprometem a regularidade dos mecanismos naturais que mantêm a estabilidade dos ecossistemas. Desta forma, o atual comportamento do homem perante a natureza é uma grave ameaça à existência de diversas formas de vida, inclusive a dele própria.

O advento da modernização do homem no campo permitiu o ingresso das ações antrópicas em espaços que anteriormente não eram visados para atividades agrícolas. Encobertos pela aparência de um processo de desenvolvimento e modernização, inúmeros ambientes naturais têm sido diretamente impactados, sendo alguns considerados muito frágeis por estarem representados em pequenas áreas e abrigarem espécies endêmicas e ameaçadas de extinção.

Dentro dessa perspectiva, as áreas campestres são muito objetivadas, em razão da ausência de uma massa densa florestal, pois de acordo com a legislação vigente, são proibidas as atividades de supressão de florestas nativas. Outro fator relevante para a escolha das áreas campestres é a topografia relativamente plana para os cultivos, onde se torna mais acessível e desimpedido o estabelecimento de práticas de agricultura, seja ela mecanizada ou não.

As distintas perturbações antrópicas podem ser exemplificadas como a construção de barragens, estabelecimento de parques eólicos, a expansão agrícola, a criação de gado extensiva, cultivo de pastagens, mineração, florestamento desordenado com espécies fanerófitas potencialmente invasoras (silvicultura), desenvolvimento da fruticultura, dentre outras atividades que possam impactar os habitats e colocar em risco de extinção diversas espécies da flora e da fauna, podendo essas ser endêmicas ou não. Segundo Troppmair (2012) a paisagem modificada pelo homem coloca em risco a sobrevivência e a existência de espécies da fauna e flora que a constituem.

Diante da problemática apresentada, é pertinente o desenvolvimento de estudos que busquem identificar e monitorar áreas com notória relevância ambiental no aspecto florístico, visando reconhecer elementos endêmicos, raros e relictuais de importante relevância científica.

Afloramentos rochosos constituem ambientes adequados para o estabelecimento de relictos ou ilhas de vegetação. De acordo com Ab'Saber (2003) essas ilhas ou enclaves vegetacionais, de extrema riqueza florística, possivelmente migraram em um passado remoto, tornaram-se fragmentados e permaneceram isolados devido a processos paleoclimáticos.

O notório contingente florístico dessas áreas geralmente são elementos endêmicos, representados frequentemente pelas famílias *Arecaceae*, *Bromeliaceae*, *Cactaceae*, *Orchidaceae*, entre outras famílias botânicas. São verdadeiros testemunhos de um período mais árido predominante na América do Sul e que desde então se mantiveram isolados em áreas que reproduzem as condições necessárias para sua permanência e reprodução.

Essas áreas são denominadas de refúgios e que por razões edáficas e de declividade, o homem ainda não conseguiu estabelecer-se, avançar e, por conseguinte, impactar. Estes locais geralmente abrigam afloramentos rochosos, escarpas íngremes, solos rasos, arenosos ou carentes de nutrientes, onde não há interesse ou é insuficientemente rentável para práticas econômicas.

O estudo e compreensão sobre esse tipo de áreas e seus elementos ainda é escasso, exigindo do pesquisador estudo multidisciplinar para obtenção de conclusões. Sendo assim, a pesquisa ambiental e levantamentos florísticos é um significativo instrumento para análise de como o homem e suas técnicas se apoderam da natureza, demonstrando a evolução e a realidade dos fatos. Deve-se conhecer a realidade sem equívocos, para tomarmos ações de conscientização corretas diante a situações que comprometam a qualidade do meio em que vive.

A ciência geográfica é um instrumento que busca uma aproximação da verdade, procurando representar, quantificar e qualificar os fenômenos que se apresentam na superfície terrestre. Para a busca da realidade e sua compreensão, procuram-se os testemunhos ou as relíquias, ou seja, “restos” preservados do passado. Essas relíquias estão presentes ainda nos dias de hoje, mas estão severamente fadadas à extinção pela ambição, ignorância e omissão do homem.

1.1 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem como problema a identificação de áreas denominadas como refúgios ecológicos, que apresentam populações com espécies xerófitas e endêmicas, encontrada em pequenas áreas consideradas relictuais na localidade do Campestre do Divino, distrito de Santo Antônio, no município de Santa Maria. Essas áreas fragmentadas podem estar relacionadas com fatores biológicos, geomorfológicos e microclimáticos. De acordo com a literatura especializada, muitos táxons endêmicos considerados relictuais encontram-se ameaçados de extinção, devido ao diminuto número de áreas e populações existentes e das interferências promovidas pela ação antrópica.

Justifica-se essa pesquisa devido à ausência de estudos fitogeográficos sobre a ocorrência de espécies xerófitas e relictuais na área de estudo, visando a contribuir com o conhecimento da distribuição geográfica das espécies, indicando suas fragilidades e ao mesmo tempo fornecendo estudos que fomentem a conservação ambiental, manejo adequado e valorização do patrimônio florístico local. O recorte espacial da área de estudo é justificado devido à presença de afloramentos rochosos, escarpas íngremes e morros e morrotes testemunhos, aspectos geomorfológicos propícios para a ocorrência dessas espécies em estudo, de acordo com a literatura existente. O interesse pela temática foi devido à carência de estudos científicos e conhecimento sobre esse tipo específico de vegetação, algumas tendo sua ocorrência, possivelmente restrita, no município e na região central do Rio Grande do Sul.

1.2 OBJETIVO GERAL

Identificar e avaliar as peculiaridades fitogeográficas dos ambientes relictuais em afloramentos rochosos com espécies xerófitas, relacionando a distribuição das espécies conforme o clima, a geologia e a geomorfologia da área de estudo, na localidade de Campestre do Divino, distrito de Santo Antônio, no município de Santa Maria, região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) identificar e representar cartograficamente as áreas naturais onde se encontram as espécies xerófitas na área de estudo;

b) identificar e inventariar o contingente de espécies xerófitas, assim como descrever a condição de seus respectivos ambientes, caracterizando-os geomorfologicamente;

c) analisar e discutir a relação entre a ocorrência das espécies com a geomorfologia e o topoclíma presente na área de estudo, de acordo com fundamentos fitogeográficos.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A VEGETAÇÃO DO RIO GRANDE DO SUL

Primeiramente, a avaliação da vegetação xerófita da localidade do Campestre do Divino exige considerações a respeito dos aspectos da dinâmica da vegetação e do meio físico. No Rio Grande do Sul é curiosa a predominância de áreas campestres em um clima favorável para o desenvolvimento de florestas.

A mescla de vegetação herbácea, arbustiva e arbórea e seus arranjos já despertaram o interesse de pioneiros do estudo fitogeográfico do Rio Grande do Sul, como pode-se observar nos trabalhos de Lindman (1906) e Rambo (1956). Marchiori (2004, p. 16) afirma que os campos nativos foram interpretados por Lindman como formações primitivas e relíctos de climas pretéritos mais secos do que o clima atual, concordando com os eventos paleoclimáticos do Pleistoceno.

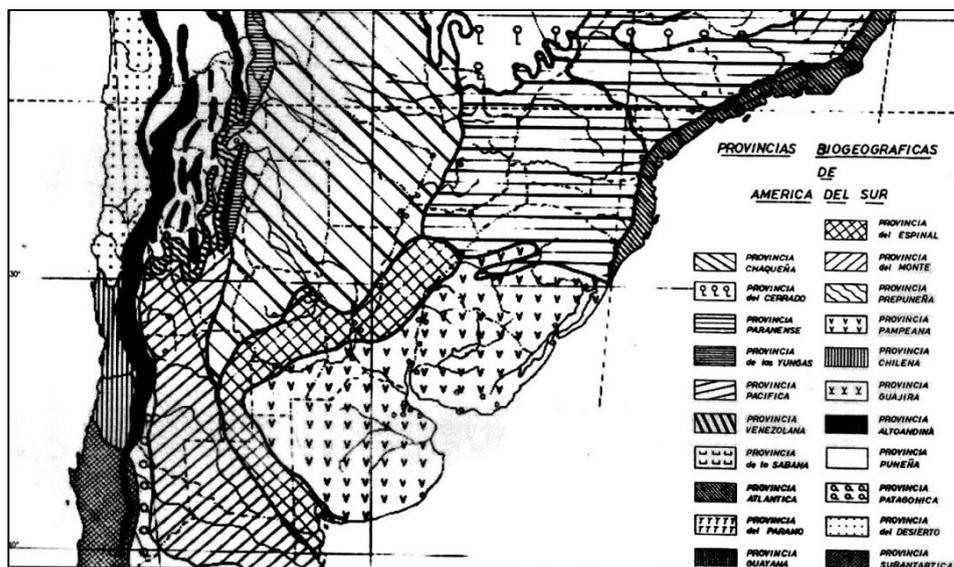
Nos estudos de Rambo (1956) e Marchiori (2002) afirma-se que a vegetação do estado do Rio Grande do Sul situa-se em um período transitório induzido pelos padrões climáticos firmados entre os períodos do Pleistoceno e do Holoceno. Marchiori (2004) propõe que para deduzir a distribuição da vegetação do Estado, no caso da transição campo – floresta deve-se dar ênfase na biologia das espécies representativas dessas áreas, assim como suas relações com o relevo.

De acordo com as observações de Cabrera e Willink (1973), no Estado do Rio Grande do Sul, as formações fechadas (áreas florestais) são reconhecidas como Domínio Amazônico, dividido em Província Atlântica (litoral na porção nordeste do Rio Grande do Sul) e Província Paranaense (Serra Geral até o centro do Rio Grande do Sul).

Para as formações abertas (áreas campestres) são reconhecidas o Domínio Chaquenho, onde os autores enfatizam os numerosos gêneros de bromeliáceas e cactáceas. Esse Domínio é dividido em Província do Espinal (extremo oeste do Rio Grande do Sul) e Província Pampeana (metade sul do RS). Essa última é subdividida em quatro distritos, onde o município de Santa Maria enquadra-se no Distrito Uruguayense.

Ainda, os referidos autores, complementam a riqueza florística do distrito em gêneros pertencentes à família Cactaceae como *Cereus*, *Gymnocalycium*, *Echinopsis*, *Opuntia* e *Parodia*. A figura 1 apresenta o arranjo fitogeográfico elaborado por Cabrera e Willink (1973).

Figura 1 – Mapa fitogeográfico de Cabrera e Willink (1973)



Fonte: Cabrera e Willink (1973), adaptado por Marchiori e Alves (2010).

Na região de Santa Maria, segundo Quadros (2002) ocorre o contato entre as fitosionomias da Floresta Estacional Decidual e Campos. A primeira, conforme o referido autor, distribuída ao longo do leito do rio Paraná e Uruguai, penetrando pelo norte e noroeste do Rio Grande do Sul. Ao entrar no Estado, acompanha a rede de drenagem do rio Ibicuí e Jacuí. São características espécies decíduas como *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), entre outras. Consoante com Marchiori (2002) muito pouco resta dessas formações originais, pois a maioria foi suprimida em razão das atividades antrópicas como lavouras, pecuária, etc. A segunda região fitogeográfica, de acordo com Quadros (2002), são os campos, formações abertas, compostos de diversas espécies representadas pelas famílias Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Poaceae, Rubiaceae, entre outras.

No interior da vegetação florestal podem ocorrer pequenas áreas com vegetação aberta, como campos e campos rupestres, verdadeiras ilhas ricas em endemismo, apresentando geralmente espécies heliófilas e xerófitas. Para Romariz (2012) uma espécie heliófila é um ser vivo que necessita de alta intensidade de luz para efetuar a fotossíntese e garantir seu ciclo vital. Estes espaços podem ser afloramentos rochosos no campo de pequena à vasta extensão e até escarpas íngremes com altura variável, conhecidos vulgarmente como “paredão” ou “perau”. A vegetação em afloramentos horizontais é muito suscetível às ações do homem, principalmente relacionado ao uso da terra como meio agrícola. A vegetação

encontrada nas escarpas é certamente bem mais preservada, em razão do seu difícil acesso e desta forma, livre das pressões antrópicas.

A família Cactaceae tem uma grande diversidade de espécies e endemismos no Rio Grande do Sul, corroborando assim com a importância da conservação de afloramentos rochosos, que por sua vez constituem abrigo para muitas espécies endêmicas, raras ou ameaçadas (OLIVEIRA-DEBLE, 2012, p. 67).

Waechter (2002) cita gêneros chaquenhos presentes na flora do Rio Grande do Sul, como *Trithrinax* (Arecaceae), *Dyckia* (Bromeliaceae), *Echinopsis*, *Frailea*, *Gymnocalycium* e *Parodia* (Cactaceae), entre outras. Estes elementos migraram da Província Chaquenha (Argentina e Paraguai) durante tempos áridos no passado geológico, quando foi propício para seu avanço, colonizando amplamente ambientes xerófitos como afloramentos rochosos, solos arenosos e até escarpas abruptas.

Sobre a espécie *Trithrinax brasiliensis*, Marchiori (2004) a cita para a localidade de Santo Antônio, distrito de Santa Maria e faz considerações:

Cabe salientar que a presença da espécie nestes locais assume um grande interesse fitogeográfico, pois certamente antecede a invasão holocênica da floresta pluvial na região, a semelhança da criúva (*Leucothoe eucalyptoides*) e da *Schaefferia argentinensis*, constituindo verdadeiras relíquias do período xerotérmico pleistocênico junto as florestas Estacional, Atlântica e mista (MARCHIORI, 2004, p. 76).

Este tipo de vegetação está diretamente associado a uma formação campestre (mais aberta) do que a formação florestal (mais fechada) por necessidades fisiológicas de sobrevivência. Nestas composições relictuais, predominam elementos xerófitos, adaptados a escassez de água e nutrientes, à insolação e à temperatura. Esses elementos são mais representados pelas famílias Bromeliaceae, Cactaceae, e Orchidaceae. Estudos sobre a dinâmica climática do Pleistoceno explicam a presença dessas xerófitas nos tempos atuais.

Segundo Marchiori (2004) a vegetação no Estado é formada por campos e florestas, em constante competição por espaço e influenciada por fatores ambientais. As áreas campestres, sendo mais antigas e a maioria em nossa paisagem, são relictos do clima do Pleistoceno, onde atualmente sofre o avanço das florestas em razão do clima do Holoceno correspondente a temperaturas mais quentes e umidade. Em conformidade com Romariz (2012) uma área relíquia ou relictual é uma extensão geográfica onde ocorrem espécies cuja presença não pode ser explicada pelas condições climáticas e ecológicas atuais, sugerindo que

sua ocorrência nessa área ocorreu em condições diferentes, em tempos pretéritos. As espécies que ali ocorrem são chamadas de relíquias.

Os campos também são resultantes da combinação de fatores climáticos geológicos e geomorfológicos. Marchiori (2004) admite que campos e florestas são formações relacionadas a climas antagônicos e que a existência de ambas ocorre em razão de sua biologia e sua relação com o relevo.

As diferenças de comportamento entre árvores e gramíneas favorecem a interpretação dos campos sulinos como formações relictuais, por estes não disporem de vantagens adaptativas, em relação às florestas, no vigente clima ombrófilo. O umedecimento e aquecimento do clima, verificados no Holoceno, propiciou a expansão florestal sobre antigas áreas campestres, tanto a partir de eventuais refúgios, sobreviventes da longa fase xerotérmica, no último período glacial pleistocênico, como de áreas florestais situadas mais ao norte, seguindo nesse caso, duas rotas migratórias: pela via litorânea e pelo interior do continente, ao longo dos vales dos rios Paraná e Uruguai (MARCHIORI, 2004, p. 19).

Segundo observações de Rambo (1956) diversas adaptações morfológicas são presentes nas espécies rasteiras e subarborescentes como folhas coriáceas, presença de pilosidade, redução da superfície transpiradora, óleos voláteis, etc. Holz (2003) relata que as mudanças no tipo de ambiente no passado influenciavam na distribuição e na morfologia da vegetação. Muitas adquiriram estruturas que permitiam sua vida em um substrato seco como uma raiz para se sustentar e extrair nutrientes, além de habitar os mais distintos nichos ecológicos.

Lindmann (1906, p. 164-165) menciona diversos elementos xerófitos presentes na flora do Rio Grande do Sul, inclusive cactáceas. O ilustre fitogeógrafo Rambo (1956) elaborou diversos estudos fitogeográficos sobre a vegetação do Rio Grande do Sul, inclusive visitando locais com presença de espécies xerófitas, bem como nos morros graníticos em torno de Porto Alegre e em alguns tabuleiros areníticos da Depressão periférica sul-riograndense e do sudoeste do Estado, mais precisamente na região da Campanha. O autor mencionado relata a vegetação dos tabuleiros da campanha gaúcha, onde faz uma precisa descrição:

Ao pé dos paredões, as sociedades silváticas se abrigam a sombra dos rochedos, que lhes fornecem solo húmido e água em abundância. Sobre os próprios rochedos verticais alinham-se os litófilos, cactos redondos em forma de ouriço (*Echinocactus*), tunas colunares (*Cereus*) e gravatás (*Dyckia*) e um mundo de líquenes crustosos e foliáceos (RAMBO, 1956, p. 129).

Rambo (2014) também cita a existência de cactáceas na região entre Camaquã e Capão do Leão e nas imediações do Cerro do Jarau em Quaraí. Alves et al. (2013) citam diversas

espécies xerofíticas na região do Cerro do Jarau, como pertencentes aos gêneros *Cereus*, *Echinopsis*, *Frailea*, *Opuntia*, *Parodia* (Cactaceae) e *Aechmaea*, *Dyckia*, *Tillandsia* (Bromeliaceae). Jacinto e Oliveira-Deble (2012) relatam um elevado número de gêneros e espécies em uma pequena área campestre no município de Lavras do Sul, no Bioma Pampa.

A paisagem primitiva encontrada nos campos demonstra indícios de períodos de clima seco, que podem ser percebidos nas marcas impressas nas características morfo-fisiológicas dos espécimes vegetais ainda no presente. Através da análise de caracteres xerófitos, pode-se concluir a existência de um ambiente seco, pois esses vegetais armazenam água em seus tecidos, apresentam folhas modificadas em espinhos e transpiram durante a noite (para assim evitar perdas de água por evapotranspiração durante o dia). A densidade dos espinhos e a cerosidade na epiderme dos vegetais podem sugerir uma proteção contra a intensidade solar. A presença de óleos e essências nos órgãos aéreos de algumas espécies, importantes para a retenção da água nos tecidos, diminuindo a sua perda para o ambiente. Marchiori (2004) também cita os órgãos subterrâneos espessos, caules modificados como xilopódios de muitas espécies de mirtáceas, armazenadores de nutrientes, contribuem com a sobrevivência de espécimes em ambientes com pouca disponibilidade de macro e micronutrientes essenciais à sobrevivência.

O autor também enfatiza que estas características indicam xeromorfismo, o que discorda da vegetação do entorno, com caráter arbóreo. Esses protagonistas constituintes do ecossistema atual apresentam características morfológicas adaptadas em tempos passados e atualmente mostram-se inadequadas às condições climáticas atuais; são como testemunhos das restrições a que foram submetidos no passado. Dessa forma, as áreas referidas são nichos ecológicos, ou geograficamente dizendo, um refúgio. Como exemplo de endemismo do Rio Grande do Sul, Aziz Ab'Saber ressalta as cactáceas nos campos:

Onde quer que apareçam, constituem mini-refúgios de uma flora outrora mais extensa e biodiversa. Eles todos restaram amarrados em minúsculos espaços ecológicos, constituídos por lajedos emergentes de arenitos ou chão pedregosos, que funcionam como litobiomas, sítios de aridez rochosa e resistentes bancos genéticos para a sobrevivência de gerações de cactáceas (AB'SABER, 1995, p. 26).

É indispensável comentar sobre a fragilidade destes ecossistemas, que algumas ocasiões não permitem o emprego de métodos tradicionais de monoculturas e silvicultura. A exploração destas áreas é limitada devido à grande abundante rochosidade e a pouca oferta de nutrientes no solo. Mesmo assim, populações estão sendo devastadas. Oliveira-Deble (2011, p. 67) cita a exploração horticultural, introdução da silvicultura, construção de barragens,

pecuária e ecoturismo. Deve-se ressaltar a presença de fanerófitas invasoras nestes ambientes, que introduzidas pelo homem, descontroladamente colonizam solos pobres, terrenos rochosos e áreas degradadas. Marchiori (2004) cita diversas espécies fanerófitas invasoras como *Pinus elliotii*, *Pinus taeda*, *Ulex europeus*, *Hovenia dulcis*, *Eriobothrya japonica*, *Citrus sinensis*, entre outras. Estas espécies invasoras são fortes competidoras por ambiente e que de certa forma ganham a competição perante espécies. A imposição desse tipo de elemento se dá em ambientes muito restritivos, onde outros vegetais não conseguem colonizar. A existência dessas espécies acaba comprometendo a sobrevivência das espécies nativas, pois competem agressivamente necessidades nutricionais e principalmente lumínicas.

2.2 GEOMORFOLOGIA E A DINÂMICA VEGETACIONAL NO PLEISTOCENO – HOLOCENO

Sabe-se que paisagem é uma emergência das relações inseridas no sistema, reconhecida através da relação dinâmica do relevo com a vegetação. Segundo Ab'Saber (1969), através da interpretação dos elementos fisionômicos superficiais da paisagem podemos desvendar os processos que antecederam a formação das mesmas.

Na verdade, os principais segredos de uma complexa evolução recente das formas e compartimentos menores do relevo estão contidos na estrutura superficial das paisagens, mesmo porque a estruturação superficial da paisagem é feita à custa das marcas acumuladas pelos processos morfoclimáticos e deposicionais de um flutuante quaternário (ORELLANA, 1981, p. 16).

Conforme Troppmair (2012) a presença de formações superficiais e cobertura vegetal está intimamente relacionada com estudos paleoclimáticos do Pleistoceno.

Desta forma, conforme Penteadó (1978), pode-se deduzir que, assim como as formas de relevo podem ter sido esculpidas em épocas passadas, os elementos superficiais contidos na paisagem como colúvios, detritos grosseiros e paleossolos também podem ter se originados através de processos distintos dos atuais. São depósitos correlativos, de formas de relevo e de processos específicos, correspondentes a um determinado sistema morfológico. Cada depósito, de acordo com suas condições estruturais físicas e químicas, pode nos revelar processos de formação, litologia e o relevo presente no passado. Sendo assim, tipos de depósitos mencionados nos reportam ao Pleistoceno e cada tipo corresponde com as condições ecológicas presentes de sua época de formação (clima, geomorfologia, solos, vegetação, etc.).

De acordo com Tricart (1977), uma unidade ecodinâmica é caracterizada a partir da morfodinâmica da paisagem, através da relação direta da morfogênese e pedogênese. Em seus trabalhos desenvolvidos sobre a ecodinâmica, os meios morfodinâmicos da paisagem são divididos em estáveis, *intergrades* e fortemente instáveis conforme a dinâmica de evolução das vertentes. Os meios estáveis são áreas com maior cobertura vegetal, apresentando processos morfogenéticos moderados. Em seguida, os meios *intergrades* apresentam um equilíbrio entre a morfogênese e a pedogênese. Por último, os meios fortemente instáveis, onde praticamente há a presença de uma cobertura vegetal rala, quase inexistente, onde se apresentam os solos arenosos, rasos, rochosos ou desnudos. Esse último caso é pertinente ao raciocínio deste estudo.

O conceito de unidades ecodinâmicas está integrado no conceito de ecossistemas, baseando-se nas diversas variáveis que promovem a dinâmica e os fluxos de energia e matéria no meio ambiente. Tricart menciona a bioestasia (ou fitoestasia) relativo a presença da cobertura vegetal como condicionante para um manutenção relativo da estabilidade do solo e das vertentes planas e para a atuação de processos do modelado do relevo.

Retomando a relação com paleoclimas, é importante frisar que durante o Pleistoceno, os meios instáveis não permitiram o avanço da vegetação florestal por condições restritivas ambientais, como solos rasos ou pedregosos, dando origem aos núcleos que após o Holoceno ficaram isolados e circundados por uma vegetação florestal, originando assim os refúgios, locais que persistiram as formações relictuais (AB'SÁBER, 1977a).

A gênese desses refúgios ocorreu devido às oscilações paleoclimáticas e o estabelecimento de um período frio relacionado a clima seco ou sub-úmido. Possivelmente surgiram em decorrência da alteração da vegetação, ou seja, substituição de uma cobertura vegetal densa por uma cobertura vegetal mais rala, que possibilitou a atuação direta de fatores naturais na superfície terrestre, como a radiação solar, precipitações atmosféricas de ordem convectiva e ventos. Em consequência desse desequilíbrio climato-biológico, conforme a proposta de Tricart (1977), a morfogênese e a pedogênese tenderam a se realizar simultaneamente, intensificando processos intempéricos e instabilidade edáfica, caracterizando períodos de resistasia.

Durante o Quaternário, no Pleistoceno, ocorreram as últimas modificações significativas recentes do globo terrestre, que deixaram testemunhos, ou melhor, objetos de estudos para aqueles que tentam compreender a configuração atual das paisagens sul-americanas.

O Quaternário é caracterizado por acentuada instabilidade climática. De 20.000 anos para cá os climas da terra sofreram profundas modificações: as latitudes médias foram afetadas por glaciais de *inlandsis* e fenômenos periglaciais; as regiões áridas tiveram períodos pluviais; manifestações semi-áridas ocorreram nas margens das zonas intertropicais; na zona equatorial alternaram períodos pluviais e displuviais. Depois do fim do terciário, muito raras foram as regiões do globo que conheceram condições através e que puderam evoluir sob ação de um único sistema morfoclimático. O mais comum foi a evolução poligênica do ponto de vista morfoclimático, na qual uma paisagem conserva traços de sistemas morfogênicos diferentes e sucessivos (PENTEADO, 1978, p. 133).

Do início do Pleistoceno ao Holoceno ocorrem oscilações de períodos glaciais (secos) e interglaciais (úmidos) nas latitudes médias do mundo Tropical. A amplitude das variações difere de acordo com os períodos. Segundo Penteadó (1978) os períodos foram mais longos durante o Quaternário Antigo (considerado o período fresco ou Vilafranco) e mais curtos em direção ao Quaternário Inferior. De acordo com Troppmair (2012), a interpretação das paisagens através da Teoria dos Refúgios Ecológicos é uma idéia antiga, aplicada na África, Austrália, Europa, mas foi Haffer (1969, 1974) um geólogo e ornitólogo alemão que, através de estudos, começou a aplicar a teoria na América do Sul, buscando explicar a biodiversidade através de processos sofridos pela dinâmica climática pretérita no planeta ao longo dos milhões de anos. A teoria consiste em:

Flutuações climáticas da passagem para uma fase mais seca e fria durante o Pleistoceno terminal, a biota de florestas tropicais ficou retraída às exíguas áreas de permanência da umidade, a constituir os refúgios e sofrer, portanto, diferenciação resultante deste isolamento. A expansão destas manchas florestadas tropicais, em consequência da retomada da umidade do tipo climático que se impôs ao final do período seco e mais frio, deixou setores de maior diversidade e endemismos como evidência dos refúgios que atuaram no Pleistoceno terminal (VIADANA, 2002, p. 20-21).

Conforme Penteadó (1978), são reconhecidas nos Alpes quatro glaciações quaternárias, representadas por nomes de rios da Bavária (Gunz, Mindell, Riss e Würm), com durações de cerca de 50 mil anos e alternadas por períodos interglaciais, com aproximadamente 200 mil anos cada. Na América do Norte, essas glaciações correspondem, respectivamente a Nebraska, Kansas, Illinois e Wisconsin.

É importante considerar observações sobre o clima do Quaternário:

O período Quaternário, iniciado a 1.8 M.a., corresponde ao momento atual. Durante este tempo, o clima global experimentou flutuações dramáticas, com glaciações periódicas em altas latitudes, acompanhando as mudanças no nível do mar, a produtividade da biosfera, bem como a química da atmosfera e dos oceanos. Intervalos de aproximadamente 100 mil nos e com temperaturas muito baixas (glaciações) intercalaram-se com tempos mais quentes (interglaciais) e de menor

duração (cerca de 20 mil anos). Durante o último 0.6M.a., as maiores mudanças ambientais estão associadas às variações do clima, entre os estágios glacial e interglacial, principalmente com relação ao volume do gelo, ao nível do mar, à temperatura, à concentração de CO₂ atmosférico, à distribuição geográfica de plantas e animais, e aos níveis de circulação oceânica e atmosférica (BOLZON; MARCHIORI, 2002, p. 19).

Haffer (1969) edificou o que ficou conhecido como a Teoria dos Refúgios Pleistocênicos, fundamentada através da interpretação da flutuação climática de uma fase semi-árida e dos processos evolutivos das paisagens neotropicais da América do Sul durante o Pleistoceno Terminal. Mais tarde, dados faunísticos foram agregados à teoria, contribuições de trabalhos promovidos por Vanzolini e Willians (1970) e Vanzolini (1973, 1974).

De acordo com Troppmair (2012) a teoria fundamenta-se nos processos evolutivos considerando os estudos sobre paleoclimas. Uma das principais bases para o entendimento dos refúgios ecológicos, conforme Ab' Saber (1977a), foi a interpretação correta de bio-indicadores das chamadas linhas-de-pedra (stonelines), camadas deposicionais sedimentares de cascalhos, capeados por material sítico-argiloso ou por solos, expostas horizontalmente em barrancos e afloramentos, presentes em paleopavimentos detriticos ou paleosolos. Segundo Viadana (2002), a distribuição das linhas-de pedra podem ser observadas em distintas regiões do Brasil.

Damuth e Fairbridge (1970) enfatizam que as evidências existentes são suficientes para associar os fenômenos geológicos e geomorfológicos. A teoria se fundamenta na oscilação do período glacial para o interglacial. Conforme Martins e Sano (2009) a glaciação é o período durante a baixa da temperatura atmosférica, caracterizado pelo abundante acúmulo de gelo nas regiões polares e pelo rebaixamento do nível dos mares.

Há diversas evidências dos climas secos do Quaternário, e segundo Bigarella et al. (2003) este período foi menor e mesmo assim marcou a paisagem em características edáficas, como as linhas de pedra.

Linhas de pedra são horizontes de seixos sub-superficiais enterrados por colúvios posteriormente pedogeneizados, a 0,50 - 2 metros de profundidade. Tais seixos apresentam formas arestadas e angulosas, situam-se em extensas áreas das encostas dos morros e colinas de terras úmidas recobertas por florestas e campos no Sul e Sudeste brasileiro (HAUCK, 2009, p. 58).

Conforme Ab'Saber (1990), primeiramente Louis de Agassiz, um glaciologista suíço-americano, interpretou esse material (composto por quartzo, limonita e outros) como material detritico oriundo de ação de geleiras. O referido autor afirma que o erro de Agassiz foi não associar com a superfície da paisagem, e que se ele tivesse feito isso, constataria que entre a

vegetação tropical a base ou encosta de morros rochosos era comum encontrar nas áreas de flora de clima seco, junto a presença de cactáceas. Outros pesquisadores associavam a presença de seixos rolados nas linhas de pedra e associavam com produto de imensas enxurradas.

Segundo Bigarella (2007), os produtos detríticos da alteração das rochas formam a estrutura superficial da paisagem, sendo que o solo pode caracterizar uma vegetação específica, assim como um clima, fator condicionante da dinâmica da paisagem. Na mesma lógica da afirmação anterior, Viadana (2002), também contempla a explicação da presença de indivíduos de bromeliáceas e cactáceas, que são evidentes bio-indicadores paleoclimáticos, testemunhando atividades de aridez pretérita vigente no Pleistoceno Terminal.

Conforme Ab'Saber (1990), em trabalho conjunto com Jean Tricart e André Callieux, buscaram observar estas linhas de pedra em barrancos e encostas de morros, relacionando-as com o estudo da estrutura superficial das paisagens tropicais em diversas partes do Brasil e associando-as com a intensa oscilação climática Quaternária, correspondente ao período denominado Würm-Wisconsin.

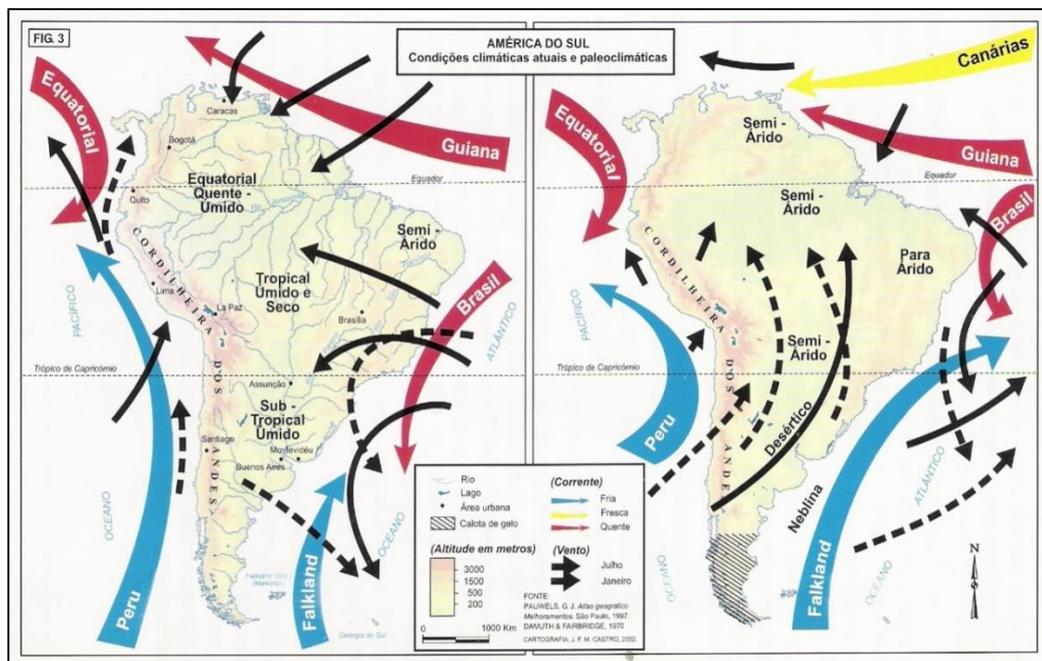
E ainda que tais feições tenham sido remodeladas ou semi apagadas, ou mesmo praticamente eliminadas pelos processos morfoclimáticos ulteriores, os seus escombros - inclusos descontinuamente na estrutura superficial das paisagens - terão o valor objetivo de uma correlação a ser historicamente registrada (AB'SABER, 1969, p. 17).

De acordo com Viadana (2002), o período Würm-Wisconsin (assim denominado em razão de estudos na Europa e na América do Norte) foi marcado pelo decréscimo na temperatura média do planeta. As alterações na dinâmica interativa do globo terrestre com o Sol implicaram na mudança da quantidade de energia solar, alterando sistemas atmosféricos vigentes e conseqüentemente o clima. Damuth e Fairbridge (1970) afirmam que a diminuição da insolação na Terra promoveu movimentos do anticiclone do Atlântico Sul e nas correntes frias oceânicas, ambos migrando em direção a Linha do Equador.

Com o resfriamento da temperatura do Oceano Pacífico e Atlântico, ventos alísios adentraram no continente com menos umidade, desencadeando um aumento de aridez. Outros efeitos surtiram na substituição de chuvas frontais por chuvas convectivas e no rebaixamento do nível dos mares. Dessa forma, esses efeitos promoveram a construção de ambientes xerotérmicos. Devido ao resfriamento, calotas polares aprisionaram a água na forma de gelo e geleiras avançaram, diminuindo a temperatura do ar e influenciando no nível médio dos mares, expondo a aridez a amplas faixas litorâneas (plataforma litorânea) que anteriormente

estava submersa pela água do mar. Como consequência, por exemplo, as correntes marítimas frias ficaram mais intensas e predominantes, como a corrente das Falklands, avançando até o estado da Bahia. Dessa forma, o litoral do Brasil foi influenciado por esta corrente, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Ilustração da dinâmica atual (esquerda) e do final do Pleistoceno (direita) das correntes marítimas frias e quentes e suas correspondentes atuações



Fonte: Damuth e Fairbridge (1970).

Segundo Ab'Saber (1977a), durante o Pleistoceno Terminal, dois vastos espaços abertos na América do Sul foram presentes, relacionando as paisagens com fatores climáticos, edáficos e paleogeográficos: a Diagonal Arréica Sul-Americana e o Corredor de Savanas Sul-Americanas, ambas pontes de ligação entre áreas secas e convergindo para um ponto de encontro localizado na região do Chaco.

A primeira tratou-se de um complexo de paisagens áridas, semi-áridas, do lado ocidental do continente americano, em direção ao sul, compreendendo a Cordilheira dos Andes, zonas meridionais da Argentina até a região pampiana subtropical, incluindo Rio Grande do Sul e Uruguai. A segunda abrangeria um conjunto de áreas com aspectos convergentes, desde a Caatinga, passando pelo Cerrado e em direção ao Chaco argentino e paraguaio. Assim, de acordo com Webb (1978), essa continuidade e conexão desses espaços

ecológicos possivelmente serviram como vias para dispersões de populações, que migraram de acordo com o clima favorável.

Conforme Kern (1982) a orogenia da Cordilheira dos Andes reteve o ar úmido do Oceano Pacífico, impedindo sua circulação em direção ao interior do continente. Esta dinâmica submeteu diversas regiões à aridez, mesmo em períodos glaciais, inclusive o Rio Grande do Sul. Essa orogenia teria ocorrido entre os períodos do Plioceno e do Pleistoceno, onde acarretou em condições propícias para a aridez na parte continental, mais a oeste, no sul da América do Sul.

Desta forma, um amplo corredor árido ocidental surgiu, influenciando nos arranjos fitogeográficos da América do Sul as vegetações abertas predominavam sobre as imensas formações florestais.

Bauermann et al. (2011) elaboraram um estudo paleopalinológico para o cone sul da América do Sul, corroborando que durante o Pleistoceno médio, o clima da região dos Pampas era árido e com ventos fortes, conduzindo-se para um clima semi-árido no final do Pleistoceno.

A hegemonia dos campos gradativamente expandiu-se em direção ao norte do Brasil, onde espécies se tornaram resistentes ao frio e suportando a aridez. Bauermann et al. (2011) também citam que as massas polares de ar das Malvinas eram mais intensas e frequentes, assim como os ventos que sopravam do Oeste, em razão do anticiclone do Pacífico Sul.

Kern (1982) também cita que a reconstrução de rotas migratórias e estudos palinológicos do Quaternário são escassos, tornando hipotética a reconstrução das paisagens deste período. Mesmo assim, o autor infere que só logo após a mudança das correntes marítimas e o aumento da umidade no ar é que a floresta retomou a colonização das áreas campestres.

Ab'Sáber (1977a) realizou importantes observações sobre estes lugares “são os únicos onde durante a fase semi-árida do Pleistoceno, houve um contato entre a vegetação do domínio de caatinga e dos outros domínios secos da Diagonal Arréica sul-americana. Vanzolini (1970) afirma que os refúgios ecológicos se introduzem nas barreiras ecológicas, mas de forma pequena, pois estas barreiras geralmente são amplas.

Conforme Romariz (2012) barreira é impedimento que dificulta ou impossibilita a expansão das áreas referentes a vegetais e animais, podendo ser climáticas, edáficas, geográficas e bióticas.

Ab'Saber (1979) cita que as afirmações sobre oscilações climáticas do Quaternário, durante o último período glacial denominado de Würm-Winscosin, fundamentam-se em

observações ecológicas (aridez rochosa, campos com a presença de cactáceas, refúgios de flora), testemunhos geomorfológicas (bolsões residuais, mini-enclaves e pedimentos de terraços fluviais) e testemunhos sedimentológicos (crostas ferruginosas, linhas de pedra, paleossolos). O referido geógrafo também enfatiza os mini-enclaves de vegetação xerófila, onde características residuais conservaram-se perante a alteração para um clima mais úmido. Para uma melhor caracterização do ambiente glacial:

Durante as épocas glaciais, por outro lado, enquanto os oceanos se tornavam progressivamente mais frios, na maioria das latitudes houve diminuição da evaporação e queda da quantidade de chuvas. A vegetação desapareceu em grande parte ou se modificou, protegendo o solo e as taxas de erosão cresceram de três partes para cinco. O que o homem está fazendo agora é uma limpeza de vegetação natural com a reintrodução das condições que vigoraram na era do gelo, porém na ausência do gelo, ele meramente conduz ao crescimento dos desertos, problema maior da atualidade, a desertificação artificial (ORELLANA, 1981 p. 16-17).

O Quaternário foi marcado por instabilidade ambiental por períodos frios, sendo que a vegetação fechada (florestas) retraiu-se na imposição da vegetação aberta (campos, cerrados e caatingas), que oportunamente expandiu-se. A intensidade do fenômeno dependeu da durabilidade de cada período climático. Conforme Bigarella e Andrade Lima (1982) no Pleistoceno ocorreram mais glaciações. Ao longo do Holoceno ocorreram oscilações climáticas curtas devido a pequenas mudanças na temperatura média anual, que influenciou no regime de chuvas e conseqüentemente na distribuição da vegetação. Ab'Sáber (1977a) cita que os eventos ocorreram há 12.000 e 18.000 mil anos atrás.

Conforme Bigarella (2007) durante o período glacial, em razão desse ambiente frio e seco, a cobertura vegetal fechada passou por um significativo decréscimo em razão da competitividade com as espécies de vegetação aberta, devido as condições sub-úmidas e semi-áridas, com predominância de ambientes ecológicos de cerrado e caatinga. A figura 1 ilustra essa situação.

De acordo com Bolzon e Marchiori (2002), as áreas florestais retraídas ficaram confinadas às margens de rios, em matas de galeria ou em áreas com alto índice pluviométrico. Desta forma a vegetação florestal foi aos poucos retraindo-se enquanto as espécies mais adaptadas foram favorecidas ecologicamente. Todas estas informações apontam para a dinâmica cíclica das mudanças climáticas, onde ocorriam alternância de fases mais secas e fases mais úmidas.

Essas repetidas mudanças climáticas influenciaram sobre a distribuição da cobertura vegetal regional, causando em uma duração relativamente curta, contínuas contrações e

expansões tanto de vegetações fechadas (florestas) quanto de vegetações abertas (campos, cerrado, caatinga). Essa dinâmica de contrações e expansões ocasionaram a fragmentação de uma área contínua e que paulatinamente foram confinadas em áreas cada vez menores (refúgios) onde a permanência da espécie foi estabelecida em razão de condições propícias para a sua sobrevivência.

Essa fragmentação, pode ter resultado no estabelecimento de comunidade isoladas, sendo que seu contingente florístico pode ter se extinguido ou entrado em processos de evolução e especiação, sob a regência de pressões seletivas locais de natureza diversas (VANZOLINI, 1970, 1974). A multiplicidade de diferenciações e adaptações dessas populações podem explicar a biodiversidade e as características adaptativas presentes na flora atual.

Haffer (1982) cita que em razão da natureza regional do clima nas planícies tropicais, as mudanças de vegetação nestes locais dispersos apontam que o padrão climático mudou em várias vezes. Ab'Saber (1990) conclui que as tais linhas de pedra caracterizavam regiões que haviam a ocorrência do solo pedregoso típico da região das caatingas, vulgarmente conhecido como "malhadas". Ainda restava um questionamento se essas linhas de pedra eram originárias de cerrados degradados ou de caatingas legítimas.

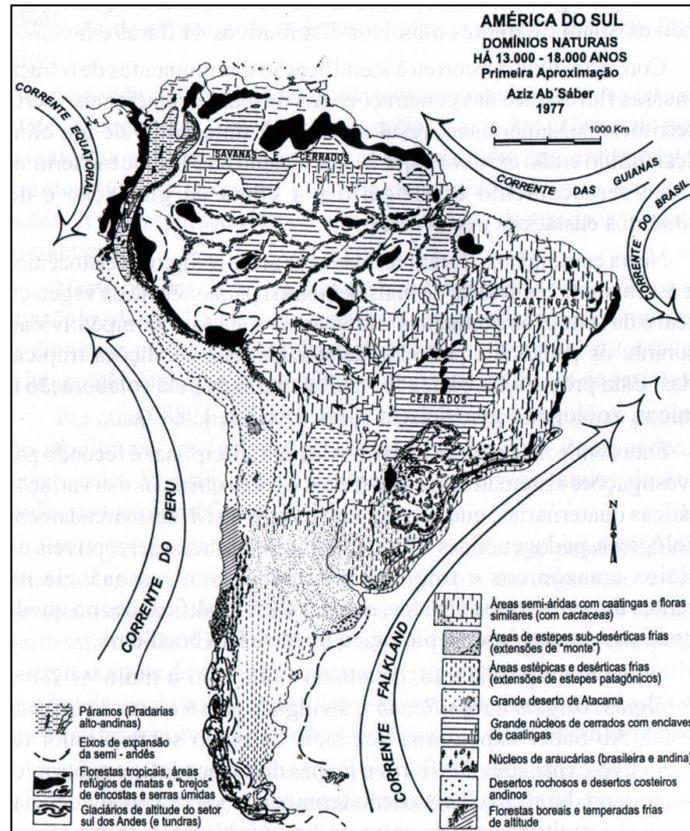
Hauck (2009, p. 59) complementa a definição de linhas de pedra, que são pedimentos oriundos da morfogênese na fase semi-árida que foi depositado no final do Pleistoceno, afirmando que em razão da semi-aridez, a vegetação que reveste e protege o solo de agentes erosivos sofreu retração. Por esta razão o material exposto foi submetido a transporte coluvial e posteriormente foi depositado em áreas depressas.

Ab'Saber (1990) constata a teoria com a observação da presença de matas tropicais em áreas secas, comprovando a não existência de cerrados e sim de caatingas. A comprovação final foi através de um o estudo de uma área entre os municípios de Itu-Salto - Jundiaí, no Estado de São Paulo, em afloramentos rochosos e campos com matacões, com bromeliáceas e cactáceas em bolsões de solos residuais, circundado por uma transição até a mata tropical (AB'SABER, 2003). Para o autor, esses redutos foram confirmados em lajedos e frestas de rochas, desde o Rio Grande do Sul e Uruguai, mostrando a resistência biológica desse tipo de vegetação (AB'SABER, 2006). Esse arranjo de vegetação somente encontrado no Planalto Sul-Baiano, permitindo assim afirmar a presença de um relictos da caatinga no estado de São Paulo.

Para Ab'Saber (1977a) a flora xerófita, migrou das depressões interplanálticas do Nordeste em algumas direções, como no planalto central e pelo litoral brasileiro, esta última

em razão da transgressão marinha. Através desse avanço pelo litoral entraram no Rio Grande do Sul indo até o Uruguai, penetrando inclusive em algumas bacias atlânticas até encontrar antigos refúgios florestais no rebordo do planalto. A figura 3 ilustra o arranjo de paleoambientes no passado geológico do período do Pleistoceno.

Figura 3 – Arranjo dos paleoambientes durante o Pleistoceno na América do Sul



Fonte: Ab'Saber (1977a).

Ab'Saber (1979) afirma que grande parte das coxilhas do Uruguai e do Rio Grande do Sul foram submetidas a climas secos do Quaternário e que alguns segmentos foram recobertos por formações xerófitas, com bromeliáceas e cactáceas, associado à uma floresta rarefeita, com árvores tortuosas e estepe arbustiva. A maior parte das regiões sul-americanas está relacionada aos Andes, que exerceram um importante papel para a migração de espécies tolerantes à seca na América do Sul.

O último registro de máximo glacial ocorreu entre 21.000 e 18.000 anos atrás, quando o nível do mar estava 120-140 metros abaixo do atual e capas de gelo cobriam o sul dos Andes, bem como as altas latitudes.

Sobre climas passados na América do Sul é importante frisar, pois:

Ao que tudo indica o clima na América do Sul durante o último período glacial (cerca de 13.000 mil anos atrás) era mais frio que no presente, mas os padrões de umidade demonstram grandes diferenças regionais. Evidências mais específicas sobre as mudanças climáticas no passado podem ser encontradas em registros polínicos no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina. O clima seria mais frio e seco até 10.000 anos atrás, quente e seco de 10.000 a 8.000 até 4.000 a 3.000 anos passados e mais frio e úmido no período de 3.000 anos até 1.000 anos atrás e finalmente, mais quente e úmido no último milênio (QUADROS; PILLAR, 2002, p. 114-115).

Na transição do período glacial para o interglacial, as condições climáticas foram alteradas, ocorrendo o aumento de precipitação e umidade na atmosfera, possibilitando o estabelecimento de condições favoráveis para a reconstrução de uma vegetação tropical, constituída por florestas, que até então encontravam-se retraída e confinada em encostas úmidas e manchas de fundo de vale. A partir desses nichos ecológicos a floresta avançou e se expandiu, voltando a recolonizar os espaços dominados pela vegetação xerófitas que foi gradativamente sufocada e fragmentada. Assim, os refúgios florestais se expandiram, cerca dos últimos 10.000 anos, e manteve-se intacto até a chegada do homem europeu no século XIV.

Hauck (2009) afirma que não ocorreu uma restauração total da vegetação florestal em razão dos diversos geótopos, onde condições de microclima e solos podem se apresentar variados. Utilizando-se destas afirmações pode-se então compreender a variabilidade de ambientes colonizados por espécies xerófitas. É importante frisar que:

Sobre lajedos e afloramentos rochosos, onde a incidência direta de raios solares promove a evaporação da umidade, há, em grande extensão do Sudeste, Sul e Centro Oeste do país a ocorrência de espécies relictuais dos climas secos pleistocênicos, sobretudo cactáceas e bromélias de chão (HAUCK, 2009, p. 69).

Rambo (1956) e Marchiori (2002) afirmam que o atual clima do Rio Grande do Sul é propício para a expansão da vegetação florestal. Entretanto, dentro desta ampla fisionomia predominante, há a ocorrência de ilhas de vegetação, tipicamente de vegetações abertas, verdadeiros resquícios de uma vegetação anterior e típica de um clima árido ou semi-árido. Klein (1975) enfatiza que diversos elementos presentes na flora atual, típicos de formações abertas, expressam estruturas curiosas, adaptados à seca e que estas características não teriam função em nosso clima atual.

Na área de estudo do Campestre do Divino, área com solos rasos, litólicos (neossolos quartzo-arênicos) e pobres, existem de afloramentos rochosos entremeados à vegetação florestal. Sendo assim são importantes as considerações que diz que:

No Rio Grande do Sul, sob os solos rasos e afloramentos rochosos, despontam cactáceas típicas da caatinga, como as do gênero *Cereus*, mas conjuntamente aparecem outras cactáceas que têm como origem o domínio semi-árido do chaco da Argentina (HAUCK, 2009, p. 70).

Desta forma, esses pequenos espaços desempenham uma função de banco genético para expansão dessa biota diversa e endêmica.

Considerações sobre as terminologias são pertinentes para evitarmos equívocos ao designar áreas ou elementos presentes nela.

Existem variados conceitos para nos referir as paisagens de exceção, como enclaves, redutos, refúgios e relictos. A terminologia enclave possui um conceito mais consolidado, criado no embasamento da Teoria dos Refúgios. O enclave age como um típico ecossistema dentro de outro inteiramente distinto.

A força desta expressão reside na sua capacidade invocadora de possíveis corredores, que teriam existido em algum tempo impreciso, para a chegada das espécies nos locais em que hoje são encontradas (AB'SABER, 2003, p. 145).

Conforme Hauck (2009) reduto (ou refúgio) é uma área atual que abriga vegetação que se expandiu no passado (durante o Pleistoceno) e com o aumento da temperatura e umidade não foi capaz de competir por espaço permanecendo em lugares onde resiste na paisagem como um ecossistema. Já refúgio reporta-se à flora confinada em setores mais úmidos, permitindo seu manutenção durante os tempos áridos do Pleistoceno.

Para Mueller (1977) refúgios são áreas florestais ou não, onde espécies permanecem isoladas em espaços restritos circuncidados por áreas que oferecem condições ambientais desfavoráveis para sua expansão. A sua fragmentação e o isolamento de populações podem promover processos de subespeciação.

Para Ab'Sáber (2003, p. 145), “o mais singelo destes termos é certamente a expressão relictos, aplicada para designar qualquer espécie vegetal encontrada em uma localidade específica e circundada por vários trechos de outro ecossistema”.

Os refúgios vegetacionais são comunidades relictuais que apresentam peculiaridades fisionômicas e ecológicas distintas do seu entorno que persiste em condições ambientais muito singulares.

Veloso et al. (1991) diferenciam enclave de relictos, onde o primeiro é uma vegetação incrustada entre duas regiões ecológicas e o segundo condiz com qualquer vegetação diferente do contexto da flora dominante em uma região ecológica. Ainda, a respeito de relictos, Warming (1973) define a vegetação campestre como uma natureza mais seca do que as florestas, apesar de ocorrerem concomitantemente. A temperatura e o grau de umidade são distintos e estreitamente relacionados a condição dos solos e de topografia.

A Teoria dos Refúgios não se aplica exclusivamente na presença de elementos xerófitos inseridos dentro de formações florestais atuais. Ele pode abranger outros elementos migratórios durante a fase de mudança climática, como o caso de elementos antárticos, chaquenhos e andinos, que se expandiram e atualmente tem suas populações fragmentadas. Sendo assim, a vegetação xerófita é um enclave na vegetação atual, ou seja, uma paisagem de exceção, pois apresenta características morfológicas e exigências para a sua sobrevivência distintas das necessárias em relação à vegetação do seu entorno.

Vanzolini (1973) e Haffer e Prance (2002) fazem observações a respeito da fragmentação dos centros de dispersões das espécies, enfatizando que o isolamento geográfico pode extinguir, manter sem alteração e até mesmo desenvolver processos de vicariância e especiação.

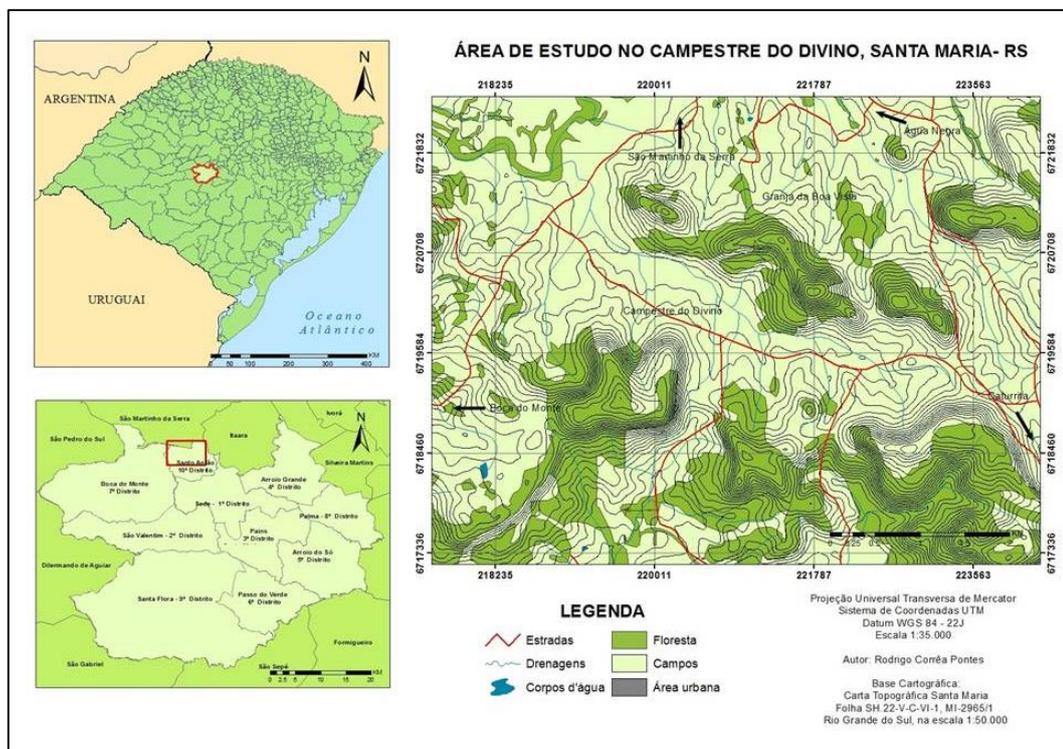
3. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se localizada na Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000, entre as coordenadas geográficas 29° 30' e 29° 45' de Latitude Sul e 53° 45' e 54° 00' de Longitude Oeste. O município de Santa Maria localiza-se na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), o município de Santa Maria divide-se em dez distritos: Arroio Grande, Arroio do Só, Boca do Monte, Pains, Palma, Passo do Verde, Santa Flora, Santa Maria (sede), Santo Antão e São Valentim. De acordo com o IBGE (2010) o distrito de Santo Antão foi criado pela lei municipal 4.4198/01, de 28 de dezembro de 2001. Abrange uma área total de 51,33 km² e está distante a 11 km da sede. A figura 4 localiza a área de estudo em relação ao município de Santa Maria, RS.

Figura 4 – Localização da área de estudo em relação ao Município de Santa Maria e ao RS



Fonte: Autor.

Segundo Viero (2003) o distrito de Santo Antônio localiza-se na porção norte da sede do município, entre as coordenadas geográficas 29°33' e 34°00' de Latitude Sul e 53°35' e 54°08' de Longitude Oeste. O distrito abrange relevantes áreas de preservação ambiental e está situado dentro da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Rechia (2006) define seus limites sendo como: Estrada Municipal Armando Arruda, limite entre Santa Maria e São Martinho da Serra (ao Norte); estrada nova para São Martinho da Serra, limite entre Santa Maria e São Pedro do Sul (ao Sul), nascente da Sanga da Água Negra e divisa entre Santa Maria e Itaara (ao Leste) e da ponte da ferrovia sobre o Arroio Ferreira, limite entre Santa Maria e São Martinho da Serra (ao Oeste). Dentro do distrito encontra-se a localidade de Campestre do Divino. A população consiste em cerca de 810 moradores. Sobre os aspectos sócio-econômicos, a economia do distrito é baseada no abate (gado, aves) artesanato, agricultura, laticínios, produção de hortaliças, produção de noqueiras e silvicultura, em sua maioria promovida por pequenas propriedades.

O distrito tem a sua história associada à fé cristã. Em relação ao aspecto histórico e toponímico, é imprescindível citar o trabalho de Almeida Junior (2011) cita-se a presença de Giovanne “João Maria” D’Agostini, um monge eremita italiano com caráter messiânico e curandeiro que era devoto de Santo Antônio. Alves (2008) afirma que o monge residiu entre 1844 e 1848 na localidade de Campestre em Santa Maria. Em razão da intensa devoção introduziu o culto à Santo Antônio (protetor dos animais e campos), que é considerado o pai do monasticismo. Conforme Almeida Junior (2011):

O monge, que tem em seu nome o antropônimo da própria “mãe de Deus” decide fixar residência em cidade que destaca a peculiaridade de sua vocação maternal: “Santa Maria” (ALMEIDA JUNIOR, 2011, p. 113).

Também é importante citar as atividades de Agostini, segundo Almeida Junior:

Seu objetivo era resgatar uma imagem de Santo Antônio que soube estar abandonada nas ruínas dos Sete Povos das Missões. Pretendia erigir-lhe uma capela onde residia no Campestre de Santa Maria. Ali, em um morro, estabeleceu o templo, realizando, diariamente, serviços religiosos, nos quais se dizia inspirado por Deus. Ao longo da encosta plantou cruzeiros que conduziam ao topo, onde descansava a capela idealizada, dedicada à Santo Antônio, no interior da qual habitava a imagem que foi buscar nas citadas ruínas. Nesse seu lugar espiritual havia uma fonte de águas cristalinas, às quais se atribuíam poderes curativos, uma espécie de catolicismo ortodoxo em versão rural. Sua conduta irrepreensível, aliada à prática do bem e aos milagres que lhe foram impingidos, renderam-lhe a alcunha de “santo” (ALMEIDA JUNIOR, 2011, p. 113).

Em razão das atividades de Agostini, a localidade tornou-se uma área religiosa, devota à fé cristã. Anualmente ocorre a tradicional festa popular do Santo Antão, no dia 17 de fevereiro. Conforme Becker et al. (2012) no Morro de Santo Antão, com altitude em torno de 420 metros, encontra-se a fonte de água que verte na encosta do morro. Esta água diz-se ser milagrosa, atraindo muitos peregrinos. Além do aspecto religioso a área também possui potencial turístico em razão da beleza cênica do modelado do relevo e da presença da exuberante vegetação nativa. O conjunto rochoso denominado “Pedra do Lagarto” é freqüentado por praticantes de esportes radicais.

Sobre a Geomorfologia, conforme a proposta de Ross (1996) corresponde a macroforma estrutural Bacia Sedimentar do Paraná, onde são reconhecidas duas unidades esculturais como Depressão periférica sul-rio-grandense e os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná. Conforme Sartori (2009) na Depressão periférica sul-rio-grandense, em Santa Maria, ocorrem as Formações Sanga do Cabral, Santa Maria e Caturrita e a unidade Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná abrange as Formações Botucatu e Serra Geral. Como o município encontra-se na área de transição é possível visualizar a existência de processos erosivos como o recuo da escarpa vulcânica e o festonamento do rebordo erosivo, gerando agrupamentos de relevos residuais, como os morros testemunhos com imensa beleza cênica e de importância como refúgios de flora. A figura 5 apresenta o aspecto da zona de transição entre a Depressão periférica sul-rio-grandense e os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná.

Figura 5 – Aspecto da zona de Transição entre a Depressão Periférica Sul-rio-grandense e os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná



Fonte: Autor.

As particularidades das formações geológicas a seguir seguem as observações e estudos elaborados por Sartori (2009) e a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2010). A Formação Sanga do Cabral apresenta-se em corpos tabulares ou lenticulares alongados, brechas e conglomerado intraformacional, com siltito e raro argilito. Depósito de ambiente continental, fluvial entrelaçado, contendo fragmentos de vertebrados fósseis (anfíbios e répteis), depositado no Triássico Inferior.

A Formação Santa Maria divide-se em dois membros, Passo das Tropas e Alemoa. O primeiro varia entre arenito e arenito conglomerático, com presença de elementos da flora *Dicroidium*. O segundo constitui-se em siltitos argilosos maciços, contendo fósseis de terápodos. Ambos membros são originários de depósitos de canais fluviais sinuosos, de planícies de inundação e lacustres em ambiente continental, depositados durante o Triássico Médio. A Formação Caturrita consiste em arenitos finos, médios e grossos a conglomerados, róseos a alaranjados, com laminação cruzada de médio à grande porte, podendo conter vertebrados fósseis (terápodos), fragmentos vegetais (truncos silicificados) e perfurações de invertebrados (icnofósseis). Ambiente continental, associado a canais fluviais e corpos lacustres, depositado durante o Triássico Superior.

A Formação Botucatu é formada por arenitos finos a grossos, de coloração avermelhada, grãos bem arredondados e com alta esfericidade, com estratificações cruzadas de grande porte. A formação corresponde à ambiente continental desértico, depósitos de dunas eólicas. Foi depositado durante a segunda metade do Jurássico e não é fossilífero. A Formação Serra Geral, especificamente a fácies Gramado é composta por derrames basálticos, granulares finos a médios, maciços de cor cinza escuro, horizontes vesiculares preenchidos com apofilitas, carbonatos, saponita e zeólitas, apresenta estrutura de fluxo de lava, disjunções esferoidais e zonas vesiculares. Pode apresentar intercalações com o arenito da Botucatu intertrápico, depositado durante o Cretáceo.

Por fim, também há depósitos aluviais constituídos de areia grossa a fina, cascalho e sedimento siltico-argiloso, em calhas de rio e planícies de inundação. Foram depositados durante o Holoceno. A figura 6 ilustra morros testemunhos com escarpamentos circundados por áreas florestais, verdadeiras barreiras geográficas para a dispersão de espécies.

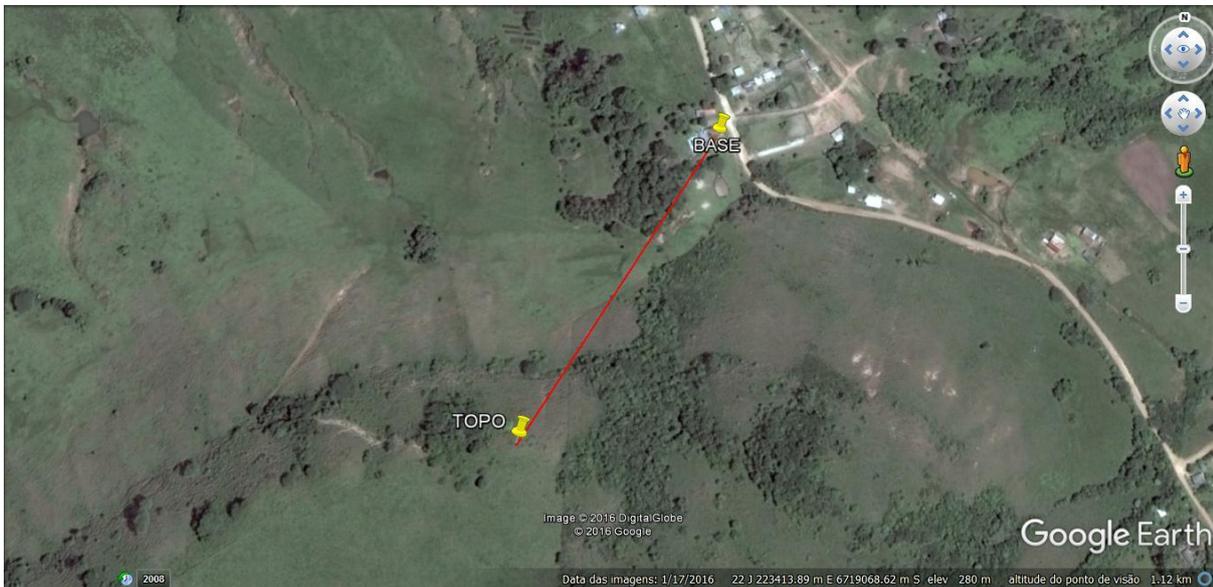
Figura 6 – Morros testemunhos com escarpamentos circundados por áreas florestais, verdadeiras barreiras geográficas para a dispersão de espécies



Fonte: Autor.

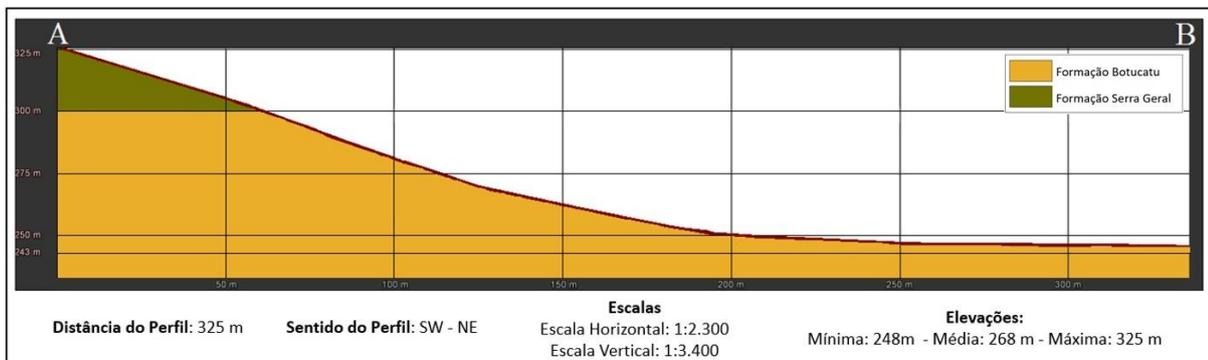
Os segmentos e seus respectivos perfis topográficos são apresentados aqui, para uma melhor caracterização do relevo da área de estudo, conforme as figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22.

Figura 7 – Segmento A - B do perfil da vertente do morro onde foram instaladas as estações de coleta de precipitação e temperatura



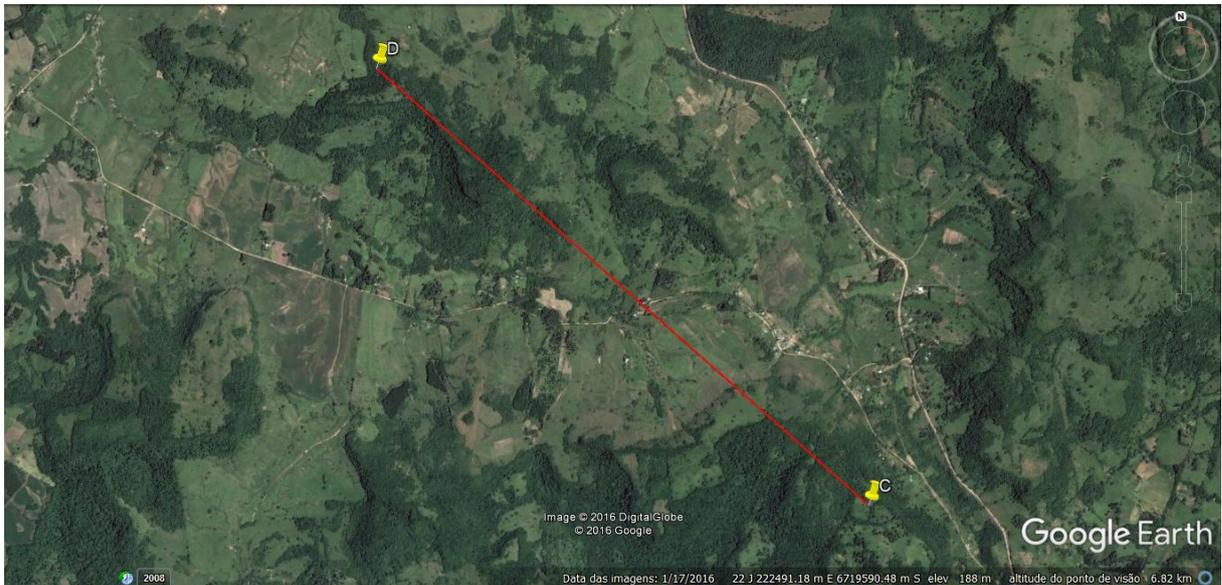
Fonte: Autor.

Figura 8 – Perfil geológico-topográfico do segmento A - B da vertente do morro onde foram instaladas as estações de coleta de precipitação e temperatura



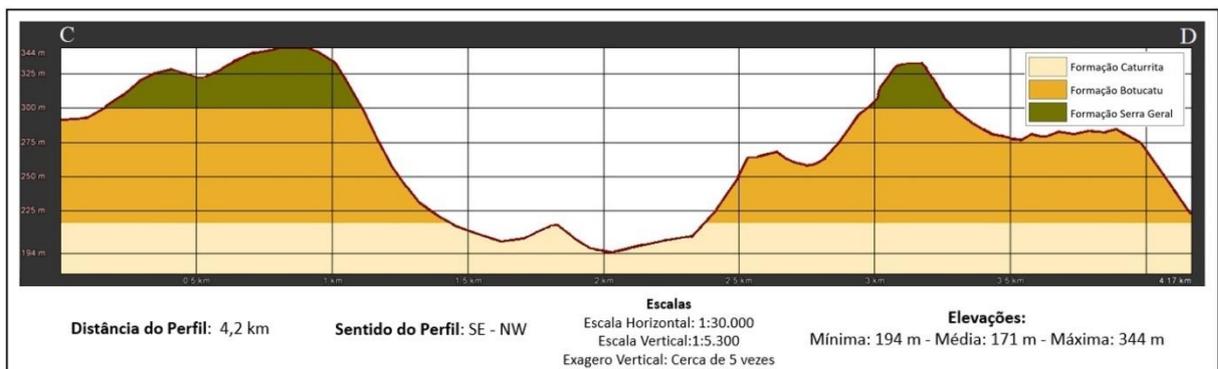
Fonte: Autor.

Figura 9 – Segmento C – D do perfil na área de estudo



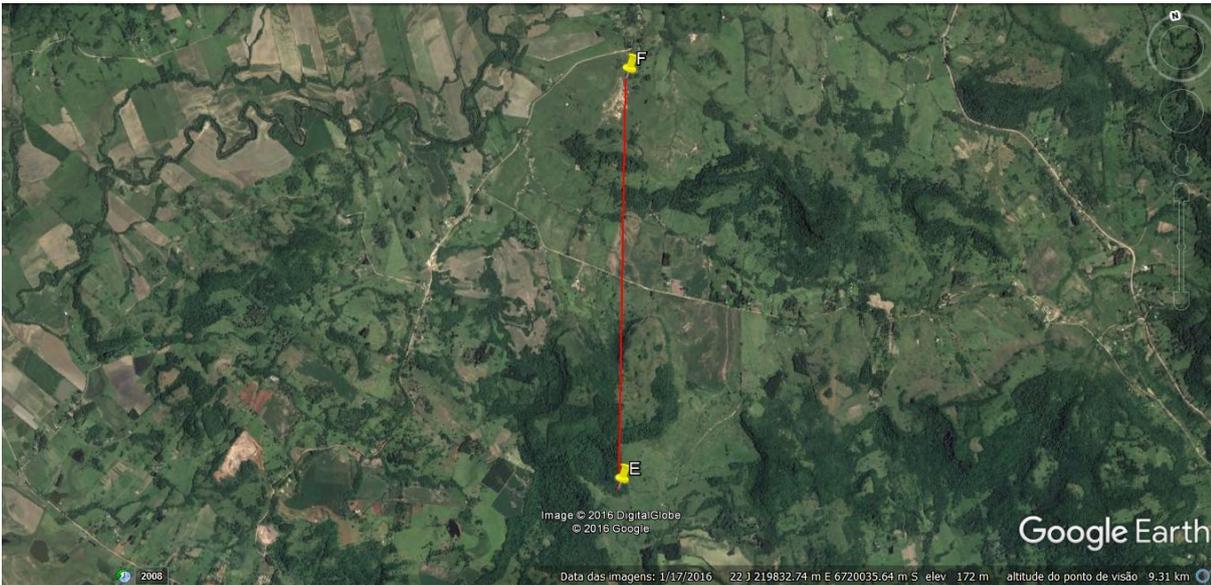
Fonte: Autor.

Figura 10 – Perfil geológico-topográfico do segmento C – D na área de estudo



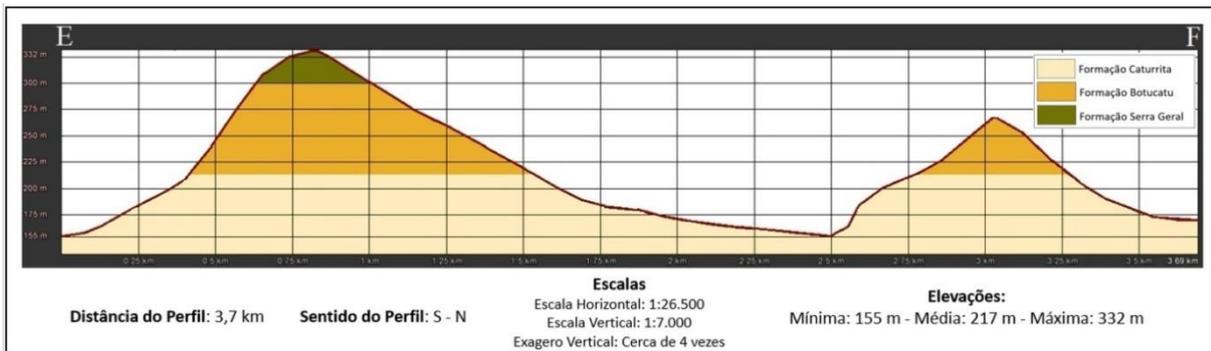
Fonte: Autor.

Figura 11 – Segmento E – F do perfil na área de estudo



Fonte: Autor.

Figura 12 – Perfil geológico-topográfico do segmento E – F na área de estudo



Fonte: Autor.

A respeito da caracterização climática, conforme Monteiro (1963) e Sartori (2003) a sucessão dos estados do tempo da Região Sul são originárias de diversas massas de ar atuantes na circulação atmosférica. Os Centros de Ação predominantes sobre o estado do Rio Grande do Sul são: Anticiclone Migratório Polar (AMP), Anticiclone Atlântico e a Depressão do Chaco (Figura 7). Monteiro (1980) cita a atuação da Massa Tropical Atlântica (MTA), Massa Tropical Continental (MTC) e Massa Polar Atlântica (MPA) no sistema atmosférico da Região Sul.

Figura 13 – Centros de Ação da América do Sul



Fonte: Monteiro (1963). Adaptação do autor.

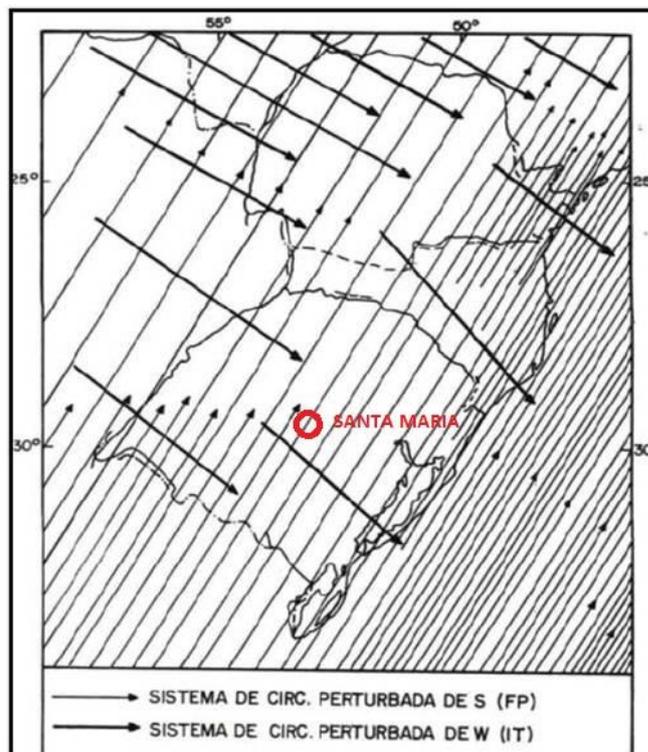
Os estudos publicados de Sartori (2003) são de essencial pertinência para o entendimento da dinâmica climática do Rio Grande do Sul. A referida autora enfatiza que o Estado encontra-se em uma zona de transição climática e que a distribuição espacial das chuvas é regular e basicamente frontal, produto do constante avanço de massas polares ao longo de todo o ano.

Da mesma maneira, a variação espacial da chuva sofre, em parte, a influência do relevo, já que o estado possui a Serra Geral no seu setor central, com alinhamento

perpendicular à direção geral de deslocamento das frentes polares, que é principalmente de sudoeste para nordeste (SW => NE) desde o extremo sul do Oceano Pacífico até as latitudes tropicais do Oceano Atlântico, o que determina alterações no volume pluviométrico registrado nas regiões climáticas estado (SARTORI, 2003, p. 28).

O Rio Grande do Sul, por encontrar-se em uma zona de transição climática e por estar em uma posição subtropical, sofre o conflito constante entre forças antagônicas oriundo dos Sistemas Atmosféricos de origem polar em direção aos polares tropicalizados (Massa Polar Velha - MPV) ou aos sistemas de origem tropical (Massa Tropical Atlântica ou Continental), garantindo a distribuição de chuvas ao longo do ano impulsionada pelas sucessivas passagens frontais, sendo que no Estado as chuvas frontais, conforme Sartori (2003) são predominantes cerca de 90-97%, como ilustra a figura 8.

Figura 14 – Conflito entre a Instabilidade Tropical (IT) e a Frente Polar (FP) dinâmica do Sistema de Circulação Atmosférica Perturbada na Região Sul do Brasil



Fonte: Nimer (1989). Adaptação do autor.

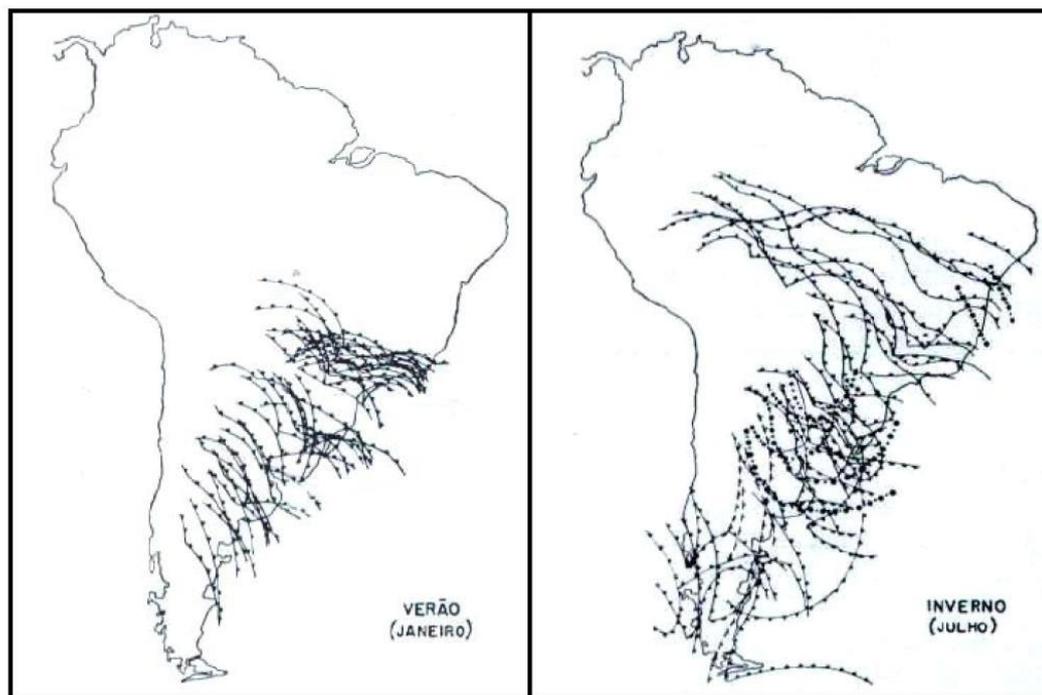
A dinâmica do Clima do Rio Grande do Sul:

Por sua localização em zona de transição, o clima do Rio Grande do Sul reflete a participação de Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares) e de

Intertropicais (massas tropicais e Correntes Perturbadas), embora os primeiros exerçam o controle dos tipos de tempo em 90% dos dias do ano, proporcionando também a distribuição mensal e anual das chuvas. Os fatores dinâmicos determinam a gênese do clima e controlam a definição e a sucessão dos tipos de tempo e os fatores geográficos regionais (altitude, relevo, continentalidade e vegetação) são responsáveis apenas por variações dos valores dos elementos climáticos (SARTORI, 2003, p. 27).

Ainda, segundo Sartori (2003), durante o verão a temperatura do mês mais quente é superior a 22°C (média das máximas variando entre 28°C e 32°C), ocasionada pela presença da Massa Polar Velha (MPV) ou pela Massa Tropical Atlântica (MTA) ou ainda Massa Tropical Continental (MTC). Conforme a autora acima, o clima da Região Central é caracterizado com a temperatura média do mês mais frio entre 10°C e 15°C e média das mínimas entre 6°C e 10°C em razão da atividade do Anticiclone Polar Atlântico (APA) e da Frente Polar mais intensa durante o inverno (Figura 9).

Figura 15 – Posição da Frente Polar no decorrer do inverno e o verão na América do Sul



Fonte: Monteiro (1963). Adaptação do autor.

As temperaturas médias anuais da Depressão Periférica Sul-rio-grandense, onde se encontra Santa Maria, variam entre 18°C a 20°C. A umidade relativa varia entre 70% e 85%, sendo elevada durante o inverno e a uma precipitação média anual variando entre 1600 - 1700

mm. Segundo a autora os meses de setembro e outubro são os mais chuvosos e, o de novembro, o mês com menor precipitação.

Os ventos, conforme Sartori (2003) predominam de Leste (E) e de Sudeste (SE), com as suas direções influenciadas pelo sentido geral do rebordo do planalto (E-W), sendo conduzidos ao longo da Depressão Periférica Sul-rio-grandense, com a velocidade média de 1,5 a 2,0 m/seg.

O Rio Grande do Sul também está submetido a influências dos fenômenos El Niño e La Niña. Sendo assim, o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) é considerado um fenômeno de grande escala, ocorrendo no Oceano Pacífico Equatorial. Segundo Berlato e Fontana (2003), El Niño é o aquecimento das águas simultaneamente com a diminuição da pressão atmosférica no Pacífico leste, El Niño também é chamado de fase quente ou negativa (IOS negativo). O fenômeno La Niña é o resfriamento das águas e o aumento da pressão atmosférica na região leste do Pacífico, também é chamado de Fase Fria ou IOS positivo. A consequência dos fenômenos El Niño, de acordo com os autores, para a dinâmica climática do Rio Grande do Sul é:

Precipitação pluvial abundante, principalmente na primavera do ano de início do fenômeno e precipitação acima do normal no final do outono e início do inverno do ano seguinte. As frentes frias que vêm do sul podem ficar semi-estacionárias na Região por vários dias provocando precipitação pluvial (BERLATO; FONTANA, 2003. p. 32).

E da La Niña:

Passagens rápidas das frentes frias nessa região com tendência de diminuição da precipitação pluvial, especialmente na primavera e início do verão. Tendência de temperaturas abaixo da média, especialmente da média mínima na primavera no Rio Grande do Sul” estacionárias na Região por vários dias provocando precipitação pluvial (BERLATO; FONTANA, 2003. p. 33).

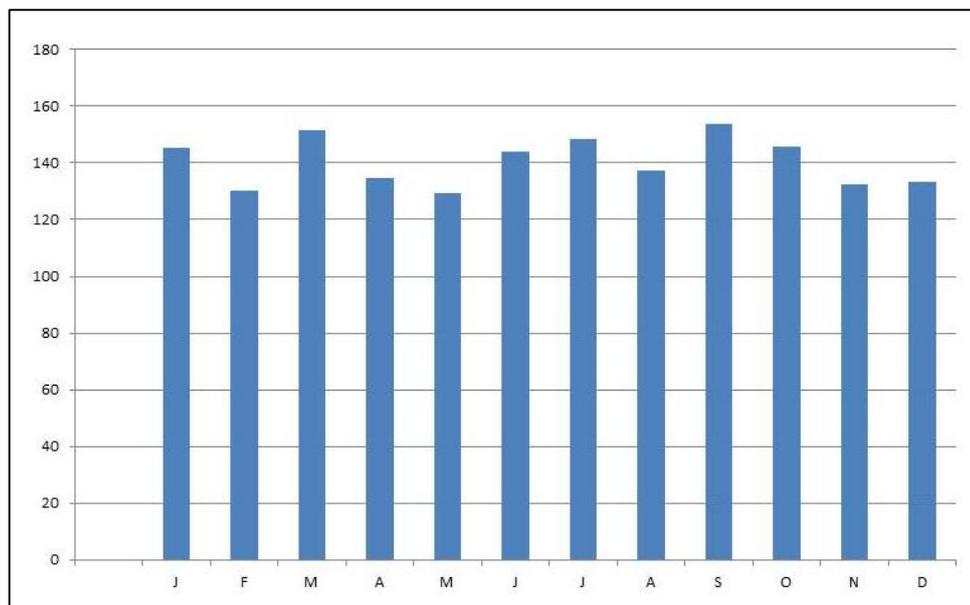
Sartori (2003) menciona que os nevoeiros são mais presentes durante maio a agosto (quando há maior umidade na atmosfera) e são mais frequentes na Depressão Periférica Sul-rio-grandense do que no Planalto. A autora também cita os nevoeiros que ocorrem na encosta estão relacionados com a presença de uma Frente Fria (FPA) sobre o estado.

Sobre o aspecto da classificação do Clima, de acordo com Ayoade (1986), seguindo a proposta de Köppen, o município de Santa Maria enquadra-se no tipo climático Cfa (Clima mesotérmico brando), caracterizado por invernos frios, temperatura média no mês mais frio entre 13°- 15°C, média das mínimas entre 8°-10°C. Apresenta verões quentes, com

temperatura média do mês mais quente acima de 24°C, média das máximas oscilando entre 28°- 33°C e com máximas absolutas podendo variar próximo a 40°C. As temperaturas médias anuais encontram-se na faixa de 16°- 20°C. Possui índices de precipitação pluviométrica bem distribuída durante todo o ano, com ausência de estação seca.

A respeito da pluviometria de Santa Maria, Baratto (2014) apresenta elevados índices de totais pluviométricos na maioria dos meses em áreas de elevada altitude ao norte do município, em razão do efeito orográfico e do deslocamento das frentes próxima ao rebordo do planalto. As normais climatológicas do município de Santa Maria são apresentadas na figura 10.

Figura 16 – Gráfico da Normal Climatológica de Santa Maria/RS no período de 1961-1990



Fonte: Ramos (2009). Adaptado pelo autor.

O município de Santa Maria também sofre influência do vento norte, consequência de domínios das massas de ar polares (aquecidas ou tropicalizadas) e da massa de ar tropical atlântica continentalizada (MTAc) (SARTORI, 2003). O trabalho de Paula (2008) demonstrou que não há relação da intensidade do vento norte com o aumento da precipitação pluviométrica.

Por fim, segundo dados de Buriol et al. (2009) o município de Santa Maria é afetado aleatoriamente por deficiências hídricas, que são frequentes e intensas entre os meses de outubro e janeiro, diminuindo após maio.

Sobre a vegetação a área do município se encontra na formação vegetacional transitória entre as paisagens da Floresta Estacional Decidual (Bioma Mata Atlântica) e campos (Bioma Pampa). A respeito à fitofisionomia do município, Marchiori (2009) enfatiza que na área compreendem-se duas unidades elementares, os campos e as florestas em razão da zona de transição geomorfológica, gerando peculiaridades fitogeográficas, devido ao estabelecimento de uma zona transicional entre as formações campestres (Bioma Pampa) e formações florestais (Bioma Mata Atlântica).

As áreas florestais estão associadas à área do rebordo do Planalto, ao entorno de morros e morrotes testemunhos e às margens de canais de drenagem, correspondendo a Floresta Estacional Decidual. Os campos nativos e capões encontram-se em regiões mais planas na Depressão periférica sul-rio-grandense, expressando-se através de extensas planícies aluviais e em coxilhas levemente onduladas. Enfatiza-se que as áreas mais planas sofreram significativas alterações na cobertura vegetal e nas encostas mais íngremes ainda encontram-se remanescentes da cobertura vegetal original. A figura 11 mostra um aspecto de um morro isolado com vertentes orientadas para o Norte, local com abundante diversidade de espécies xerófitas

Figura 17 – Morro isolado com vertentes côncavas e convexas orientadas para o Norte, na localidade de Campestre do Divino



Ao que se refere aos solos, Dalmolin e Pedron (2009) elaboraram uma associação dos tipos de solos com a geomorfologia no município de Santa Maria. Nesse encontram-se colinas suaves, morros e morros testemunhos morros e morrotes, relevos residuais, vales dissecados pela rede de drenagem. Na área de estudo, há vários declives, com relevo escarpado, próximo ao rebordo do planalto, e vertentes sedimentares que variam do suavemente até fortemente ondulado. Nessa área de rebordo, segundo Dalmolin e Pedron (2009) encontram-se os Neossolos Litólicos e Neossolos Regolítico, originários do arenito (Formação Caturrita, Botucatu) ou do basalto (Formação Serra Geral). Possuem minerais não hidromórfico, são suscetíveis a erosão hídrica, apresentando rochiosidade e pedregosidade, limitante a sua utilização para fins agrícolas. Ainda podem ocorrer depósitos coluviais.

Destacam Dalmolin e Pedron (2009) que nos topos dos morros podem predominar associações entre Neossolos Litólicos, Neossolos Regolíticos, Cambiossolos Háplicos, Chernossolos Argilúvicos e Argissolos Vermelhos. Este último não é hidromórfico, com horizonte B textural e argila de baixa atividade. Na parte inferior do rebordo predominam os Argissolos que são solos ácidos, com baixo teor de fósforo e matéria orgânica. São solos com baixa fertilidade natural. Na área da Depressão Periférica Sul-rio-grandense, na sua parte superior, em coxilhas sedimentares ocorrem constituições de Argissolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelos. Na parte inferior das coxilhas ocorrem Argissolos amarelos, Argissolos Acinzentados, e Argissolos Bruno-Acinzentados. Por fim, Dalmolin e Pedron (2009) observam que nas áreas de várzeas ocorrem os Planossolos Háplicos com algumas vezes junto com horizontes Gleissolos Háplicos e Neossolos Húmicos.

Em relação à hidrografia, de acordo com Viera (2002) a área de estudo está inserida na Bacia Hidrográfica do Ibicuí-Mirim e possui uma pequena rede de drenagem composta por pequenos cursos d'água como córregos e arroios não identificados, que deságuam quase em sua totalidade no rio Ibicuí-Mirim.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi desenvolvido na área do Campestre do Divino e primeiramente, para sua elaboração, conforme Ab'Saber (1969) e Tricart (1977) foi adotada a proposta metodológica da proposição da análise sistêmica da paisagem e o método hipotético-dedutivo, acreditando que ambos sejam uma das formas que permitem uma maior aproximação da realidade com a pesquisa.

A próxima etapa foi dedicada à escolha da área, onde priorizou-se a busca por áreas campestres com afloramentos e escarpas rochosas dentro dos limites do município de Santa Maria. Outra peculiaridade relevante para a escolha da área de estudo foi zona de transição de campos (Bioma Pampa) com alguns fragmentos florestais (Bioma Mata Atlântica), localizados na área entre a Depressão Periférica Sul-riograndense e os Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná (ROSS, 1996).

Após a seleção da área de estudo, buscou-se embasamento teórico através de um levantamento bibliográfico sobre a área e a temática proposta à investigação dos objetivos e assim definindo os subsídios para o desenvolvimento do tema, orientação teórico-metodológica e organização dos procedimentos ao longo da dissertação. Por ser um trabalho de abordagem interdisciplinar, a revisão bibliográfica realizou-se a partir de leituras sobre a temática da Botânica, Biogeografia, Climatologia, Fitogeografia, Geomorfologia, e Geologia onde foram consultados artigos, dissertações e livros os quais permitiram definir o marco conceitual desta pesquisa.

Para orientação da pesquisa, os procedimentos metodológicos foram organizados em quatro etapas, conforme a proposta de Libault (1971), que possibilita conduzir o estudo baseando-se em quatro níveis de pesquisa: a) nível compilatório (delimitação da área de estudo, planejamento, coleta de dados a campo, investigação, levantamento, caracterização), b) nível correlatório (correlação e organização dos dados), c) nível semântico (transformação da linguagem de correlação para a linguagem geográfica, ou seja, interpretação dos dados coletados) e d) nível normativo (elaboração dos resultados e conclusão). A figura 12 ilustra de forma esquemática e os procedimentos metodológicos da pesquisa.

Figura 18 – Esquema de procedimentos adotados na pesquisa



Fonte: Autor.

Com a definição da área de estudo, iniciou-se a delimitação da área e de localização geográfica, baseando-se na carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000, localizada entre as coordenadas geográficas 29° 30' e 29° 45' de Latitude Sul e 53° 45' e 54° 00' de Longitude Oeste.

Em seguida com um aparelho receptor de GPS (Sistema de Posicionamento Global), modelo eTrex Legend HCx, realizou-se em campo a definição dos limites da área, formando um polígono, através da marcação das coordenadas geográficas da poligonal anteriormente estabelecidas na carta topográfica. Utilizou-se o Datum WGS-84, para manter compatibilidade com o programa Google Earth 6.1. As coordenadas geográficas coletadas em campo pelo Receptor GPS foram inseridas no programa GPS Trackmaker Professional (GTM PRO, versão 4.8) sobre a base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul, esta com escala de 1:50.000, na carta topográfica referida acima, constituindo um mapa de localização. Para a base cartográfica foram utilizados arquivos digitais para uso em SIG, Base Cartográfica digital do Rio Grande do Sul, escala 1:250.000. Os temas disponibilizados apresentam-se na extensão *shapefile*, em coordenadas geográficas, com o Datum

SIRGAS2000. As coordenadas coletadas a campo se basearam no Datum WGS-84. Por esta razão o Datum SIRGAS2000 foi reprojetoado para o Datum WGS-84.

O mapa de uso e ocupação da terra foi elaborado através do georreferenciamento de uma imagem do Google Earth 6.1, versão gratuita, feito a partir dos shapex do município e posterior vetorização das classes de interesse. Foi utilizada uma imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), com resolução de 30 metros. O Modelo Digital do Terreno do SRTM foi gerado através interferometria de radar. Os dados originais foram obtidos em formato *raster*, com resolução radiométrica de 16 “bits”, em formato HGT, projeção geográfica, elevações referenciadas para o geóide WGS84 EGM96 e Datum horizontal WGS84. Para adquirir dados de declividade foi necessária a manipulação da imagem no programa ArcGIS 10.1. As classes adotadas para a elaboração para o mapa de declividade seguiram a proposta estabelecida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2014).

A adição da base cartográfica com dados coletados a campo permitiu a criação do mapa base da área em estudo. A partir desse mapa base foram desenvolvidos os mapas referentes à geologia, hipsometria, uso e classificação da terra, áreas de refúgios. Para a elaboração das toponímias, foram utilizados os nomes ou sobrenomes dos proprietários das áreas, em razão da ausência dos nomes dos morros e morrotes.

Através das imagens de satélite fornecidas pelo Google Earth pode-se analisar e interpretar as características geomorfológicas da área. Associado ao trabalho de campo pode-se efetuar observações geológicas com caráter de confirmação ou correção, onde buscou-se os contatos das formações geológicas presentes. Da mesma forma identificou-se e definiu-se as formas existentes de relevo.

Em seguida, após a interpretação de imagens de satélite fornecidas pelo programa Google Earth e do mapa geológico produzido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (2010), caracterizou-se as litologias presentes. Posteriormente todas essas informações foram selecionadas e reunidas através da confecção de mapas demonstrando as características ambientais da área de estudo. Os mapas foram confeccionados através do programa ArcGis 10, onde foram digitalizadas as curvas de nível (que irão ilustrar melhor o modelado do relevo local), apresentando as cotas altimétricas, rede de drenagem, estradas e as áreas de refúgio.

A respeito da análise e reconhecimento da vegetação, o levantamento das espécies conduziu-se através da adoção do método de Caminhamento (com adaptações) proposto por Filgueiras et al. (1994), que consiste em identificar primeiramente uma fitofisionomia, traçando uma linha imaginária ao longo da área, no sentido da maior extensão e então

percorrendo-a lentamente, tomando nota de observações das espécies encontradas ao longo do trajeto. Conforme esta metodologia deve-se procurar caminhar em linha reta, tanto quanto possível. O método consiste em três etapas: a) reconhecimento dos tipos de vegetação na área a ser amostrada, b) elaboração da lista das espécies encontradas e c) análise dos resultados. É um método simples, de fácil aplicação, condizendo com os requisitos mínimos de precisão científica e confiabilidade.

Utilizando-se desse método, percorreram-se pontos amostrais da área de estudo, visando encontrar, reconhecer e registrar espécies que corroboram a denominação de refúgios ecológicos. Todos os pontos amostrais foram coletados com o receptor GPS, georreferenciando a área onde se encontram as espécies.

Nas áreas com a ocorrência de vegetação relictual foram anotadas informações sobre identificação, ecologia, espécies endêmicas e raras, litologia, relevo, altitude e ameaças presentes e visíveis. Também foram realizados registros fotográficos, para melhor documentação dos objetos de estudo e reunindo informações possíveis para elaborar as observações sobre o meio biótico. A identificação das espécies vegetais foi realizada *in situ*, sempre quando possível.

Para espécies não passíveis de identificação em campo, registrou-se fotograficamente as mesmas para análise posterior com auxílio de bibliografia especializada. Algumas espécies foram identificadas no Herbário Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria ou com consulta a especialistas.

Em razão da identificação das espécies, escolheu-se o período da primavera (entre setembro e dezembro) para percorrer a área, quando a maioria das espécies expõe seus órgãos reprodutivos (flores), facilitando a identificação das mesmas. A análise da cobertura vegetal (campos e florestas) desenvolveu-se de uma forma generalista através da interpretação da base cartográfica, imagens de satélite fornecidas pelo o programa Google Earth e registros de observações elaboradas conforme a observação *in situ*. Com todas estas ferramentas, tornou-se possível caracterizar e identificar a vegetação da área de estudo.

Sobre as variáveis climáticas, utilizou-se a escala topoclimática, acreditando-se ser a mais adequada para a pesquisa (SERAFINI, JR, 2010). A coleta de dados realizou-se através de dois *dataloggers*, instrumentos para medição e registro de valores de temperaturas e umidade, em mini-abrigos, conforme Hoppe et al. (2015). Utilizou-se o modelo Datalogger HT -500 Instrutherm (Figura 13), com escala de -40 a 70° (para Temperatura) e 0 a 100% (para Umidade Relativa), precisão 2,5°C (T) e 5% (UR), resolução 1°C (T) e 0,1% (UR).

Figura 19 – Datalogger utilizado, modelo Datalogger HT -500 Instrutherm



Fonte: Autor.

Para obtenção de dados de precipitação pluviométrica foram utilizados pluviômetros artesanais (Figura 14), construídos de acordo com o modelo proposto por Milanesi (2007). Sendo assim, foram utilizados ao todo dois pluviômetros, cada um desses constituído por um cano de PVC com de 100 mm de diâmetro e com 1,5 metros de comprimento, conforme as normas da Organização Meteorológica Mundial (OMM). Uma pequena adaptação foi realizada, onde foram inseridas duas tampas de PVC e um funil de polietileno, com 16 cm de diâmetro, para a captação da precipitação pluviométrica.

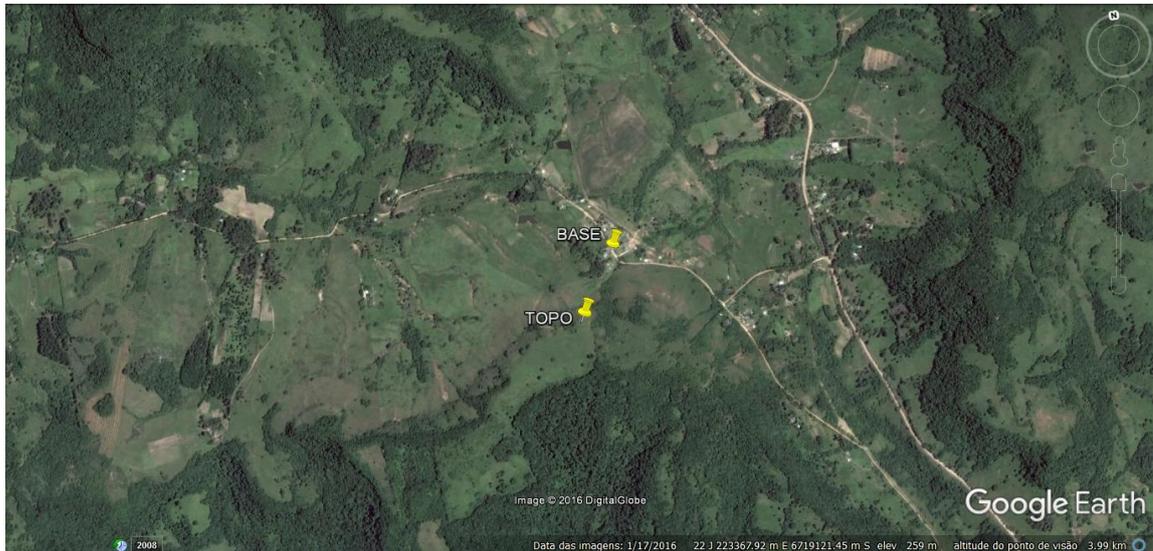
Figura 20 – Pluviômetro artesanal e datalogger no topo da área de estudo



Fonte: Autor.

O pluviômetro e o *datalogger* foram instalados a 1,5m do solo, em dois pontos amostrais, as estações, sendo uma na base e outra no topo da área de estudo (Figura 15).

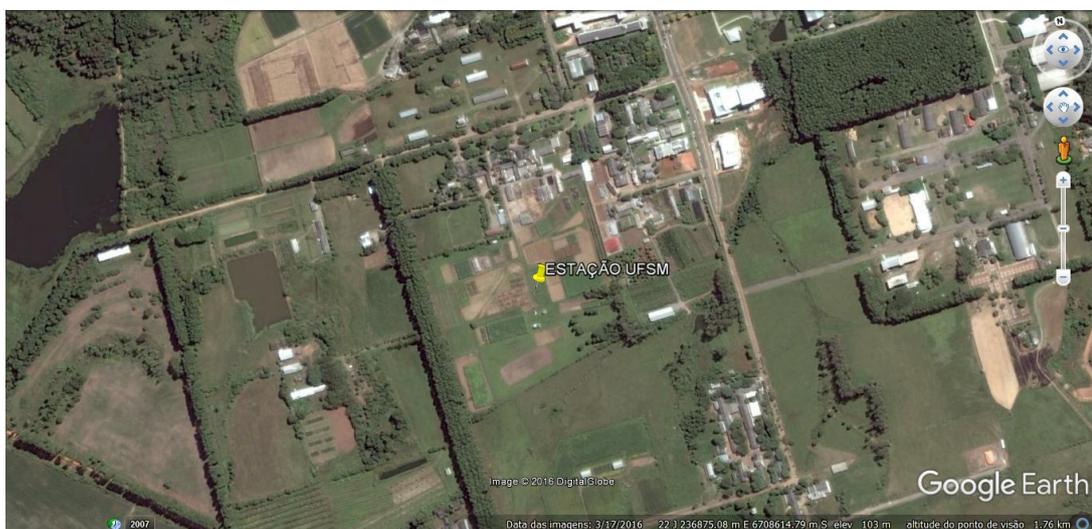
Figura 21 – Localização dos mini-abrigos meteorológicos na área de estudo



Fonte: Google Earth.

Distanciada cerca de 17, 2 km em linha reta, encontra-se a Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria (Figura 16), onde foram adquiridos dados, em um único ponto amostral, para a comparação da área de estudo.

Figura 22 – Localização da estação meteorológica na Universidade Federal de Santa Maria



Fonte: Google Earth.

A área com o maior desnível altimétrico foi escolhida para a instalação das estações, para avaliar a discrepância microclimática local e para comparar com os dados oficiais providos da estação da Universidade Federal de Santa Maria.

Após a coleta de dados em campo durante o mês mais quente (janeiro de 2016) e o mês mais frio (julho de 2016), os mesmos foram manipulados através da estatística descritiva com o auxílio do *software* Excel 2013. O tratamento se desenvolveu da seguinte maneira: os dados de temperatura e umidade relativa de cada *datalogger* foram trabalhados separadamente.

Para os dados de temperatura e umidade relativa da área de estudo foram realizados médias aritméticas das três leituras diárias (9, 15 e 21 horas). O mesmo tratamento recebeu os dados de temperatura e umidade relativa da estação da UFSM, que foram obtidos através do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A aquisição dos dados de mínimas e máximas foram obtidos através da interpretação dos dados disponíveis. Para melhor organização e visualização dos dados foram elaborados quadros e gráficos no software Excel 2013.

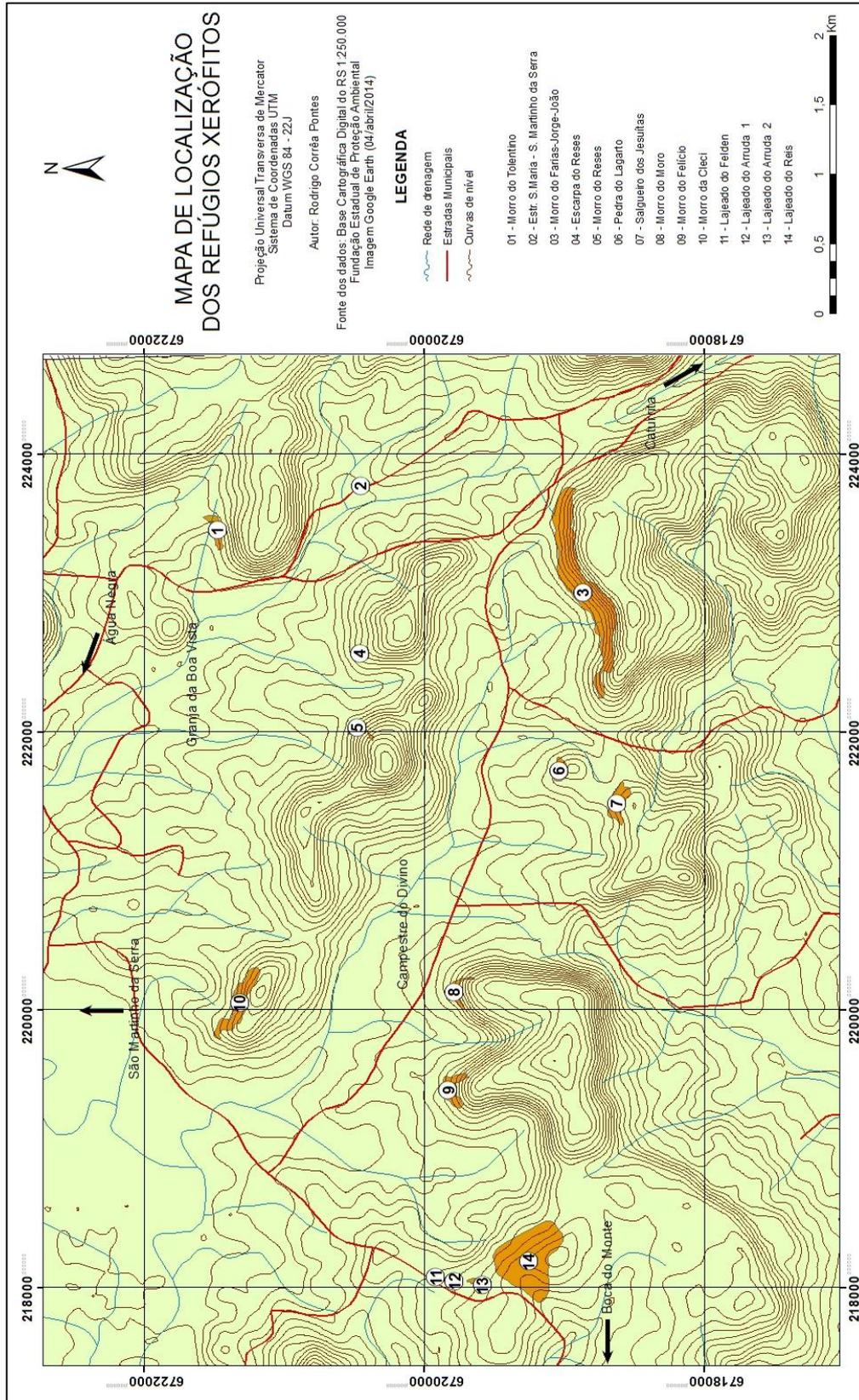
A respeito dos perfis topográficos, foram confeccionados pelos softwares Google Earth Pro, para melhor apresentação altimétrica da área de estudo. Com o mesmo propósito, foram elaborados os perfis topográficos e geológicos, utilizando os programas Google Earth Pro, GPS Trackmaker Professional (GTM PRO, versão 4.8), QGIS 2 14.9 e complementados com trabalho de campo utilizando um receptor GP Garmin eTrex Legend HCx.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO MEIO FÍSICO DA ÁREA DE ESTUDO

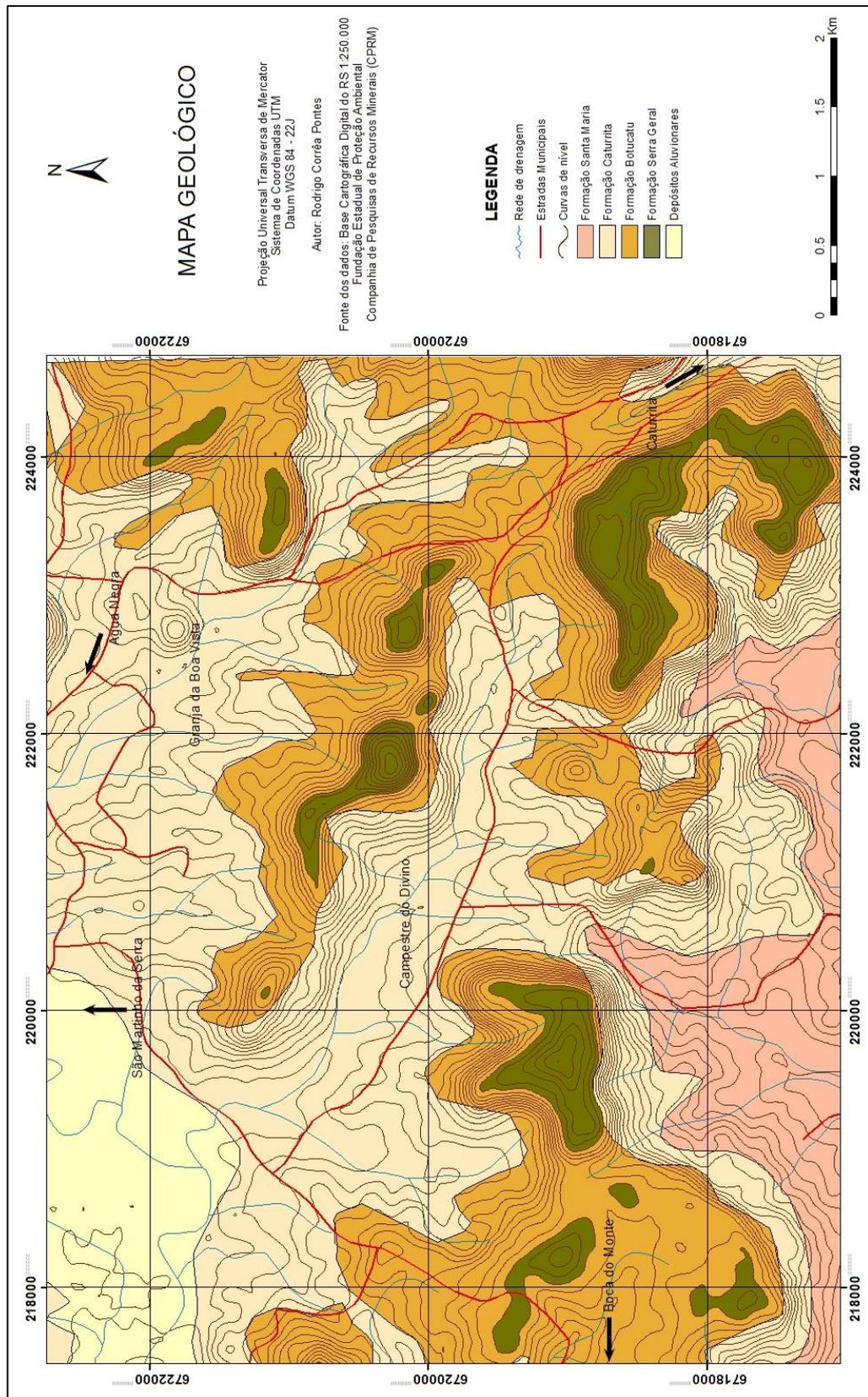
Como resultados da avaliação na área de estudo, foram gerados diversos mapas a partir de um mapa base, como mapa dos refúgios com as espécies xerófitas, mapa geológico, mapa de declividade, mapa hipsométrico, mapa do modelo digital do terreno, mapa da classificação da vegetação e mapa de entrada de frentes. As figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29, respectivamente, apresentam os mapas obtidos. Ao todo foram encontradas catorze áreas, que são descritas individualmente conforme as observações obtidas *in loco*.

Figura 23 – Mapa localização das áreas com espécies xerófitas presentes na área de estudo



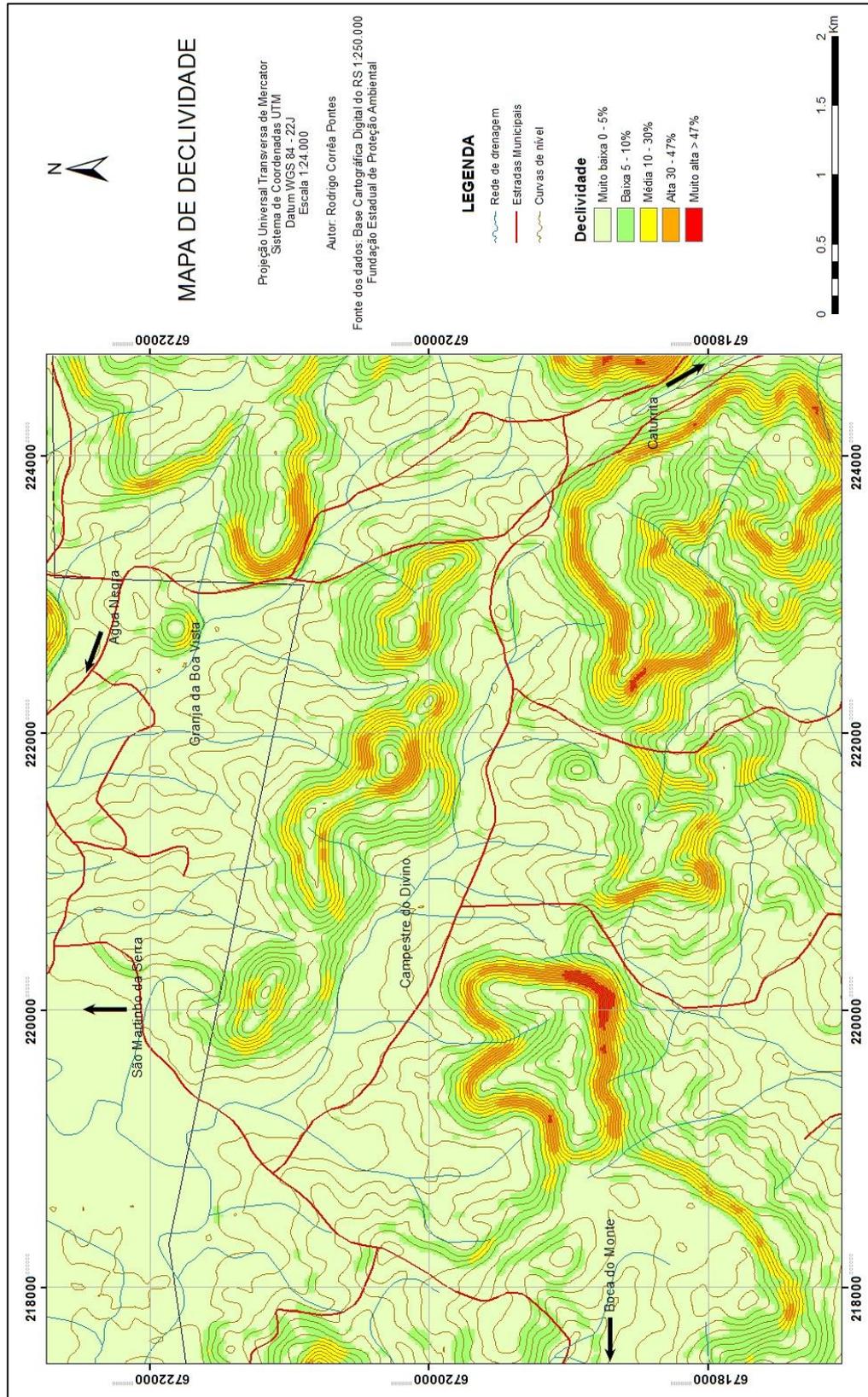
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da diretoria do serviço geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000 e levantamento a campo.

Figura 24 – Mapa geológico da área de estudo



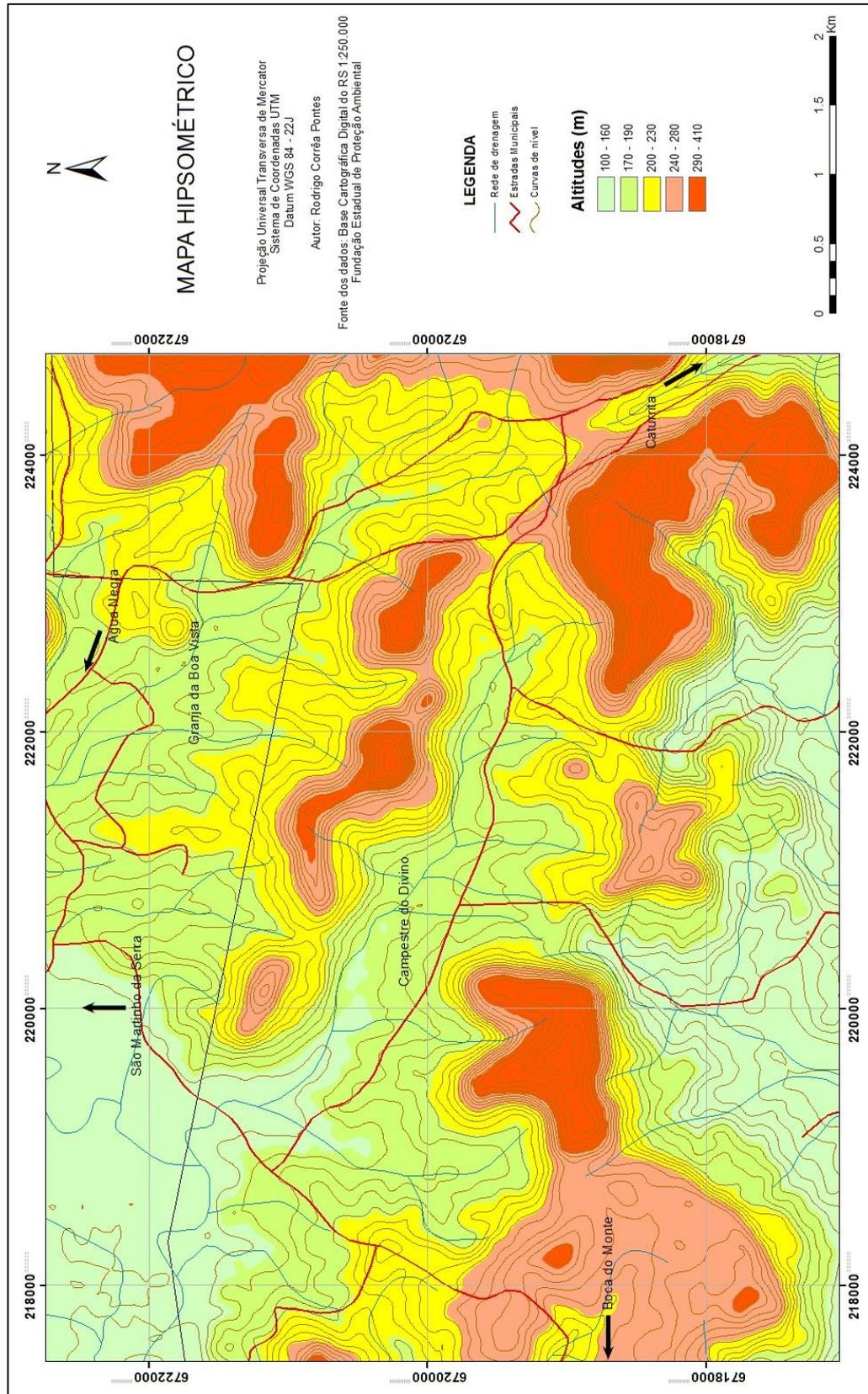
Fonte: CPRM, 2010 e elaborado e adaptado pelo autor a partir de coletas de trabalho de campo e da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000.

Figura 25 – Mapa de declividade da área de estudo



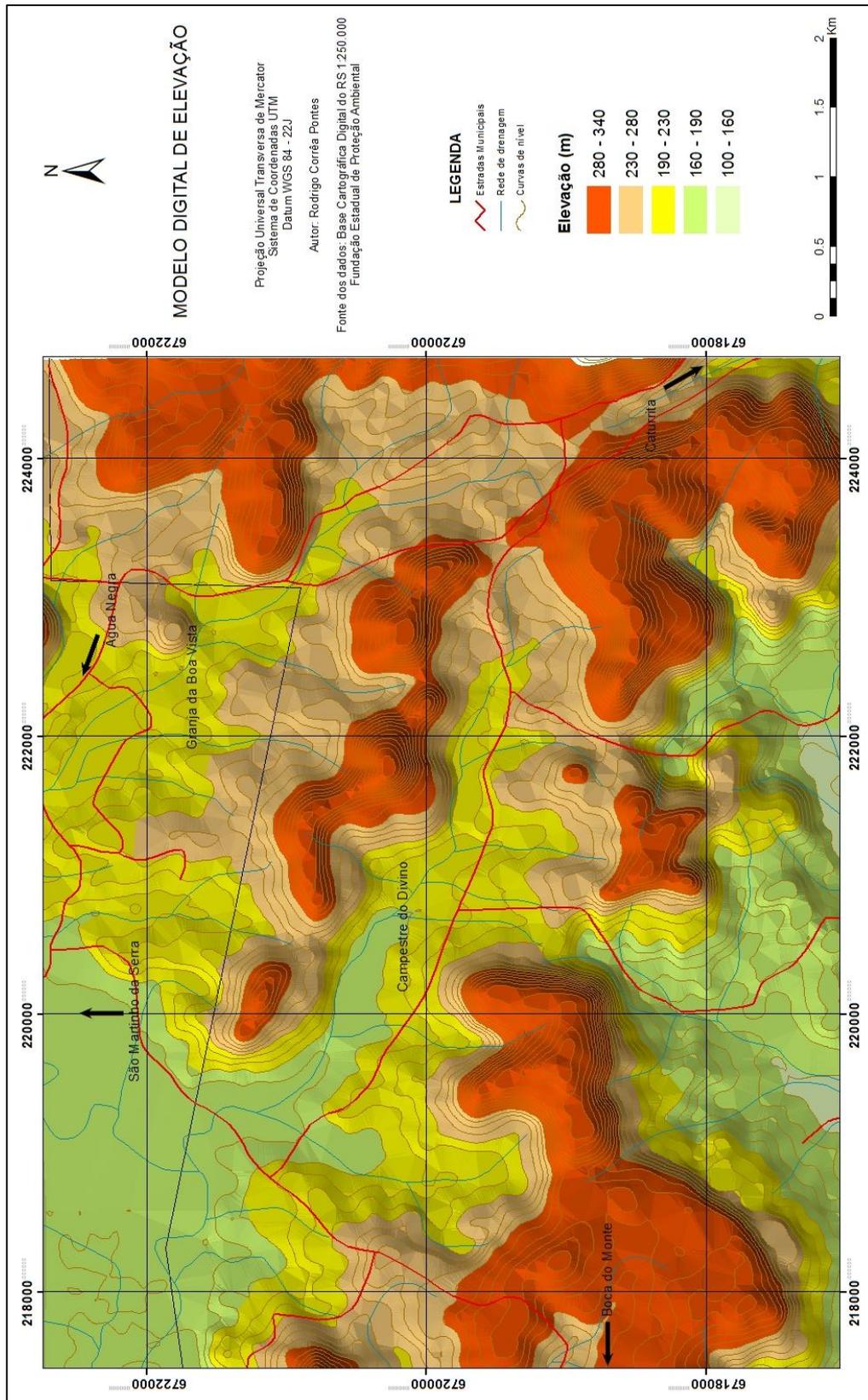
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000.

Figura 26 – Mapa hipsométrico da área de estudo



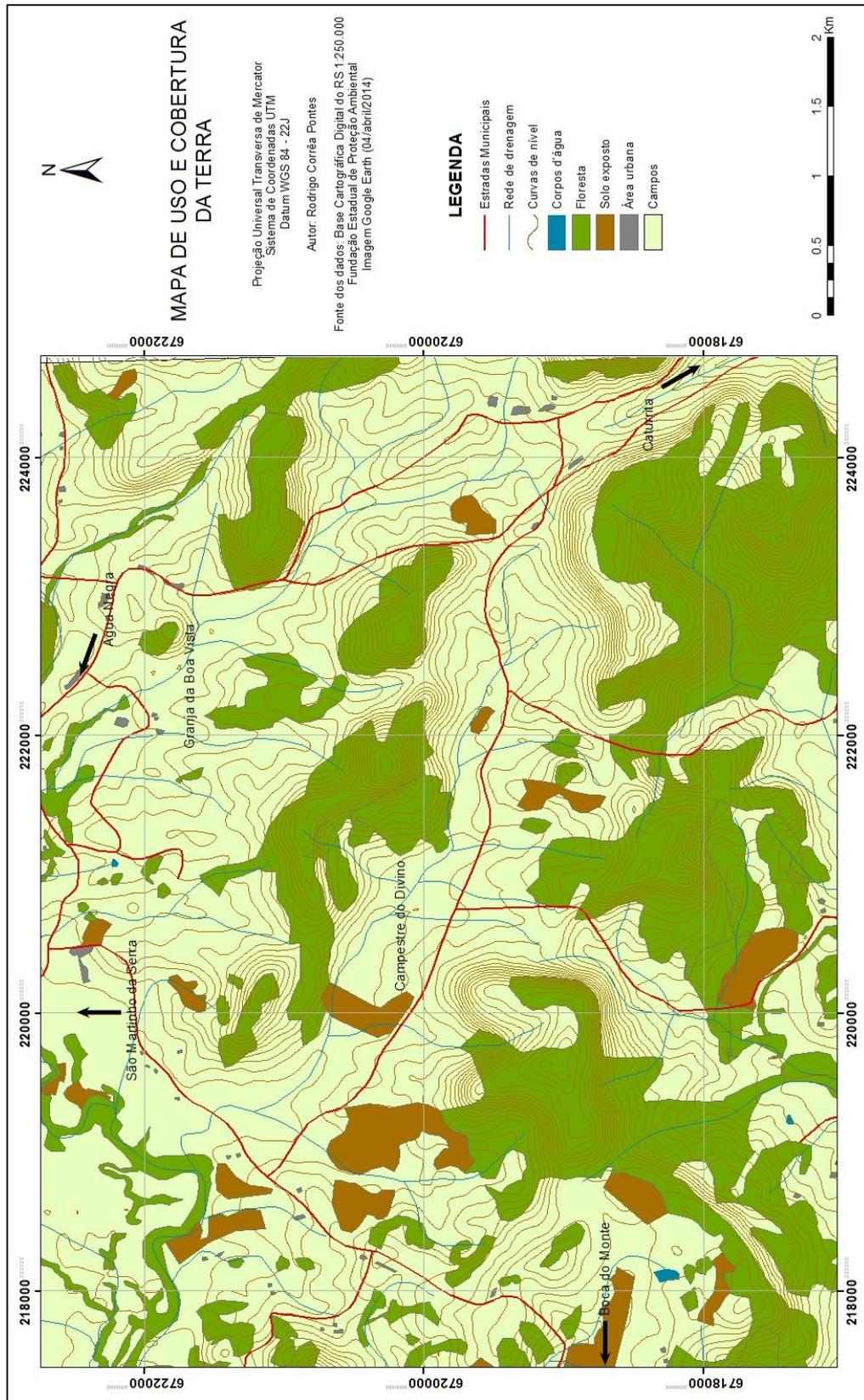
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000.

Figura 27 – Mapa do modelo de elevação do terreno da área de estudo



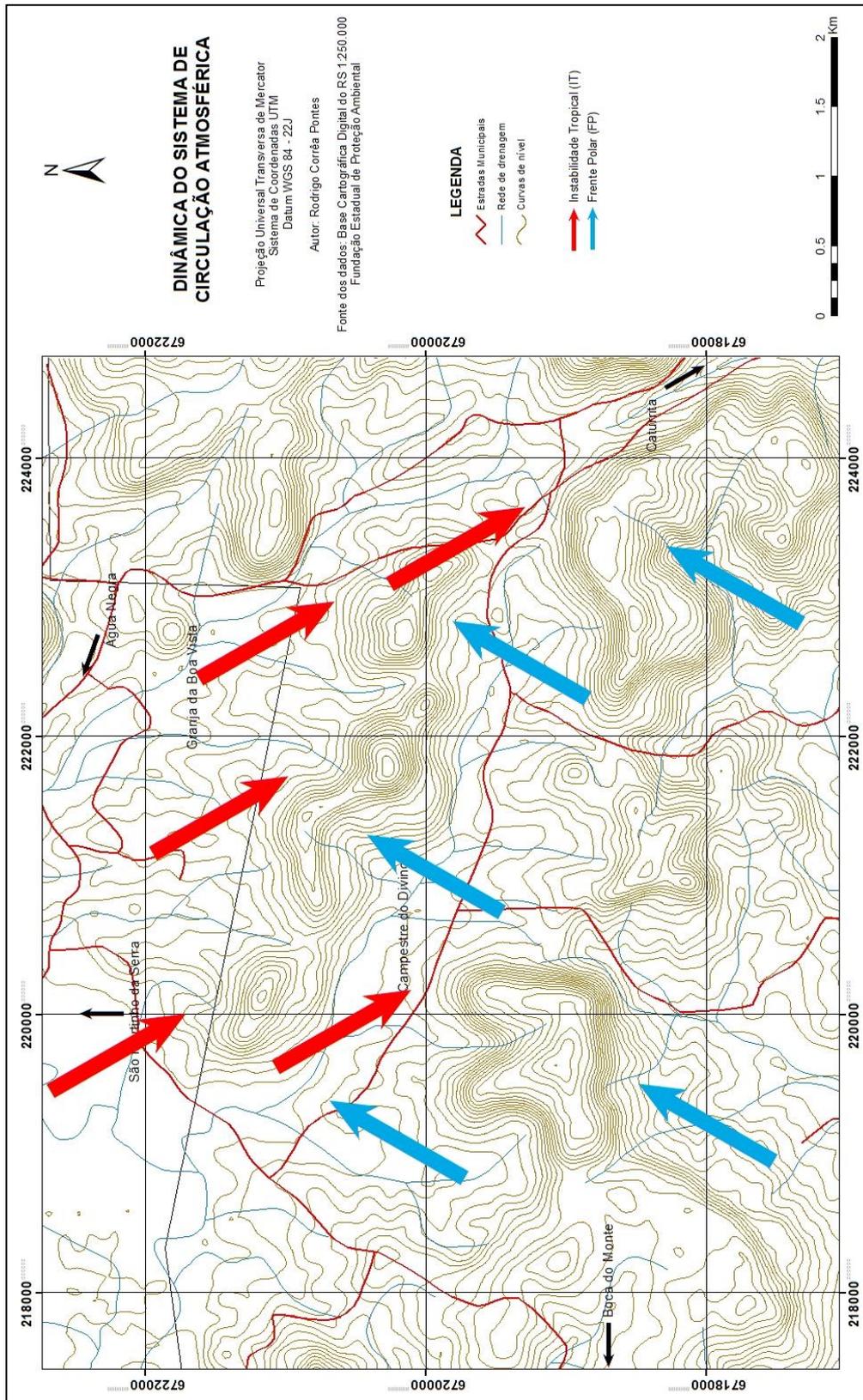
Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000.

Figura 28 – Mapa do uso e cobertura do solo da área de estudo



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000 e interpretação das imagens de satélite fornecidas pelo Google Earth.

Figura 29 – Mapa da dinâmica do sistema de circulação atmosférica na área de estudo



Fonte: Nimer (1989), adaptação e elaborado pelo autor a partir da base cartográfica da carta topográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, correspondente à Carta Topográfica de Santa Maria, Folha SH.22-V-C-IV-1, MI-2965/1, Rio Grande do Sul, na escala 1:50.000.

4.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA VEGETAÇÃO ENCONTRADA NA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo apresenta uma notável riqueza florística, especialmente nas formações campestres e áreas rochosas. Nas formações campestres com afloramentos rochosos foram encontradas espécies herbáceas e algumas arbustivas como *Hippeastrum santacatarina* (Amaryllidaceae), *Macrosiphonia longiflora* (Desf.) Müll Arg., *Mandevilla coccinea* (Hook & Arn.) Woodson (Apocynaceae); *Trithrinax brasiliensis* Martius (Arecaceae), *Achyrocline cf. anabelae* Deble, *Aspilia montevidensis* (Sprengel) Kuntze, *Lessingianthus hypochaeris* (DC.) H. Rob., *Mutisia campanulata* Less., *Stenachaenium megapotamicum* (Spreng.) Baker, *Schlechtendalia luzulifolia* Less. (Asteraceae); *Dyckia choristaminea* Mez, *Dyckia ibicuiensis* Strehl, *Dyckia polycladus* L. B. Smith, *Dyckia sp.* (Bromeliaceae), *Cereus hildmannianus* K. Schumann, *Echinopsis oxygona* (Link) Zuccarini, Barthlott, *Parodia linkii* (Lehm.) Kiesling, *Parodia ottonis* (Lehm.) N. P. Taylor, *Parodia glaucina* (Ritter) Hofacker & Machado, *Parodia oxycostata* (Buining & Brederoo) Hofacker (Cactaceae).

Em escarpas íngremes rochosas foram encontradas *Aechmaea recurvata* (Klotzsch) L. B. Smith, *Tillandsia lorentziana* Griseb, *Tillandsia toropiensis* Rauh (Bromeliaceae), *Parodia horstii* (Ritter) N. P. Taylor, *Echinopsis oxygona* (Link) Zuccarini, *Lepismium lumbricoides* (Lem.), *Parodia horstii* (Ritter) N. P. Taylor (Cactaceae); *Sinningia macrostachya* (Lindl.) Chautems (Gesneriaceae), e *Cyrtopodium witeckii* L. C. Menezes (Orchidaceae).

Em áreas campestres mais planas ou levemente onduladas, junto a gramíneas puderam ser observadas herbáceas como: *Eryngium pristis* Cham. & Schldtl., *Eryngium eriophorum* Cham. & Schldtl., *Eryngium sanguisorba* Cham Et Schlecht (Apiaceae), *Convolvulus montevidensis* Sprengel, *Cuscuta xanthochortos* Mart. (Convolvulaceae), *Drosera brevifolia* Pursh (Droseraceae), *Mimosa ramosissima* Benth (Fabaceae), *Cuphea cf. calophylla* Cham. & Schldtl., *Cuphea sp.* (Lythraceae), *Aspicarpa pulchella* (Griseb) O'Donnell & Lourteig (Malthaceae), *Kelissa brasiliensis* (Baker) Ravenna (Iridaceae), *Leandra regnelli* (Triana) Cogn (Melastomataceae), *Turnera sidoides* L. (Passifloraceae), *Calibrachoa sp.*, *Petunia integrifolia* (Hook) Schinz & Thell (Solanaceae), *Glandularia peruviana* (L.) Small, *Lantana fucata* Lindl. (Verbenaceae) e em afloramentos rochosos: *Aechmaea recurvata* (Klotzsch) L. B. Smith, *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae), *Angelonia integrissima* Sprengel (Plantaginaceae), *Sinningia macrostachya* (Lindl.) Chautems (Gesneriaceae), *Sinningia sellovii* (Mart.) Wiehler (Gesneriaceae), *Sacoila lanceolata* (Aubl.) Garay (Orchidaceae),

Campomanesia aurea O. Berg, *Psidium australe* Cambess., *Psidium formosum* (Barb. Rodr.) Burret, *Psidium salutare* var. *mucronatum* (Cambess.) Landrum, *Psidium salutare* var. *sericeum* (Cambess.) Landrum, *Myrceugenia* sp. (Myrtaceae).

Ainda nas áreas campestres foi possível reconhecer elementos arbóreos e arbustivos como *Gochnatia polymorpha* (Less.) Cabr. (Asteraceae), *Handroanthus heptaphyllus* (Mart.) Mattos (Bignoniaceae), *Agarista eucalyptoides* (Cham & Schltl.) G. Don (Ericaceae), *Caliandra tweediei* Benth., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Parapitadenia rigida* (Benth.) Brenan (Fabaceae), *Acca sellowiana* (O. Berg) Burret, *Myrcia palustres* DC., *Myrciaria tenella* O. Berg, *Myrceugenia myrtoides* O. Berg, *Myrrhinium atropurpureum* Schott, *Psidium cattleianum* Sabine (Myrtaceae), *Chomelia obtusa* Cham. & Schultdl. (Rubiaceae), *Helietta apiculata* Benth., *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., *Zanthoxylum fagara* L. Sarg. (Rutaceae), *Casearia sylvestris* Sw. (Salicaceae), *Allophylus edulis* (A.St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk., *Cupania vernalis* Cambess. (Sapindaceae), *Chrysophyllum* sp. (Sapotaceae), *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. (Symplocaceae), *Daphnopsis racemosa* Griseb (Thymelaeaceae).

Em um número menos expressivo, foram encontradas espécies florestais como: *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae), *Alchornea tripinervia* (Spreng.) M. Arg. (Euphorbiaceae), *Erythrina falcata* Benth (Fabaceae), *Campomanesia xantocarpa* O. Berg, *Eugenia involucrata* D C., *Eugenia rostrifolia* Legrand, *Myrcianthes gigantea* (D. Legrand) D. Legrand (Myrtaceae), *Ficus cestrifolia* Schott, *Ficus luschnathiana* (Miq.) Miq. (Moraceae), *Prunus myrtifolia* (L.) Urb. (Rosaceae), *Coccocypselum lanceolatum* (Ruiz & Pav.) Pers. (Rubiaceae) e *Brunfelsia* sp. (Solanaceae).

Dentro das formações florestais foram observados com hábito terrestre *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae), *Galeandra beyrichii* Rchb. f. (Orchidaceae). Com hábito epífita foram encontradas *Cyclopogon congestus* (Vell.) Hoehne, *Isochilus linearis* (Jacq.) R. Br , *Sophronites cernua* Lindl. (Orchidaceae), *Aechmaea recurvata* (Klotzsch) L. B. Smith, *Billbergia nutans* H. Wendl., *Tillandsia aeranthos* (Loisel.) L. B. Smith, *Tillandsia geminiflora* Brogn , *Tillandsia recurvata* (L.) L. , *Tillandsia streptocarpa* Baker, *Tillandsia stricta* Sol., *Tillandsia tenuifolia* L., *Vriesea gigantea* Gaudich., *Vriesea friburgensis* Mez (Bromeliaceae).

Também foram encontradas espécies de borda como *Rollinia sylvatica* (A. St.-Hill), Mart. (Annonaceae) *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Smith e Downs (Euphorbiaceae), *Guettarda uruguensis* Cham. & Schultdl. (Rubiaceae) e *Matayba elaeagnoides* Radlk. (Sapindaceae).

4.3 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES SOBRE OS GÊNEROS E ESPÉCIES XERÓFITAS ENCONTRADOS NA ÁREA DE ESTUDO

Dyckia (Bromeliaceae) é um gênero neotropical, pertencente ao subgênero Pitcairnoideae, possui cerca de 164 espécies (GOUDA et al., 2014). Sua distribuição encontra-se na Argentina, Bolívia, Brasil (Planalto Central, Sudeste e Sul), Paraguai e Uruguai (SMITH; DOWNS, 1974). No Rio Grande do Sul, é o gênero mais diverso da família Bromeliaceae, com cerca de 30 espécies (STREHL, 2004, 2008; BÜNEKER et al., 2013, 2015). Dispõem suas folhas em forma de rosetas, providas de espinhos podendo apresentar inflorescências com flores amarelas e laranja-avermelhadas. Apresentam hábito terrestre, rupícola e saxícola (STREHL, 2004, 2008). *D. choristaminea* e *D. ibicuiensis* e *D. polycladus* são espécies endêmicas do Rio Grande do Sul, dispersa em habitats fragmentados (BÜNEKER, 2016 – comunicação pessoal).

O gênero *Tillandsia* (Bromeliaceae), neotropical, possui um grande número de espécies, cerca de 610, distribuídos em seis gêneros: *Tillandsia*, *Allardtia*, *Anoplophytum*, *Diaphoranthema*, *Phytarrhiza*, *Pseudalcantarea* (BARFUSS et al., 2005; LUTHER, 2010). Possui distribuição geográfica no continente americano como epífitas e saxícolas, em regiões áridas como desertos ou florestas úmidas (LEME; MARIGO, 1993). No Rio Grande do Sul, existem cerca de 26 espécies, epífitas e saxícolas (RAUH, 1984; STREHL, 2000, 2004; BÜNEKER et al., 2014, 2015). *T. lorentziana* apresenta uma ampla distribuição, ocorrendo na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. No Brasil pode ser encontrada em Brasília, Goiás, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul (BÜNEKER, 2016 – comunicação pessoal). *T. toropiensis* é endêmica do Rio Grande do Sul, na bacia do Rio Toropi (RAUH, 1984).

Sobre as cactáceas, o gênero *Cereus* (Cactaceae), neotropical, compreende quatro subgêneros distribuídos na América do Sul (*Mirabella*, *Ebneria*, *Cereus*, *Oblongocarpi*) (HUNT et al., 2006). Possui cerca de 25-35 espécies, número oscilante devido a ausência de um consenso da parte de diversos autores e taxonomistas. A maioria das espécies cresce no leste da América do Sul e Caribe (ANDERSON, 2001). Na América do Sul, distribui-se na Argentina (Entre Rios, Buenos Aires), Brasil (Paraná, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina), Paraguai e Uruguai (Colônia) (HUNT et al., 2006).

De acordo com Taylor (2004) 12 espécies ocorrem no Brasil. No Rio Grande do Sul ocorre apenas *C. hildmannianus*, tanto em formações fechadas (no interior de florestas

úmidas), quanto formações abertas, em solos litólicos, arenosos e até em paredões rochosos (CARNEIRO et al., 2015). Pode atingir cerca de 15 metros de altura e apresentar hábito epifítico accidental (BAUER; WAECHTER, 2006). A espécie muitas vezes é mencionada como *C. peruvianus* nos trabalhos de Lindemann (1905) e Rambo (1956) e como *C. alacriportanus* (BAUER; WAECHTER, 2006).

Echinopsis (Cactaceae) apresenta-se um numeroso gênero, com cerca de 80 espécies (número que pode variar de acordo com autor), disperso na Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Equador, Peru, Paraguai e Uruguai (ANDERSON, 2001). No Brasil, ocorrem apenas três espécies, distribuídas no Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (HUNT et al., 2006).

No Rio Grande do Sul, ocorre uma única espécie, *E. oxygona*, espécie globular, que se torna cilíndrica com o passar dos anos, com forte brotação, com flores em forma de tubo, noturnas (CARNEIRO et al., 2015). De acordo com Charles (2013) possui ampla variação morfológica e ampla distribuição geográfica no Rio Grande do Sul.

O gênero *Lepismium* (Cactaceae) apresenta três subgêneros (*Lepismium*, *Ophiorhopsalis*, *Houlletia*) distribuídos na Argentina (Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Corrientes, Entre Rios, Formosa Jujuy, Misiones Salta, Santiago del Estero, Tucumán), Bolívia (Beni, La Paz, Santa Cruz), Brasil (Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraguai e Uruguai (HUNT et al., 2006).

No Rio Grande do Sul são presentes *L. cruciforme*, *L. houlletianum*, *L. warmingianum* e *L. lumbricoides*, sendo a última rara na Floresta Ombrófila Densa (BAUER; WAECHTER, 2006). A respeito do seu hábito é encontrada geralmente como epífita e alguns vezes saxícola (HUNT et al., 2006).

O gênero *Parodia* (Cactaceae), apresenta cerca de 60 espécies, disperso na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai, Uruguai (HUNT et al., 2006). No Brasil distribui-se apenas na região sul, nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. No Rio Grande do Sul, são registradas 32 espécies, sendo a maioria endêmica (CARNEIRO et al., 2015). São espécies globulares, solitárias ou em grupos, com corpo costelado, flores diurnas, amarelas, vermelhas ou róseas (HUNT et al., 2006). Apresentam populações pequenas e muito fragmentadas nos biomas Pampa e Mata Atlântica, ocorrendo em afloramentos rochosos, solos arenosos e paredões rochosos (CARNEIRO et al., 2015).

Parodia linkii e *P. ottonis* possuem distribuição na Argentina, Brasil, Uruguai e Paraguai (ANDERSON, 2001; HUNT et al., 2006). Já *P. glaucina*, *P. oxycostata* e *P. horstii*, são espécies endêmicas do Rio Grande do Sul (CARNEIRO et al., 2015).

Ao que refere ao gênero *Cyrtopodium* (Orchidaceae), tem sua distribuição neotropical do sul da Flórida até o norte da Argentina, com cerca de 50 espécies (sendo algumas endêmicas), tendo seu centro de diversidade no Cerrado, mais precisamente no Planalto Central brasileiro (ROMERO-GONZÁLEZ et al., 2008). Ocorre em todos os biomas brasileiros e nos mais distintos ambientes, sendo epífitas, rupícolas e predominantemente terrestres (MENEZES, 2000).

Algumas espécies no gênero apresentam seus pseudobulbos (onde armazenam suas reservas nutricionais) enterrados no solo, demonstrando um caráter adaptativo para suportar secas prolongadas e até mesmo o fogo (ROMERO-GONZÁLEZ et al., 2008; MENEZES, 2000). É um gênero muito resistente, necessitando de alta luminosidade e um elevado período de insolação para o cumprimento de seus ciclos, florescendo entre setembro e outubro no hemisfério sul (ROMERO-GONZÁLEZ et al., 2008).

No Rio Grande do Sul há diversas espécies com ocorrência restrita. *C. witeckii*, descrito por Menezes (2009) foi encontrada em encostas rochosas nas imediações do município de Santa Maria, sendo endêmica dessa área e conhecida apenas em sua localidade tipo.

Trithrinax é um gênero da família Arecaceae, neotropical, distribuído na região subtropical da América do Sul com ocorrência na Argentina, Brasil e Paraguai (CANO et al., 2013). Apresenta cinco espécies (SOARES, 2016 – comunicação pessoal), sendo que duas, *T. acanthocoma* e *T. brasiliensis*, possuem ocorrência no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com distribuição geográfica definida. (REITZ; KLEIN, 1974; SOARES et al., 2014).

Considerada uma espécie endêmica e rara do sul do Brasil, *T. brasiliensis* tem distribuição geográfica fragmentada, em populações pequenas, severamente ameaçadas pelas atividades antrópicas como fogo e pecuária, ocorrendo em formações abertas como campos, geralmente rupestres, com vertentes ligeiramente inclinadas e com grande exposição solar (BACKES; IRGANG, 2004; SOARES et al., 2014). De acordo com Marchiori (2004) a espécie é uma relíquia do Pleistoceno presente na vegetação nativa do Rio Grande do Sul, devido seu caráter heliófito e xeromórfico.

4.4 ÁREAS E ELEMENTOS RELICTUAIS ENCONTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO

4.4.1 Refúgio Morro do Tolentino (1)

Nesta área o refúgio apresenta-se em um conjunto de expressivos afloramentos rochosos associado a uma vertente côncava declivosa de um morro. Os afloramentos rochosos são constituídos por arenitos da Formação Botucatu (Figura 30), fato que foi confirmado através da identificação do elevado ângulo de estratificação. A área de refúgio é circuncidada por representantes florestais e encontra-se entre 227 a 246 metros de altitude.

Figura 30 – Afloramento rochoso horizontal da formação Botucatu



Fonte: Autor.

A exposição solar da vertente é direcionada ao norte, o que propicia o estabelecimento de espécies xerófitas, exigente por condições lumínicas elevadas. O contingente florístico desta área é composto de *Cereus hildmannianus*, *Echinopsis oxygona*, *Parodia ottonis* (Figura 31), *Parodia linkii*, *Parodia oxycostata* (Cactaceae) e *Dyckia choristaminea*, *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae).

As populações inseridas nesta área são fragmentadas e com fortes sinais de antropização. Foram identificadas a presença do fogo e pecuária, pois indivíduos exibiam com

marcas de fogo e cicatrizes por mordidas ou pisoteamento pelo gado, sendo que se encontram em processo de regeneração. Outra característica relevante ambiental é o tipo de substrato onde estão estabelecidos os indivíduos, em arenito intemperizado com uma delgada manta de relva. Por ser friável, fragmenta-se facilmente em formas de pequenos blocos devido a alternância de temperatura e com a força da água da chuva. Alguns outros indivíduos encontravam-se removidos em razão do intemperismo e de enxurradas, demonstrando uma forte instabilidade nos processos atuantes na vertente.

Figura 31 – *Parodia ottonis* habitando afloramentos rochosos



Fonte: Autor.

Durante o trabalho de campo algumas espécies cactáceas encontravam-se em plena floração. Polinizadores como abelhas foram observados, demonstrando a importância ecológica destes pequenos insetos para a perpetuação das espécies. Vale salientar a presença e abundância de frutos maduros encontradas nessa área. Isso demonstra que os indivíduos são férteis, que apesar da ação antrópica do entorno, cumprem com eficiência seus mecanismos fisiológicos.

4.4.2 Refúgio Estrada Municipal Santa Maria - São Martinho da Serra (2)

Este refúgio (Figura 32) apresenta-se em um pequeno afloramento rochoso ao lado da estrada. O afloramento horizontal é constituído por rochas sedimentares da Formação Caturrita, com exposição solar voltada para Nordeste - Norte, circuncidado por remanescentes florestais. Encontra-se a 209 metros de altitude. Foram encontrados apenas pouco representantes da família Cactaceae, contabilizando aproximadamente uma dezena. Em um substrato de arenito intemperizado foram encontrados minúsculos indivíduos de *Parodia ottonis* (Cactaceae), de no máximo dois centímetros de diâmetro. Também sobre as rochas encontraram-se *Cereus hildmannianus* (Cactaceae), espécie pioneira. No corte vertical da estrada, havia uma população de *Parodia oxycostata* (Cactaceae), que certamente sobreviveram ali, em razão da inclinação do terreno, onde é inexistente a circulação de animais do homem.

Figura 32 – Afloramento rochoso horizontal da Formação Caturrita



Fonte: Autor.

4.4.3 Refúgio Morro do Farias - Jorge - João (3)

Neste morro isolado, encontram-se as áreas com maior altitude na área de estudo. Por esse motivo, foram escolhidos dois pontos para a coleta de precipitação e temperatura, um na base e outro no topo.

O refúgio encontra-se na vertente de orientação Norte, sendo convexa próximo ao topo, tornando-se côncava em direção a base. As espécies estão presentes em partes altas de um morro, mas não em seu topo. Por esse ser mais aplanado, é utilizado para atividades pastoris. Na base da vertente, parte mais plana, a várzea, é totalmente antropizada com os mais diversos tipos de cultura agrícola e com a presença de moradias unifamiliares. Aproximadamente aos 300 metros de altitude, pode-se visualizar o contato da Formação Botucatu com a Formação Serra Geral.

Nas partes mais abruptas foi possível encontrar *Parodia linkii*, *Parodia ottonis* e *Echinopsis oxygona* (Cactaceae) sob pequenos arbustos e crescendo sobre um substrato oriundo de arenito intemperizado e algumas vezes sob neossolo litólico. Há abundância de populações de *Dyckia polycladus* e *Dyckia ibicuiensis* (Bromeliaceae, Figura 33) e esta última, crescendo apenas na parte mais ocidental do morro, sendo encontrada apenas nesse local da área de estudo. Foi observada a presença de híbridos entre essas duas espécies. É importante salientar a raridade de dois elementos contidos nessa área.

Figura 33 – *Dyckia ibicuiensis* na vertente Norte do Morro do Farias - Jorge – João



Fonte: Autor.

Nas partes mais elevadas, a partir dos 300 metros de altitude, encontram-se rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sendo que nas áreas abruptas e em neossolos litólicos encontram-se indivíduos de *Trithrinax brasiliensis* (Arecaceae, Figura 34), uma verdadeira relíquia do Pleistoceno que sobreviveu em solos rochosos e encostas insolaradas. Sua presença nesse local corrobora que a floresta higrófila jamais habitou essa área. Infelizmente alguns estavam caídos devido a instabilidade da encosta. Também foi evidenciada a presença do fogo em seu estipe, esse promovido intencionalmente pela atividade antrópica, conhecido como coivara. Poucos indivíduos juvenis foram encontrados, demonstrando que a população encontra-se em declínio.

Figura 34 – Indivíduos de *Tritrinax brasiliensis* no Morro do Farias - Jorge - João



Fonte: Autor.

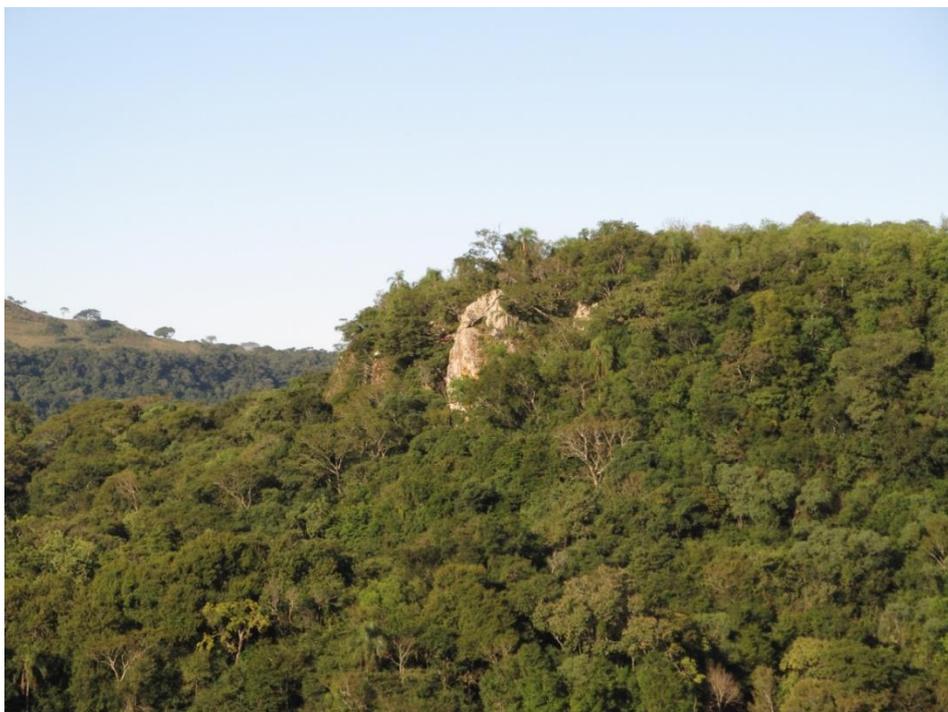
Também foi encontrada uma pequena população de *Lepismium lumbricoides* (Cactaceae) em afloramentos rochosos inclinados. O caso mais interessante é a presença do *Cyrtopodium witeckii* (Orchidaceae), descoberta há alguns anos exclusivamente em Santa Maria. Sua estrutura caular é apresentada através de bulbos, onde água e nutrientes são reservados. Uma particularidade deste gênero é que primeiro ocorre a floração e posteriormente nascem as suas folhas, essas que crescem anualmente. Essa espécie ocorre em dois locais muito restritos neste morro, crescendo sobre arenito parcialmente intemperizado da Formação Botucatu.

4.4.4 Refúgio Escarpa do Reses (4)

Na vertente Norte deste morro testemunho há um conjunto de escarpamentos verticais abruptos (Figura 35), onde se apresentam refúgios com *Cereus hildmannianus* (Cactaceae), *Dyckia polycladus* e *Tillandsia lorentiziana* (Bromeliaceae), com hábitos rupícolas e saxícolas sobre rochas cobertas por líquens e musgos. Outras espécies, não relictuais como

Sinningia macrostachya (Gesneriaceae), *Aechmaea recurvata* (Bromeliaceae) também foram encontradas. Esta escarpa é constituída de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. A abundância de indivíduos é justificada pelo difícil acesso até o refúgio, que se encontra livre da ação antrópica devido a altura e grau de inclinação. Talvez a ameaça eminente no futuro seja o desmoronamento de blocos de rochas e até mesmo matacões devido ao seu padrão ou fraturamento poliédrico.

Figura 35 – Escarpa de rochas vulcânicas no Refúgio Escarpa do Reses



Fonte: Autor.

4.4.5 Refúgio Morro do Reses (5)

Neste morro encontram-se dois tipos de refúgios: afloramentos rochosos e escarpas abruptas (Figura 36). Em uma inclinação da encosta do morro, ocorre um afloramento rochoso constituído por arenito em elevado grau de intemperismo da Formação Botucatu onde se encontram *Parodia linkii*, *Parodia ottonis*, *Parodia cf. glaucina*. (Cactaceae), *Dyckia choristaminea*, *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae). A área rochosa é circundada pela floresta, o que dificulta o acesso do homem e de práticas agrícolas.

Figura 36 – Escarpa de rochas vulcânicas no Morro Escarpa do Reses



Fonte: Autor.

Nas escarpas rochosas constituídas de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral há em abundância indivíduos de *Dyckia polycladus*, *Tillandsia* sp. (espécie não identificada), *Tillandsia lorentziana*, *Tillandsia toropiensis* (Bromeliaceae, Figura 37) e em menor quantidade *Echinopsis oxygona*, *Cereus hildmannianus* (Cactaceae), todos crescendo entre líquens e musgos. Nesse local não há nenhuma interferência antrópica em razão do refúgio ser vertical. A orientação da vertente solar é Leste, Nordeste e Norte, onde há uma considerável incidência solar diária.

Figura 37 – *Tillandsia toropiensis*, espécie endêmica no Refúgio Morro do Reses



Fonte: Autor.

4.4.6 Refúgio Pedra do Lagarto (6)

O formoso conjunto rochoso da Pedra do Lagarto (Figura 38) é conhecido por ser uma área propícia para diversos esportes radicais como rapel, escalada, etc. Em razão da intensa presença humana, foram encontradas poucas cactáceas nas imediações, pois provavelmente foram coletadas pelos visitantes para fins ornamentais. Nos afloramentos rochosos da Formação Botucatu, foram encontrados poucos indivíduos de *Parodia linkii* e *Parodia ottonis* (Cactaceae). *Cereus hildmannianus* (Cactaceae) se destaca pelo seu porte. No entorno da Pedra do Lagarto, a riqueza florística campestre é bem representada pelas famílias Asteraceae e Fabaceae, conforme os levantamentos, respectivamente de Schaeffer (2015) e Menezes (2016).

Figura 38 – Refúgio Pedra do Lagarto, formação rochosa em meio a vegetação campestre



Fonte: Autor.

Nas escarpas e encostas inclinadas voltadas para o Norte podem ser vistas como rupícolas e saxícolas espécies como *Dyckia polycladus*, *Tillandsia lorentiziana* (Bromeliaceae), *Cereus hildmannianus* (Figura 39), e *Echinopsis oxygona* (Cactaceae). Em seu flanco noroeste observou-se presença de uma curiosa coluna de arenito de aspecto ruiforme, produto do intemperismo atuante na rocha (Figura 40). Devido à presença constante de pessoas o local encontra-se ligeiramente degradado (ao menos no aspecto da presença de cactáceas) e sugere-se aqui que medidas sejam tomadas para explorar melhor esse local com forte potencial turístico. Infelizmente foi constatada a presença de *Pinus ellioti*, um potencial invasor em nossa paisagem. Se medidas não forem tomadas, dentro de um curto período a bela paisagem será comprometida por esta fanerófita.

Figura 39 – *Cereus hildmannianus*, uma das espécies encontradas no Refúgio Pedra do Lagarto



Fonte: Autor.

Figura 40 – Coluna de arenito com aspecto ruiniforme, no Refúgio Pedra do Lagarto



Fonte: Autor.

4.4.7 Refúgio Salgueiro dos Jesuítas (7)

A toponímia deste refúgio refere-se a uma depressão em um afloramento horizontal de arenito, onde historicamente acredita-se que os jesuítas salgavam a carne de gado. A área é muito pobre em vegetação xerófita, pois a extensão dos afloramentos rochosos é pequena. Aqui é presente a Formação Botucatu. Foram encontrados sobre a rocha nua poucos indivíduos de *Cereus hildmannianus*, *Parodia ottonis*, *Parodia linkii*, *Echinopsis oxygona* (Cactaceae) e *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae, Figura 41). A área é próxima a uma residência e a um campo, onde há gado, o que talvez justifique a escassez de representantes vegetais xerófitos.

Figura 41 – *Dyckia polycladus* sob afloramentos rochosos no, Refúgio Salgueiro dos Jesuítas



Fonte: Autor.

4.4.8 Refúgio Morro da Cleri (8)

O refúgio do Morro da Cleri (Figura 42) se destaca pelo expressivo contingente de cactáceas, sendo o refúgio mais preservado em toda área de estudo. Basicamente é constituído de arenitos da Formação Botucatu, com uma delgada camada mantenedora de basalto em seu

topo, com a cota aproximada dos 300 metros de altitude. Em sua vertente orientada para o norte há escarpas rochosas de arenito, onde ocorrem os ditos refúgios.

Figura 42 – Morro da Cleri, onde se encontra expressivas populações de cactáceas



Fonte: Autor.

No local se encontra indivíduos de *Parodia ottonis*, *Parodia linkii*, *Parodia oxycostata* e *Echinopsis oxygona* (Cactaceae) crescendo em substrato arenoso, fruto do intemperismo no arenito. É importante citar aqui a ampla variação morfológica da espécie *Parodia ottonis*. *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae) ocorre em populações pequenas sobre afloramentos rochosos. Curiosamente, no cume foi encontrado apenas um exemplar de *Agarista eucalyptoides* (Ericaceae) uma arbórea relictual, mas não xerófita. Em razão da acentuada declividade da vertente do morro até o topo, justifica-se a abundância de espécies e preservação da área.

4.4.9 Refúgio Morro do Moro (9)

Este é constituído por arenitos da Formação Botucatu capeado por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, Seu topo é muito alterado, pois foi utilizado para práticas agrícolas. Sua vertente Nordeste, Norte e Noroeste apresentam escarpas rochosas de arenito em contato

com o basalto, onde se refugiam as espécies xerófitas. Na encosta Leste podemos encontrar *Dyckia choristaminea*, *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae). Na borda rochosa e na base da escarpa encontram-se *Parodia ottonis*, *Parodia linkii* e *Echinopsis oxygona* (Cactaceae, Figura 43). Um pequeno agrupamento de *Cyrtopodium witeckii* (Orchidaceae) também foi localizado na escarpa. No topo ocorrem abundantes populações de *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae) e poucos indivíduos de cactos.

Figura 43 – *Echinopsis oxygona*, elemento chaquenho encontrado no Morro do Moro e em outros refúgios



Fonte: Autor.

4.4.10 Refúgio Morro do Felício (10)

O refúgio do Morro do Felício admite a mesma geologia e geomorfologia do local anterior, pois pertencem a um único morro e os refúgios são separados pela floresta e pelo campo. O ambiente do refúgio é idêntico e assim este local apresenta um contingente florístico semelhante ao já descrito. Neste local ocorre uma expressiva população de *Parodia horstii* (Cactaceae, Figura 44), uma rara cactácea com flores púrpuras, encontrada apenas nessa escarpa dentro da área de estudo.

Figura 44 – *Parodia horstii*, rara cactácea endêmica presente nas escarpas rochosas do Refúgio Morro do Felício



Fonte: Autor.

Na base e na borda da escarpa ocorrem *Cereus hildmannianus*, *Parodia ottonis*, *Parodia linkii*, *Parodia oxycostata* e *Echinopsis oxygona* (Cactaceae), *Dyckia choristaminea*, *Dyckia polycladus*, *Tillandsia* sp. (Bromeliaceae), *Sinningia sellowii* e *Sinningia macrostachya* (Gesneriaceae). *Cyrtopodium witeckii* (Figura 45) é representado por uma expressiva população, ocorrendo apenas em uma pequena área do escarpamento, que tem orientação solar Norte – Nordeste - Noroeste. A área correspondente do refúgio da escarpa encontra-se intacto. A base da escarpa possui algumas alterações antrópicas na vegetação, como ação do fogo e pecuária. Na base, ocorre *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae) de forma abundante.

Figura 45 – População de *Cyrtopodium witeckii* nas escarpas rochosas do Refúgio Morro do Felício



Fonte: Autor.

4.4.11 Refúgio Lajeado do Felden (11)

Nesta área ocorrem apenas afloramentos horizontais, constituídos por arenitos da Formação Caturrita. Observou-se que a residência e o potreiro foram estabelecidos sobre alguns afloramentos rochosos. Encontraram-se apenas poucos indivíduos de *Parodia linkii* (Cactaceae) entremeados entre uma pequena vegetação herbácea rasteira e sob um substrato arenoso, dentro da faixa de domínio da estrada.

4.4.12 Refúgio Lajeado do Arruda 1 (12)

Distante cerca de 100 metros do local anterior, este refúgio é representado apenas por uma espécie, *Parodia oxycostata* (Cactaceae, Figura 46), habitando afloramentos horizontais de arenitos da Formação Caturrita. Este afloramento distribuiu-se na área do Sr. Arruda até a faixa de domínio da estrada municipal em direção a Boca do Monte. Pelo expressivo número

de indivíduos, pode-se afirmar que apesar do local estar próximo da estrada, o mesmo encontra-se em ótimas condições de preservação, sem a presença da atuação antrópica. O afloramento tem exposição solar norte, noroeste e oeste.

Figura 46 – *Parodia oxycostata*, espécie que ocorre em abundância no Refúgio estrada Campestre do Divino - Boca do Monte



Fonte: Autor.

4.4.13 Refúgio Lajeado do Arruda 2 (13)

Este local encontra-se dentro da propriedade privada do Sr. Arruda. Os afloramentos horizontais são constituídos de basaltos da Formação Serra Geral. Encontraram-se alguns afloramentos rochosos, com pequenas dimensões e dentro de um potreiro. Foram encontrados poucos indivíduos de *Parodia linkii* (Cactaceae) em neossolos litólicos. Nas imediações foi feito um açude e plantada uma floresta de eucalipto. O refúgio foi severamente alterado por ações antrópicas e pisoteio do gado.

4.4.14 Refúgio Lajeado do Reis (14)

Neste local, constitui-se em um complexo de diversos afloramentos rochosos (Figura 47) de rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. Foram apenas encontrados alguns poucos indivíduos de *Cereus hildmannianus* (Cactaceae).

Apesar de não haver cultivos agrícolas na área em razão do terreno ser ligeiramente ondulado, a quase ausência de qualquer tipo de vegetação xerófita é justificada através de sua utilização no passado. Primeiramente a área foi utilizada como uma pedreira de extração de basalto para utilização em calçamento e estradas. Há a presença de pecuária, onde o gado possivelmente afetou a população. Atualmente a área mais elevada é utilizada para a instalação de torres móveis de rádios para comunicação militar.

Figura 47 – Refúgio Lajeado do Reis, onde todos os locais foram destruídos pela ação antrópica



Fonte: Autor.

As observações de campo foram reunidas em um quadro síntese (Quadro 1), apresentando as espécies presentes nos refúgios visitados na área de estudo.

Quadro 1 – Síntese das espécies presentes nos refúgios visitados

Espécies	Refúgios xerófitos do Campestre do Divino													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Cereus hildmannianus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X
<i>Cyrtopodium witeckii</i>			X						X	X				
<i>Dyckia choristaminea</i>	X				X				X	X				
<i>Dyckia ibicuiensis</i>			X											
<i>Dyckia polycladus</i>	X		X	X	X	X	X	X	X	X				
<i>Echinopsis oxygona</i>	X		X		X	X	X	X	X	X				
<i>Lepismium lumbricoides</i>			X											
<i>Parodia linkii</i>	X		X		X	X	X	X	X	X	X		X	
<i>Parodia ottonis</i>	X	X	X		X	X	X	X	X	X				
<i>Parodia glaucina</i>					X									
<i>Parodia horstii</i>										X				
<i>Parodia oxycostata</i>	X	X					X			X		X		
<i>Tillandsia</i> sp.					X					X				
<i>Tillandsia lorentziana</i>				X	X	X								
<i>Tillandsia toropiensis</i>					X									
<i>Trithrinax brasiliensis</i>			X											

Refúgios: (1) Morro do Tolentino, (2) Estrada Municipal Santa Maria - São Martinho da Serra, (3) Morro do Farias - Jorge - João, (4) Escarpa do Reses, (5) Morro do Reses, (6) Pedra do Lagarto, (7) Salgueiro dos Jesuítas, (8) Morro da Cleri, (9) Morro do Moro, (10) Morro do Felício, (11) Lajeado do Felden, (12) Lajeado do Arruda 1, (13) Lajeado do Arruda 2, (14) Lajeado do Reis.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os táxons encontram-se na lista de espécies ameaçadas da Flora do Rio Grande do Sul (2014), com exceção de *Cereus hildmannianus*, *Dyckia polycladus*, *Lepismium lumbricoides*, *Tillandsia* sp. e *Tillandsia lorentziana*.

Ao observar o quadro síntese das espécies xerófitas encontradas na área de estudo, fica evidente a abundante ocorrência de espécies como *Cereus hildmannianus*, *Parodia linkii*, *Parodia ottonis*, *Parodia oxycostata*, *Echinopsis oxygona* e *Dyckia polycladus*, cujo fato pode ser explicado pelo caráter dominante das espécies e seus eficientes mecanismos de propagação.

Também observa-se, na área de estudo, a raridade de elementos como *Cyrtopodium witeckii*, *Dyckia choristaminea*, *Tillandsia lorentziana*, encontradas em poucos locais e com populações muito reduzidas.

Por fim, os elementos de ocorrência mais restrita, representados em apenas em pequenos habitats na área de estudo, foram *Dyckia ibicuiensis*, *Lepismium lumbricoides*, *Parodia glaucina*, *Parodia horstii*, *Tillandsia* sp., *Tillandsia toropiensis* e *Trithrinax brasiliensis*. Esses táxons foram considerados raros por ocorrerem em populações muito pequenas e contendo poucos indivíduos.

4.4.15 Análise topoclimática da área de estudo

Os dados obtidos em campo nas três estações, durante o mês mais quente (janeiro de 2016), foram organizados, como seus respectivos dados de localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Dados sobre localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) das três estações

Estação	Localização (UTM)	Altitude (m)	Precipitação (mm)
Base	223490/6719204	325	75,5
Topo	223348/6718954	248	78,9
UFSM	236844/6708589	89	101,9

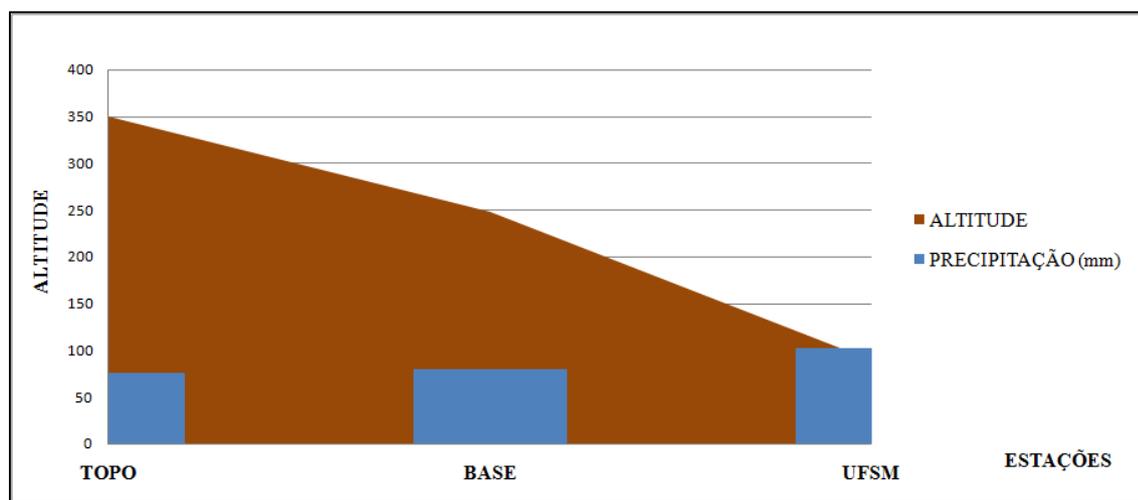
Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Percebe-se a amplitude altimétrica de 77 metros entre as estações situadas na base e no topo da área de estudo. Esse aspecto é considerável e condicionante da precipitação pluviométrica, fluxos de ar e da temperatura na área de estudo. O morrote desempenha o papel de uma barreira geográfica, ou seja, a rugosidade da superfície terrestre influencia na distribuição da precipitação pluviométrica, promovendo o efeito Föhn (SARTORI, 2016).

Também se nota que os valores mais elevados de precipitação encontram na estação da UFSM. O motivo está associado ao relevo, que no último caso, é levemente ondulado e

relativamente plano, onde as frentes atuam com maior intensidade, sem nenhum impedimento. A relação dos valores altimétricos e valores de precipitação pluviométrica estão melhor representados na figura 48.

Figura 48 – Gráfico da representação de valores de altitude e precipitação pluviométrica das três estações



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Após a coleta de dados no campo (temperatura e umidade relativa) e os procedimentos estatísticos, foi elaborada a tabela 2, onde é possível visualizar de melhor forma a variação dos atributos do clima durante três leituras diárias (9,15 e 21 horas) ao longo os 31 dias de janeiro de 2016:

Tabela 2 – Temperaturas registradas ao longo dos 31 dias, temperatura média, média das temperaturas mínimas e máximas e média da umidade relativa do ar das três estações

Estação	T (°C)	T Mín Média (°C)	T Máx Média (°C)	UR%
Base	28,1	20,4	33,3	66
Topo	26,7	20,6	30,6	69
UFSM	26,9	20,8	31,7	73

Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

De acordo com o quadro, apresentando os valores das três estações (duas da área de estudo e uma na Universidade Federal de Santa Maria utilizado para caráter comparativo), a estação localizada na base apresentou os maiores valores de temperaturas (média) de 28,1°C, seguida da estação da UFSM.

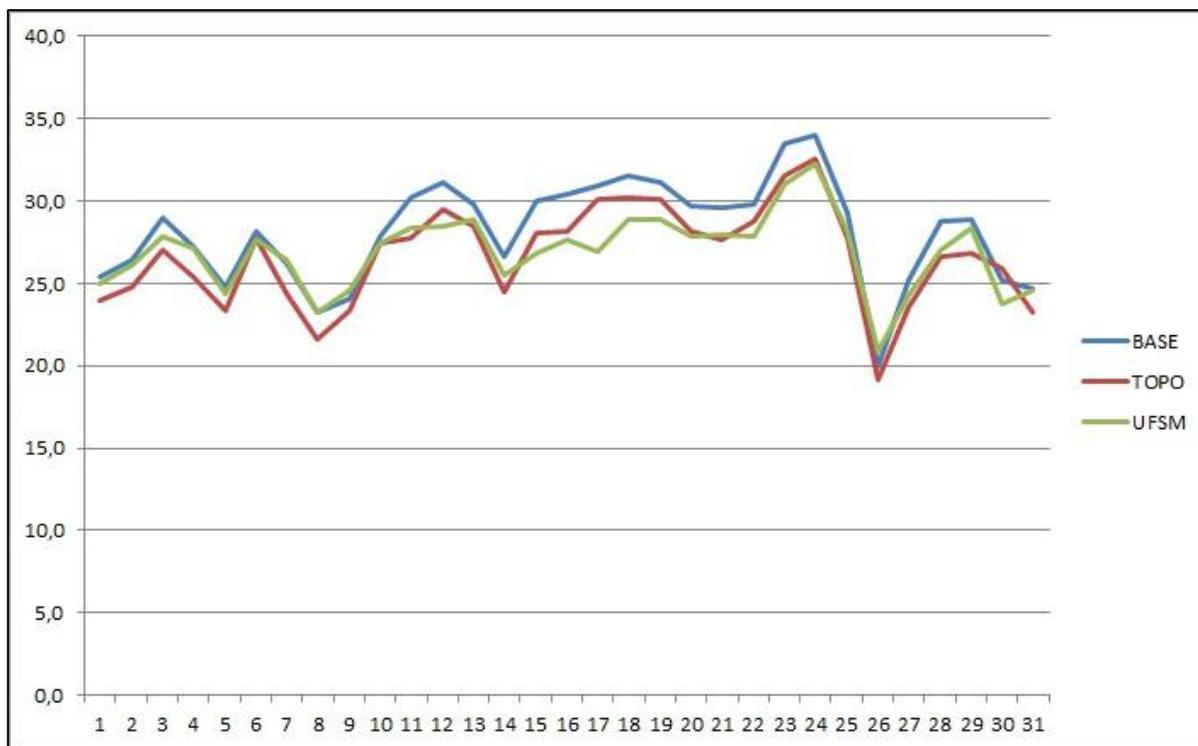
Os menores valores de temperatura (mínima média) foram registrados no topo possivelmente pela influência da altitude, em razão da presença de um morro, onde se há um desnível altimétrico de 77 metros entre a base e o topo. Um fator pode ser associado à entrada de frentes pelo Sul - Sudoeste, onde o ar frio primeiramente atinge o topo com mais intensidade e devido o rápido deslocamento (aumento da velocidade) do topo em direção base, o ar se comprime e aquece. Por essa razão a temperatura elevada ocorre na base.

O processo também pode ocorrer inversamente, ou seja, se caso a entrada da frente for pelo Noroeste - Norte, o ar quente pode subir esse desnível e ao percorrer este caminho rapidamente irá resfriar, através do processo orográfico. Outro fator envolvido nesse processo é a pressão atmosférica, que relacionado com a altitude, reflete diretamente no comportamento da temperatura do ar, de acordo com o tamanho da massa de ar e a sua velocidade deslocamento. Quanto maior a altitude, menor a densidade do ar e pressão.

A proximidade da superfície terrestre é considerável, pois as rochas e solo conservam calor e energia. Assim, quanto mais distante da superfície, menor será a o aquecimento do ar e menor será a sua temperatura.

Na figura 49 são apresentados os valores das temperaturas médias das três estações. Observa-se que a temperatura da base é superior a temperatura do topo da área de estudo e da UFSM. A temperatura do topo é a mais baixa, devido ao efeito altimétrico da área de estudo. Também é perceptível o decréscimo conjunto das temperaturas, provavelmente devido a entrada de frentes frias durante o período das leituras, sendo a última frente mais intensa, devido o decréscimo abrupto das temperaturas.

Figura 49 – Média das temperaturas das três estações obtidas através das três leituras diárias

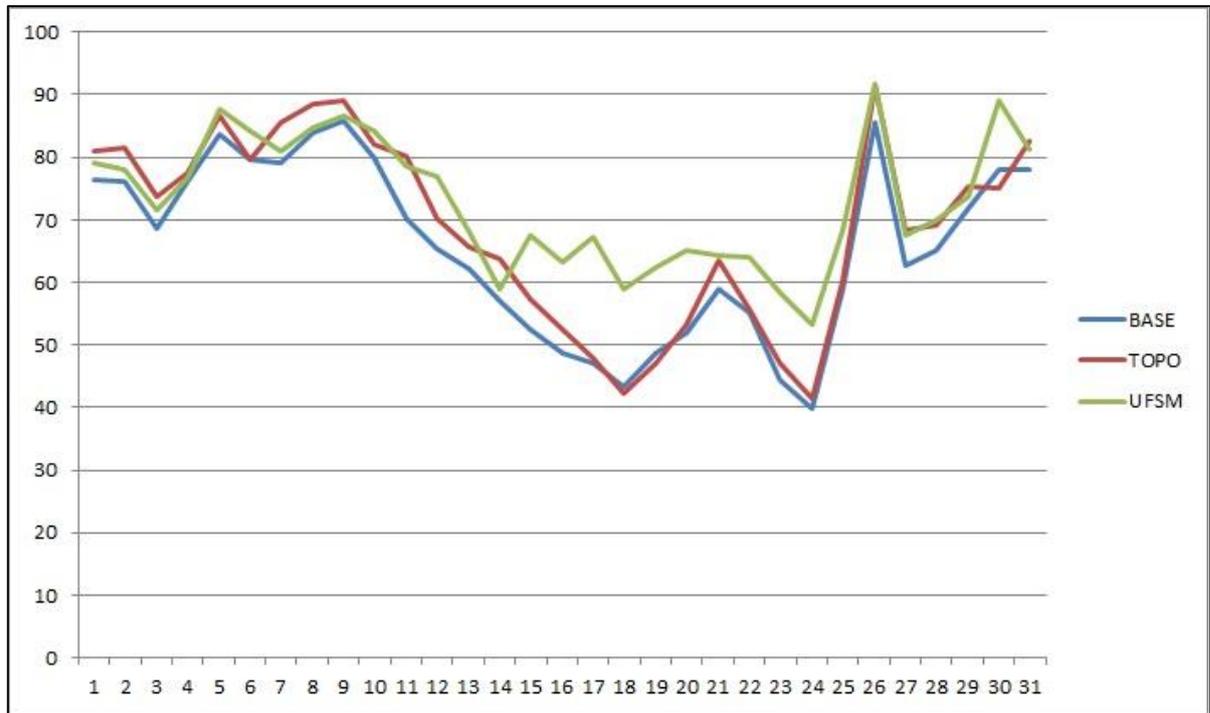


Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

A figura 50 ilustra que no dia 30 é possível visualizar um fenômeno de inversão de umidade, onde o topo, que é predominantemente mais úmido torna-se mais seco que a base, essa ultrapassando os valores de umidade da área de estudo. Esse fenômeno ocorre devido à inversão das massas de ar, quando uma massa de ar frio é encoberta e aprisionada por uma camada de ar quente, impedindo-a de circular. Em sua maioria, os valores mais elevados de umidade relativa do ar foram registrados pela estação da UFSM, seguido pelos valores da estação do topo da área de estudo que, em alguns dias registrou maior umidade. Os menores valores foram registrados na estação da base.

A umidade relativa do ar apresentou uma diferença de 3% entre as estações na área de estudo. Isso é explicado pelo fator altimétrico, onde a umidade diminui conforme aumenta a altitude. A diminuição ocorre devido à diminuição da temperatura, que provoca mudanças no comportamento do estado do ar. O valor de 3% é muito baixo, quase inexpressivo.

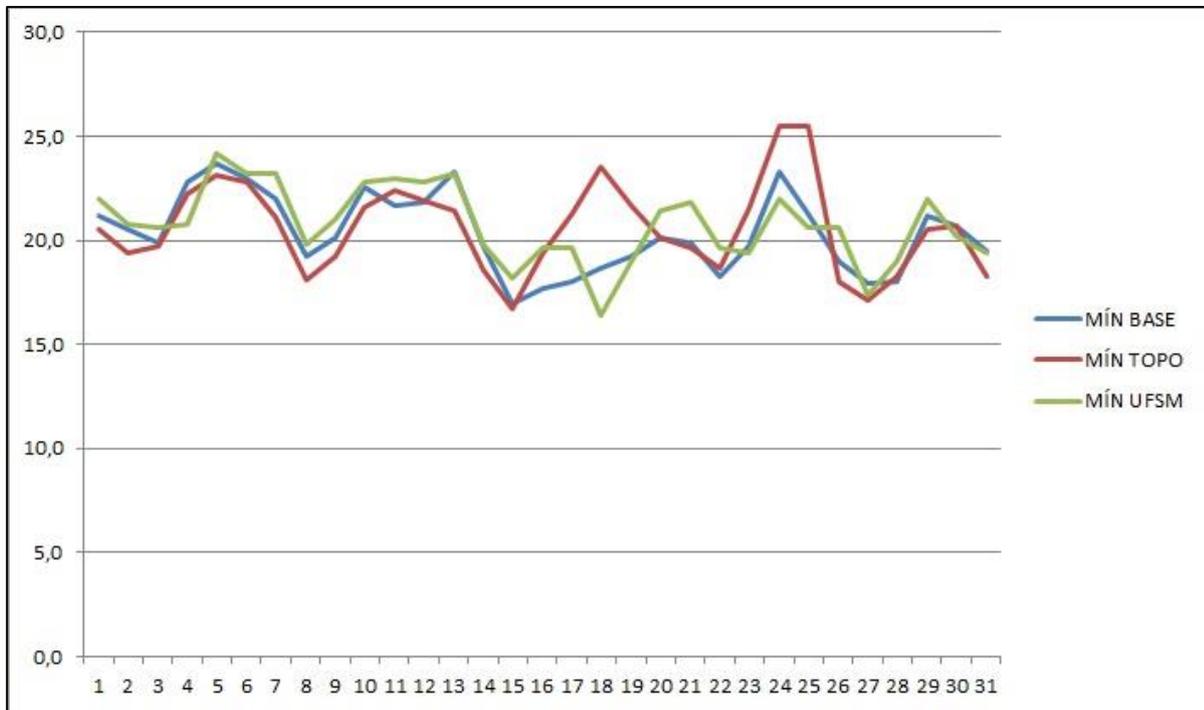
Figura 50 – Média da umidade relativa do ar das três estações conforme as três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Conforme a figura 51, as temperaturas mínimas médias, na maioria foram registradas pela estação do topo, seguida da estação da UFSM e por último a estação da base da área de estudo.

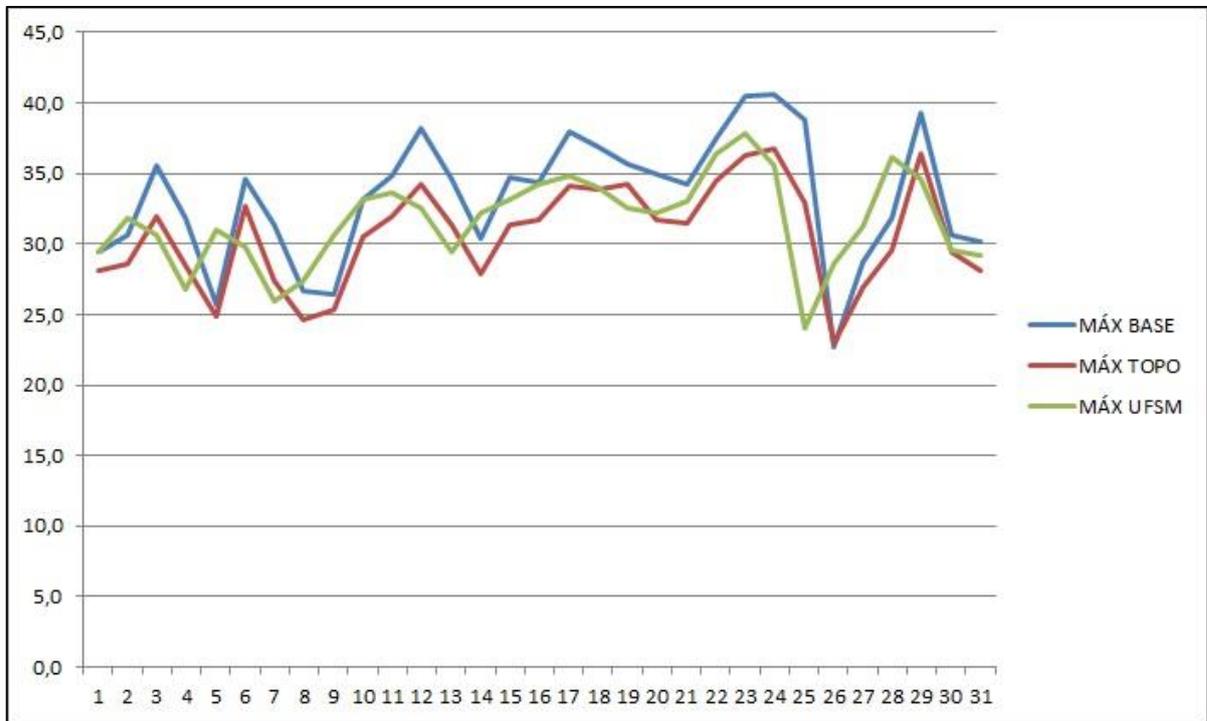
Figura 51 – Média das temperaturas mínimas das três estações conforme as três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Na figura 52 estão representadas as temperaturas máximas médias. A temperatura da base é a mais elevada, seguida da estação da UFSM e por último a estação do topo da área de estudo.

Figura 52 – Média das temperaturas máximas das três estações conforme as três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Na avaliação do mês mais frio, os dados foram coletados em campo nas três estações, sendo que seus respectivos dados de localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) foram organizados na tabela 3.

Tabela 3 – Dados sobre localização (UTM), altitude (m) e precipitação (mm) das três estações

Estação	Localização (UTM)	Altitude (m)	Precipitação (mm)
Base	223490/6719204	325	89,5
Topo	223348/6718954	248	93,2
UFSM	236844/6708589	89	107,8

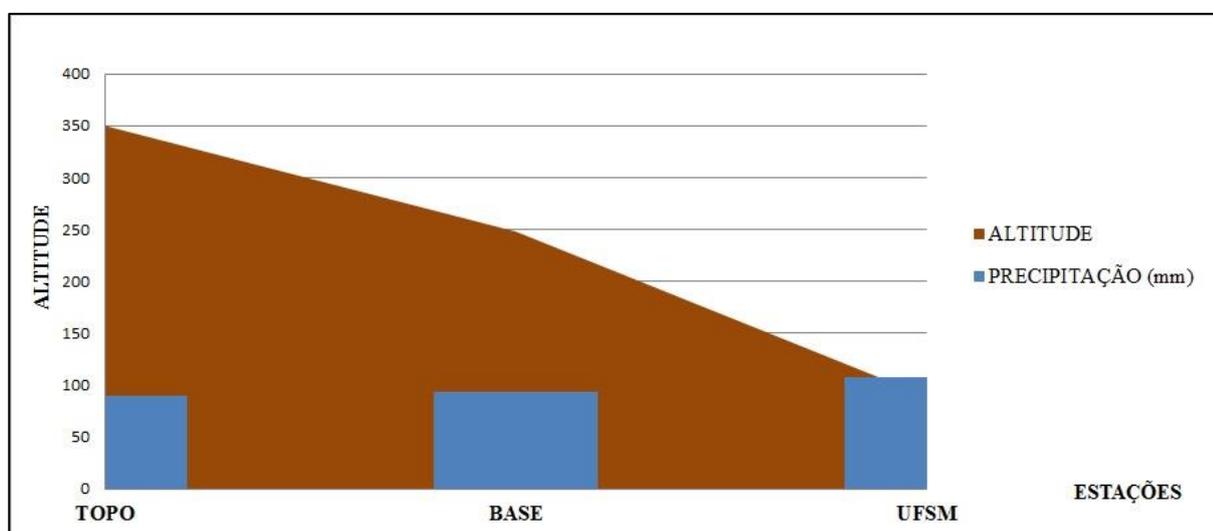
Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Na avaliação topoclimática da área de estudo no mês mais frio, novamente é perceptível a influência da orografia a respeito da precipitação pluviométrica, sendo que na estação do topo a precipitação foi maior do que na estação da base. Na estação da Universidade Federal de Santa Maria os valores pluviométricos foram superiores do que apresentados na área de estudo, demonstrando a relação da orogenia e da precipitação

pluviométrica. Esse fato é explicado pela ausência de rugosidade no terreno, ou seja, o terreno plano não apresenta impedimentos para a entrada de frentes, que assim atuam com maior intensidade.

Ao que confere a figura 53, a precipitação é maior no topo, pois está relacionada com a elevação do terreno, dessa forma com uma maior proximidade na atmosfera e do fluxo das frentes. Já a base, possui uma menor precipitação, por estar em uma posição onde a frente fria avança mais enfraquecida, situação essa causada pela rugosidade do relevo.

Figura 53 – Gráfico da representação de altitude e precipitação pluviométrica das três estações



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Com a coleta de dados no campo (temperatura e umidade relativa) e os procedimentos estatísticos, foi elaborada a tabela 4, onde é possível visualizar de melhor forma a variação dos atributos do clima durante três leituras diárias (9,15 e 21 horas) ao longo os 31 dias de julho de 2016:

Tabela 4 – Temperaturas registradas ao longo dos 31 dias, temperatura média, media das temperaturas mínimas e máximas e média da umidade relativa do ar das três estações

Estação	T (°C)	T Mín Média (°C)	T Máx Média (°C)	UR%
Base	15,5	9,5	19,4	76
Topo	15,4	10,1	19,5	74
UFSM	14,4	8,8	18,7	81

Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

De acordo com a tabela, apresentando os valores das três estações (duas da área de estudo e uma na Universidade Federal de Santa Maria utilizado para caráter comparativo), a estação localizada na base apresentou os maiores valores de temperaturas médias de 15,5°C, seguida da estação localizada no topo que apresentou 15,4.

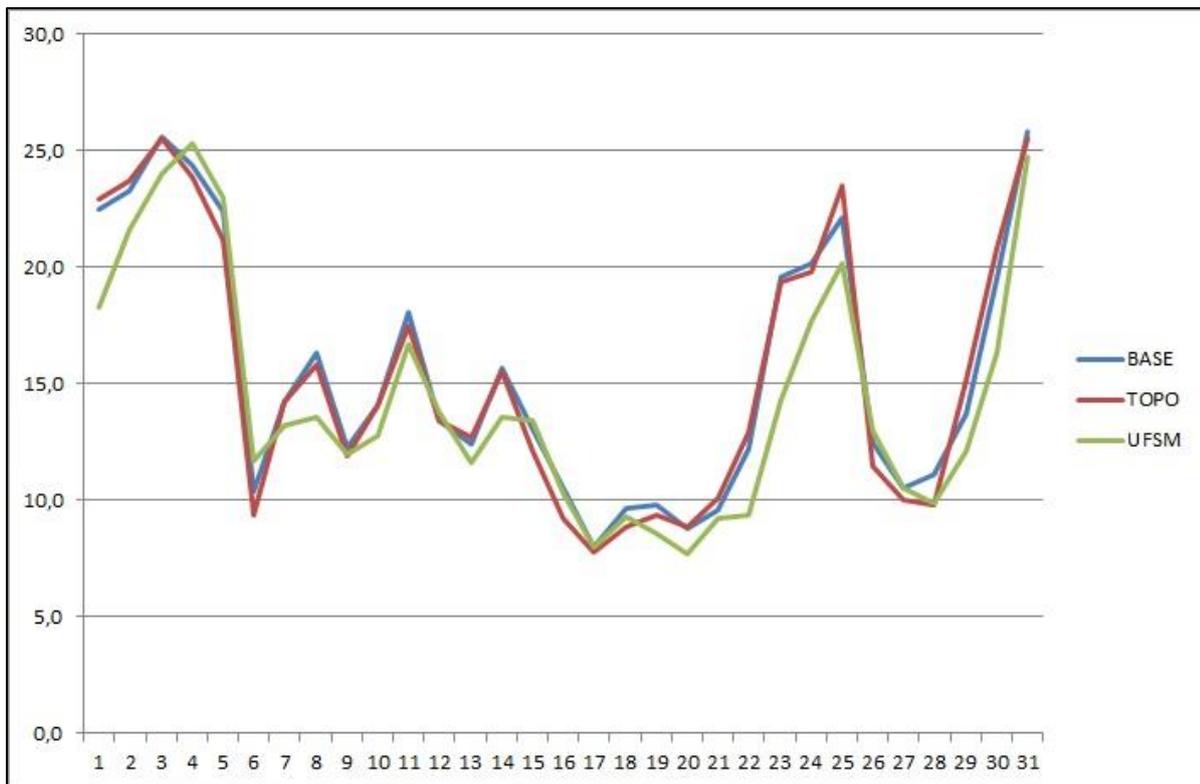
Na área de estudo, os menores valores de temperatura média foram registradas no topo possivelmente pela a influência da altitude, em razão do relevo.

Um fator pode ser associado à entrada de frentes pelo Sul - Sudoeste, onde o ar frio primeiramente atinge o topo com mais intensidade e devido o rápido deslocamento (aumento da velocidade) do topo em direção base, o ar se comprime e aquece. Por esse mesmo motivo a temperatura elevada ocorre na base. Esse fenômeno pode ser explicado através do efeito Föhn, onde a áreas distintas apresentam valores pluviométricos devido à influência orográfica. Outros fatores determinantes são a proximidade da superfície terrestre, devido a presença de rochas e solos desnudos e a orientação solar da vertente, (neste caso Norte, que possui intensa exposição solar diária). Os aspectos citados, também podem influenciar na conservação do calor do local.

Na figura 54 são apresentados os valores das temperaturas médias das três estações. Pode-se se observar que as temperaturas do topo e da base são muito próximas, com uma pequena diferença de temperatura, variando de 0,1°C a 0,5 °C. A temperatura do topo é a inferior, devido ao efeito altimétrico da área. Em um curto período a temperatura do topo se eleva, o que pode ser explicado por algum deslocamento de massa de ar presente na área de estudo.

As temperaturas da Universidade Federal de Santa Maria são as mais frias, devido a ausência da rugosidade do relevo, propiciando a entrada mais intensa de frentes. Nas cristas 2,3 e 4, consecutivas, correspondem ao aumento de temperatura, devido o aquecimento da atmosfera, devido a entrada de frentes. Na crista 5, a última, ocorre as maiores temperaturas do topo, declinando abruptamente devido a entrada de uma frente fria.

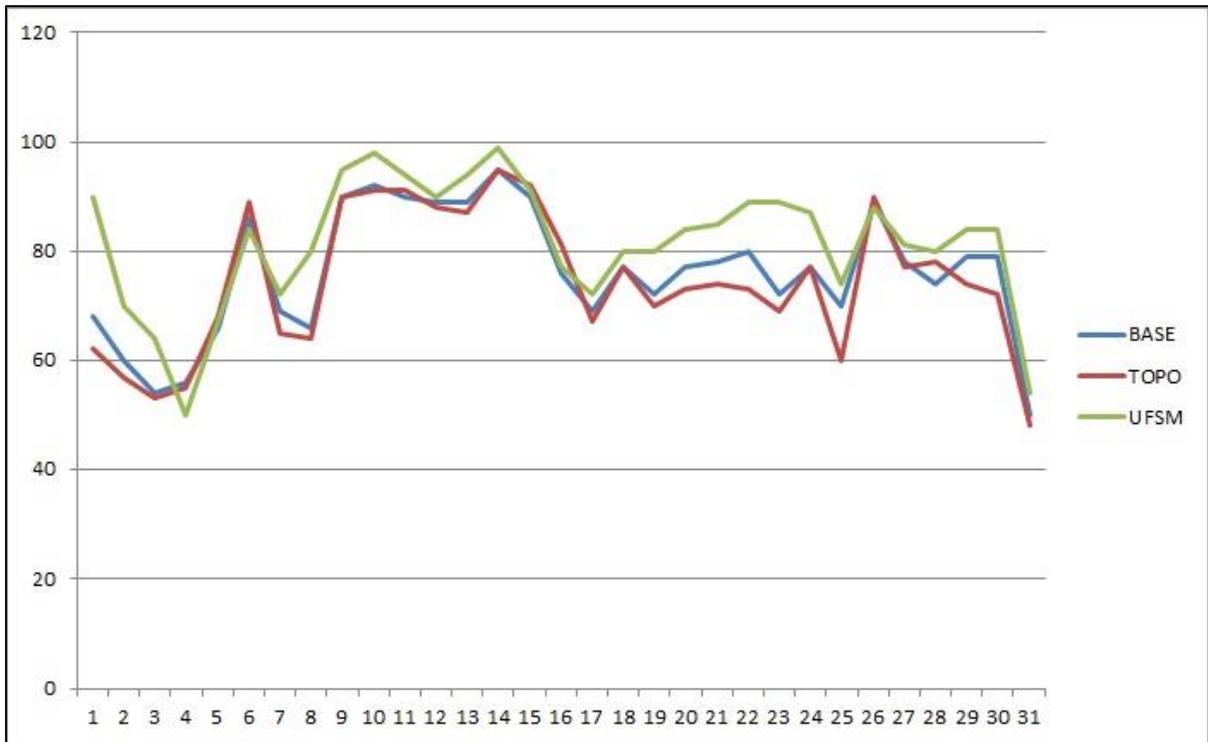
Figura 54 – Média das temperaturas das três estações obtidas através das três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Ao que se refere a umidade relativa, na figura 55 são apresentadas os valores médios. Observa-se se que a estação da Universidade Federal de Santa Maria apresenta os maiores índices pluviométricos. Na área de estudo a estação do topo apresentou-se mais árida do que a estação presente na base, fato explicado pela distância da superfície terrestre.

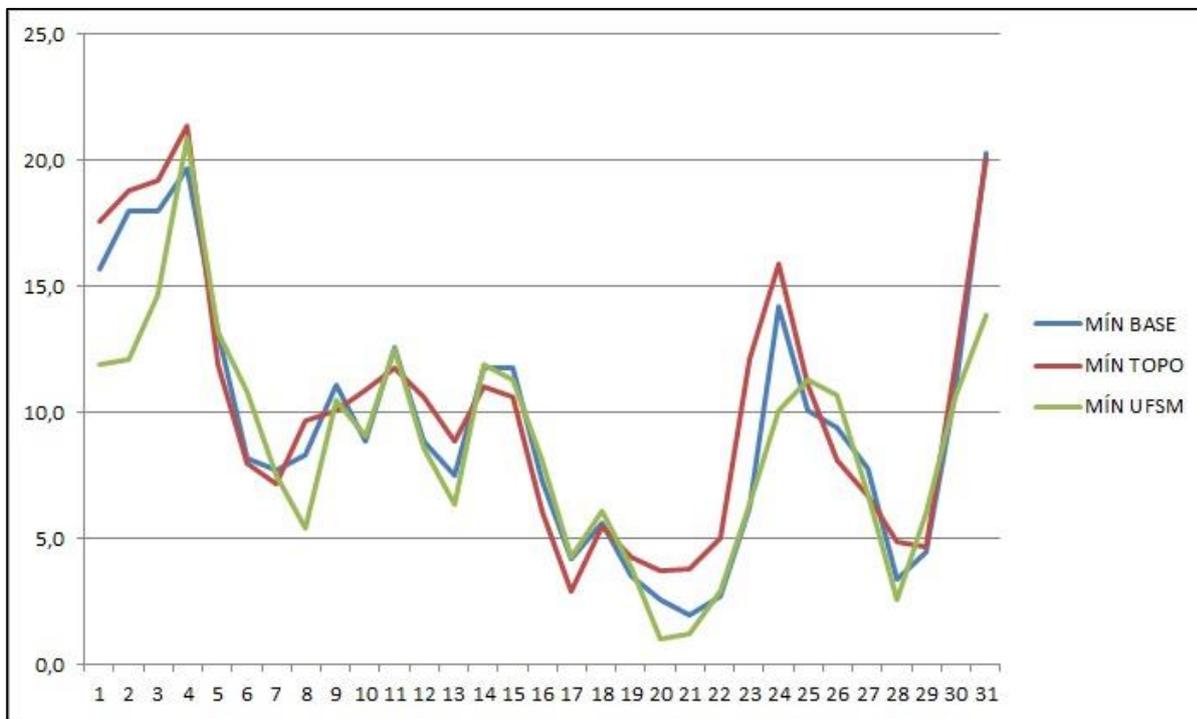
Figura 55 – Média da umidade relativa do ar das três estações conforme as três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

Na figura 56 pode-se visualizar as temperaturas mais baixas encontra-se na estação da Universidade Federal de Santa Maria. Na área de estudo as temperaturas mínimas foram registradas no topo. Os valores da estação base e do topo alternam-se sucessivamente, o que pode ser explicado pelos fenômenos de aquecimento da atmosfera, e inversão térmica.

Figura 56 – Média das temperaturas mínimas das três estações conforme as três leituras diárias

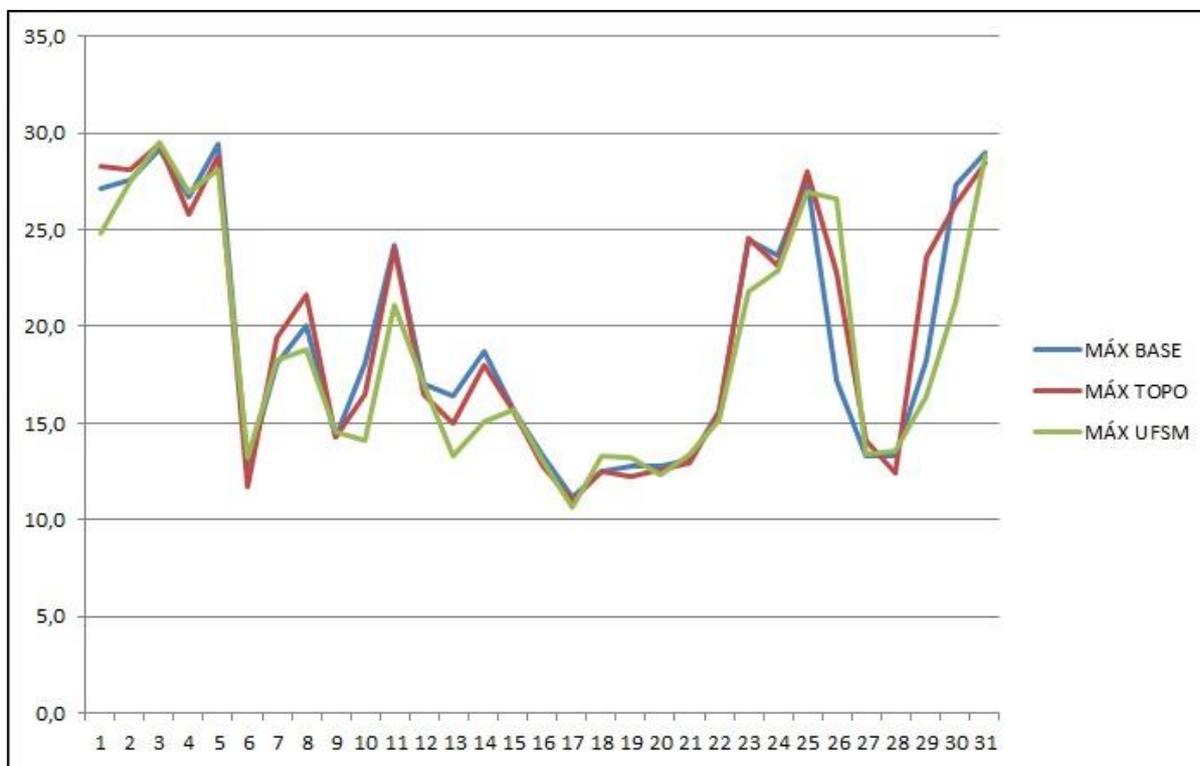


Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

A respeito das temperaturas máximas (Figura 57), estação do topo da área de estudo apresentou os maiores valores em comparação com a estação da base. Talvez por razão da abundância de rochas e afloramentos rochosos próximos ao topo, fazendo com que o calor se conserve por um maior período.

Os valores da estação da Universidade Federal de Santa Maria apresentaram valores inferiores comparados com a área de estudo. Como foi observado anteriormente na leitura das temperaturas mínimas, mas com menos intensidade, os valores da estação base e do topo se alternam em temperatura, relacionados a prováveis fenômenos de aquecimento da atmosfera, e inversão térmica.

Figura 57 – Média das temperaturas máximas das três estações conforme as três leituras diárias



Fonte: Dados coletados pelo autor e INMET (2016).

5 CONCLUSÃO

A avaliação fitogeográfica dos relictos xerófitos da localidade de Campestre do Divino reveste-se de notável importância para o conhecimento dessa extraordinária flora e de seus processos de estabelecimento, firmados através de processos paleoclimáticos ocorridos durante o Quaternário.

A área de estudo possui peculiaridades que influenciam diretamente a presença de elementos relictuais xerófitos. A geomorfologia da área de estudo apresenta morros e morrotes de arenito da Formação Caturrita e Formação Botucatu capeados por rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, compreendendo em suas vertentes íngremes aspectos geológicos estruturais tais como afloramentos rochosos, diáclases, fraturas e escarpas abruptas. Esse panorama geomorfológico resulta em ambientes adequados para abrigar espécies relictuais, sendo algumas endêmicas e ameaçadas de extinção, com necessidades particulares de drenagem e insolação. Da mesma maneira, a declividade é um fator fundamental, onde as atividades antrópicas encontram-se menos acentuadas, conservando assim os remanescentes de campos nativos.

A presença desse tipo específico de vegetação também está rigorosamente relacionada a aspectos pedológicos, pois esses elementos foram encontrados em afloramentos rochosos ou escarpas constituídas rochas maciças, neossolos litólicos e quartzo-arênicos, onde uma vegetação de aspecto arbóreo fica impedida de estabelecer-se.

Outro fator responsável pela distribuição da vegetação é a zona ecotonal, ou seja, de contato de duas fitofisionomias distintas, no caso a transição campo - floresta, onde a vegetação objeto deste estudo permaneceu refugiada e tem se desenvolvido em áreas abertas, campestres.

A respeito da dinâmica topoclimática, os morros e morrotes na área de estudo desenvolvem a função de barreira orográfica na entrada das frentes frias oriundas do Sul - Sudoeste. Desta forma, o primeiro contato das frentes frias direto é na face sul desses morros, e a vertente voltada ao norte não recebe de forma intensa a entradas dessas frentes. O relevo é fator determinante para a distribuição pluviométrica, sendo que a vertente norte recebe um valor pluviométrico menor do que a vertente sul. O mesmo ocorre inversamente, onde as frentes de instabilidade tropical atingem de forma direta as vertentes voltadas ao norte. Ambas dinâmicas estão relacionadas com o efeito Föhn.

Através das interpretações realizadas dos dados coletados e campo, infere-se que a área de estudo apresenta uma discrepância em valores altimétricos, pluviométricos e

temperaturas mínimas e máximas, umidade relativa do ar em comparação das características do entorno da área da estação da Universidade de Santa Maria. Assim, a área de estudo apresenta maior aridez e temperatura, combinação essa que promovem condições topoclimáticas propícias para o estabelecimento das espécies xerófitas.

Como foram observados *in loco*, os agrupamentos xerófitos têm preferência por vertentes orientadas para nordeste, norte, noroeste e oeste. Isto está intrinsecamente relacionado com a maior exposição solar diária, pois sendo vegetais heliófilos, necessitam do máximo de luz e radiação solar para sua sobrevivência. As espécies podem ocorrer ocasionalmente em outras orientações de vertentes, de forma acidental, sempre em poucos indivíduos isolados e não apresentando expressiva densidade populacional.

Outro elemento para justificar a orientação solar das espécies é que possivelmente, desde o Pleistoceno, as espécies se estabeleceram em locais refugiados das correntes de vento frio oriundas do Pólo Sul, promovido pela corrente das Falklands. Por este motivo e a quase ausência solar na vertente sul (ambientes mais úmidos e propícios ao estabelecimento de florestas) é que não se encontrou os táxons aqui estudados.

Na área de estudo encontraram-se representantes vegetais com características xerófitas, vegetação essa composta por espécies altamente adaptadas a condições extremas de luz, escassez de nutrientes, neossolos litólicos e quartzo-arênicos oriundos de arenito e basalto.

O contingente florístico dos refúgios é formado por espécies xerófitas, algumas endêmicas e ameaçadas de extinção, sendo as mais representativas pertencentes às famílias *Arecaceae*, *Bromeliaceae*, *Cactaceae* e *Orchidaceae*. Elementos chaquenhos, como pertencentes aos gêneros *Dyckia* (*Bromeliaceae*), *Echinopsis* e *Parodia* (*Cactaceae*), *Trithrinax* (*Arecaceae*) e *Cyrtopodium* (*Orchidaceae*), encontradas na área de estudo, demonstram que o conjunto geomorfológico da paisagem da localidade do Campestre do Divino de alguma forma serviu como abrigo e rota destas espécies, que provavelmente, migraram durante condições climáticas pretéritas mais propícias para sua expansão.

O estudo também observou que a ação antrópica não avançou totalmente a estes espaços devido a condições impróprias para agricultura, em razão da declividade, de solos rasos ou paupérrimos em nutrientes e pedregosos.

Foram identificadas quatorze áreas pertinentes à temática da pesquisa, sendo que ao todo foram contabilizadas dezesseis espécies xerófitas, de distintas famílias e gêneros botânicos.

A composição xerófita dos refúgios identificados de alguma forma apresenta espécies como *Dyckia polycladus* (Bromeliaceae), *Cereus hildmannianus*, *Echinopsis oxygona*, *Parodia linkii*, *Parodia ottonis*, *Parodia oxycostata* (Cactaceae). A presença desses táxons é justificada pelos seus eficientes mecanismos de propagação (algumas espécies dispõem de auto fertilidade), característica apresentada por espécies dominantes de acordo com raciocínios darwinianos.

Dyckia choristaminea, *Tillandsia lorentziana*, (Bromeliaceae) foram encontradas, em menores populações, com sua ocorrência restrita na área de estudo.

Dyckia ibicuiensis, *Tillandsia* sp., *Tillandsia toropiensis* (Bromeliaceae), *Parodia glaucina*, *Parodia horstii* (Cactaceae), *Cyrtopodium witeckii* (Orchidaceae) e *Trithrinax brasiliensis* foram representadas por populações muito reduzidas e restritas a poucos metros quadrados.

De acordo com as observações descritas, constata-se a presença de uma notória biodiversidade xerófita, testemunhando que nessas áreas, provavelmente a floresta jamais se sobrepôs, corroborando a terminologia aplicada de relictos.

No ritmo atual do avanço da degradação antrópica (alteração dos campos nativos para a agricultura e silvicultura, queimadas, etc.) e do clima propício para a expansão de florestas, os refúgios possuem uma forte tendência à extinção. Devido à acessibilidade, os afloramentos rochosos horizontais serão os primeiros a desaparecer. As escarpas rochosas, apesar de estarem longe da ação antrópica, serão naturalmente sombreadas com a expansão florestal, condenando a permanência e existência dos vegetais xerófitos.

Como medida mitigadora para os impactos antrópicos na área apresentada, sugere-se a implementação de uma unidade de conservação, visando assim proteger as características ecológicas naturais.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. A revanche dos ventos: derruição de solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 11, p. 7-31, 1995.
- _____. **Brasil: Paisagens de Exceção. O Litoral e o Pantanal Matogrossense: Patrimônios básicos.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2006.
- _____. Desenvolvimento e aplicação da teoria dos refúgios. **Informativo do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo.** São Paulo, p. 2-3, ago. 1990.
- _____. Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários. **Paleoclimas**, São Paulo, n. 3, p. 1-19, 1977a.
- _____. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 43, p. 1-39, 1974.
- _____. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- _____. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Vegetalia: Escritos e Documentos**, São José do Rio Preto, n. 15, p. 1-17, 1977b.
- _____. Os mecanismos da desintegração das paisagens tropicais no Pleistoceno. **Efeitos paleoclimáticos do período Würm-Wisconsin no Brasil.** São José do Rio Preto: Inter Facies, 1979, n. 4, p. 1-19.
- _____. Um conceito de geomorfologia à serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- ALMEIDA JUNIOR, J. José Manoel da Conceição e João Maria de Agostini: duas faces na religiosidade popular. **Ciências da Religião - história e sociedade**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 100-131, 2011. Disponível em: <https://www.academia.edu/2441954/Jose_Manoel_da_Conceicao_e_Joao_Maria_de_Agostini_Duas_Faces_na_Religiosidade_Popular>. Acesso em: 16 out. 2015.
- ALVES, F. S. et al. Flórua da região do Jarau, município de Quaraí - Rio Grande do Sul. **Balduínia**, Santa Maria, n. 39, p. 24-34, 2013.
- ALVES, R. F. A grande festa das graças: pessoas, ritmos e milagres na romaria de Santo Antão, em Santa Maria, RS. **Revista Sociais e Humanas**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 1-19, 2008. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/sociaisehumanas/article/view/764>>. Acesso em: 12 out. 2015.
- ANDERSON, E. F. **The cactus family.** Portland: Timber Press, 2001.
- AYOADE, J. **Introdução a climatologia dos trópicos.** 10. ed. São Paulo: Bertand Brasil, 2003.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata atlântica: as árvores e a paisagem**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004.

BARATTO, J. **Distribuição espaço-temporal da precipitação pluviométrica na área urbana de Santa Maria, RS**. 2014. 89 f. Trabalho de Graduação II (Graduação em Geografia)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BARFUSS, M. H. J. et al. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioide (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. **American Journal of Botany**, Saint Louis, n. 92, p. 337-351, 2005.

BARTHLOTT, W. et al. **Biogeographie und Biodiversität der Kakteen**. Oldenburg: Schumannia, 2015.

BAUER, D.; WAECHTER, J. L. Sinopse taxonômica de Cactaceae epifíticas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta botânica brasílica**, Belo Horizonte, v. 20, n. 1, p. 225-239, 2006.

BAUERMAN, S.; BEHLING, H.; PILLAR, V. Paleoambientes do Cone Sul da América do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 42, p. 5-14, 2011.

BECKER, E. L. S.; SILVA, A. P.; BECKER, K. L. A interpretação da paisagem alternativa e o turismo religioso no distrito de Santo Antônio - Santa Maria - Rio Grande do Sul-Brasil. **Observatorium**, Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia, v. 4, n. 11, p. 86-100, out. 2012. Disponível em: <<http://www.observatorium.ig.ufu.br/br/pdfs/4edicao/n11/06.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2015.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D. Paleoenvironmental changes in Brazil. In: PRANCE, G. T. (Org.). **Biological diversification in the tropics**. Nova York: Universidade de Columbia, 1982. p. 27-40.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; SANTOS, G. F. **Estrutura e origem das Paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007. (Volume 1).

_____. **Estrutura e origem das Paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003. (Volume 3).

BOLZON, R. T.; MARCHIORI, J. N. C. A vegetação no sul da América - perspectiva paleoflorística. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 5-24, 2002.

BÜNEKER, H. M. et al. Uma nova espécie reófito de *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnioide) para a flora do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, n. 11, p. 284-289, 2013.

BÜNEKER, H. M.; PONTES, R. C.; SOARES, K. P. Duas novas espécies de *Tillandsia* L. subgênero *Anoplophytum* (Beer) Baker (Bromeliaceae, Tillandsioide) para a flora sul brasileira. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 69, n. 1, p. 89-96, 2014.

BÜNEKER, H. M.; PONTES, R. C.; WITECK-NETO, L.; SOARES, K. P. *Tillandsia leucopetala*, a new species of Bromeliaceae from Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Phytotaxa**, Auckland, v. 2, n. 202, p. 143-148, 2015.

BÜNEKER, H. M.; WITECK-NETO, L.; SOARES, K. P. *Dyckia pontesii* (Bromeliaceae, Pitcairnioide), uma nova espécie do Rio Grande do Sul, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 66, p. 499-504, 2015.

BURIOL, G. A. et al. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, 2006. Disponível em: https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/127d8f7ecc3d385e44fb48701ad289_fe3a7ac7439db70b6cc597bdba543720.pdf. Acesso em: 28 set. 2015.

CABRERA, A. L.; WILLINK, A. **Biogeografia de America Latina**. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos (OEA), 1973.

CANO, A.; PERRET, M.; STAUFFER, F. W. A revision of the genus *Trithrinax* (Cryosophileae, Coryphoideae, Arecaceae). **Phytotaxa**, Auckland, v. 1, n. 136, p. 1-53, 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/243945752/Cano-et-al-2013-A-revision-of-Trithrinax-pdf>. Acesso em: 12 dez. 2016.

CARNEIRO, A. M. et al. **Cactos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2016.

CHARLES, G. Granny' *Echinopsis*. **The Cactus Explorer**, Stamford, n. 8, p. 27-34, 2013.

CIPPOLAT, G. A.; BECKER, E. L. S. Natureza e religiosidade como potencial turístico do distrito de Santo Antônio, no município de Santa Maria, RS. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 47-58, 2011. Série: Ciências Humanas. Disponível em: <http://sites.unifr.br/Portals/36/CHUMANAS/2011/04.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. **Mapa geológico do Rio Grande do Sul**. Downloads. Escala 1:750.000. Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/>. Acesso em: 20 mai. 2016.

DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. Solos do município de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 38, p. 59-78, 2009.

DAMUTH, J. E.; FAIRBRIDGE, R. W. Equatorial atlantic deep-sea arkosic sands and ice-age aridity in tropical South America. **Geological Society of America Bulletin**, Nova York, v. 81, n. 1, p. 189-206, 1970. Disponível em: http://www.ig.utexas.edu/people/staff/damuth/reprints/arkosic_sands.pdf. Acesso em: 11 out. 2015.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. Ministério do Exército. **Carta Topográfica de Santa Maria-RS**. Porto Alegre: DSG, 1976. Escala: 1:50.000. Folha SH-22-V-C-IV-1, MI-2965/1.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Brasil em relevo**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/download/rs/rs.htm>>. Acesso em: 25 out. 2015.

FILGUEIRAS, T. S. et al. Método de Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativo. **Caderno de Geociências**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 39-44, 1994.

FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DE PORTO ALEGRE. **Táxons da flora nativa do Estado Rio Grande do Sul ameaçadas de extinção**. Anexo I. 2014. Disponível em: <http://www.fzb.rs.gov.br/upload/20141208161010anexo_i_taxons_da_flora_nativa__do_estado_rio_grande_do_sul_ameacadas_de_extincao_1_.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2016.

GOUDA, E. J.; BUTCHER, D.; GOUDA, K. **Encyclopaedia of Bromeliads**. Version 3.1. Disponível em: <<http://botu07.bio.uu.nl/bcg/encyclopedia/brome/>>. Acesso em: 4 dez. 2016.

HAFFER, J. **Avian speciation in tropical South America**. Cambridge: Publications Nuttall Ornithological Club, 1974.

_____. General aspects of the refuge theory. In: PRANCE, G. T. (Org.). **Biological diversification in the tropics**. Nova York: Universidade de Columbia, 1982. p. 6- 24.

_____. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, Washington, n. 165, p. 131-137, 1969.

HAFFER, J.; PRANCE, G. T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante o Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 16, n. 46, p. 175-206, set./dez. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0103-40142002000300014&script=sci_arttext>. Acesso em: 11 dez. 2015.

HAUCK, P. A. **Cerrados, campos e araucárias: a teoria dos refúgios florestais e o significado paleogeográfico da paisagem do Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná**. 2009. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

HOLZ, M. **Do mar ao deserto: a evolução no Rio Grande do Sul no tempo geológico**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2003.

HOPPE, I. L.; IENSSE, A. C.; SIMIONI, J. P. D.; WOLLMANN, C. A. Comparação entre um abrigo meteorológico de baixo custo e a estação meteorológica oficial no INMET, em Santa Maria (RS). **Ciência e Natura**, v. 37, p. 132-137, 2015.

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono, 1972.

HUNT, D.; TAYLOR, N. P.; CHARLES, G. **The New Cactus Lexicon**. v. 2. Milborne Port: Atlas & Text, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=431690&search=rio-grande-do-sul|santa-maria|infograficos:-historico>>. Acesso em: 16 out. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e Dados**. Brasília: INMET, 2016. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTgwMw==>. Acesso em: 30 set. 2016.

JACINTO, D. G.; OLIVEIRA-DEBLE, A. S. Levantamento das cactáceas no Cerro do Graxaim, Dom Pedrito, RS. In: OLIVEIRA DEBLE, A. S.; DEBLE, L. P.; LEÃO, A. L. S. (Orgs.) **O Bioma Pampa: ambiente X sociedade**. Bagé: Ediurcamp, 2012. p. 160-171.

KERN, A. A. Paleopaisagens e povoamento pré-histórico do Rio Grande do Sul. **Estudos ibero-americanos**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 153-208, 1982.

KLEIN, R. M. Southern Brazilian Phytogeographic features and the probable influence of upper Quaternary climatic changes in the floristic distribution. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n. 33, p. 67-88, 1975.

LEME, E. C.; MARIGO, L. C. **Bromélias na natureza**. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual, 1993.

LIBAULT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 1, p. 1-14, 1971.

LINDMAN, C. A. M. **A vegetação do Rio Grande do Sul (Brasil Austral)**. Porto Alegre: Livraria Universal de Echenique Irmãos & Cia, 1906.

LUTHER, E. H. An alphabetical list of bromeliad binomials. **Bromeliad Society International**, Sarasota, ed. XII, p. 1-114, 2010.

MACIEL FILHO, C. L. **Carta geotécnica de Santa Maria**. Santa Maria: Imprensa Universitária, UFSM, 1990.

MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Porto Alegre: Serviço Geológico do Brasil, 2006. 1 mapa, color. Disponível em: <http://geobank.sa.cprm.gov.br/pls/publico/geobank.download.downloadlayo uts?p_webmap=N>. Acesso em: 17 jan. 2016.

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 38, p. 93-112, 2009.

_____. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: Campos Sulinos**. Porto Alegre: EST, 2004.

_____. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre: EST, 2002.

_____. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: embasamento florístico**. Porto Alegre: EST, 2006.

MARCHIORI, J. N. C.; ALVES, F. A. O inhanduvá (*Prosopis affinis* Spreng.) no Rio Grande do Sul. I – Embasamento fitogeográfico e pendências terminológicas. **Balduínia**, Santa Maria, n. 24, p. 1-11, 2010.

MARTINS, M.; SANO, P. T. **Biodiversidade Tropical**. São Paulo: Ed. UNESP, 2009.

MENEZES, H. F. **Leguminosas campestres do Morro da Pedra do Lagarto, Santa Maria, Rio Grande do Sul**. 2016. 18 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

MENEZES, L. C. **Genus *Cyrtopodium*: brazilian species**. Brasília: Ed. do IBAMA, 2000.

_____. Uma nova espécie do Rio Grande do Sul *Cyrtopodium witeckii*. **Boletim CAOB**, Porto Ferreira, p. 58-63, jul./set. 2009.

MILANESI, M. A. **Avaliação do efeito orográfico na pluviometria nas vertentes ppostas da Ilha de São Sebastião (Ilhabela- SP)**. 2007. 141 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MONTEIRO, C. A. F. O clima da região Sul. In: CATALDO, D. M. (Org.). **Geografia do Brasil, Grande Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1963. p. 117-169.

_____. **A Geografia no Brasil (1934-1977): avaliação e tendência**. Teses e Monografias. São Paulo: Instituto de Geografia, 1980. n. 57.

MUELLER, P. **Biogeographie und Raumbewertung**. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, 1977.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1979.

OLIVEIRA-DEBLE, A. S. A família Cactaceae Juss. no Bioma Pampa - Checklist, distribuição geográfica e status de conservação. In: DEBLE, L.; OLIVEIRA DEBLE, A. S.; LEÃO, A. L. S. (Orgs.). **O Bioma Pampa: contribuições científicas**. Bagé: Ediurcamp, 2011. p. 43-71.

ORELLANA, M. M. P. A geomorfologia no contexto social. **Geografia e Planejamento**, São Paulo, n. 34, p. 1-25, 1981.

PAULA, A. D. de. **A relação entre o vento norte e a precipitação pluviométrica de 2001 a 2007 no município de Santa Maria-RS**. 2008. 67 f. Trabalho de Graduação II (Graduação em Geografia)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Distritos**. Santa Maria, 2010. Disponível em: <<https://www.santamaria.rs.gov.br/rural/78-distritos>>. Acesso em: 16 jan. 2015.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. P. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 5-24, 2002.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 3. ed. Ensaio de monografia natural. São Leopoldo: Ed. da UNISINOS, 1956.

_____. **Viagem ao Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2014.

RAMOS, A. M.; SANTOS, L. A. R.; FORTES, L. T. G. (Orgs.). **Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990**. Brasília: INMET, 2009.

RECHIA, A. **Santa Maria: panorama histórico-cultural**. Santa Maria: Associação Santa-Mariense de Letras, 2006.

REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodriguez, 1974.

ROMARIZ, D. A. **Biogeografia: temas e conceitos**. São Paulo: Scortecci, 2012.

ROMERO-GONZÁLEZ, G. A.; BATISTA, J. A. N.; BIANCHETTI, L. B. A synopsis of Genus *Cyrtopodium* (Catasetinae: Orchidaceae). **Havard Papers in Botany**, Harvard, v. 1, n. 13, p. 189-206, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/232689514_A_Synopsis_of_the_Genus_Cyrtopodium_Catasetinae_Orchidaceae>. Acesso em: 11 dez. 2016.

ROOS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 1996.

SARTORI, M. G. B. A dinâmica do clima no Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimentos científicos. **Terra Livre**, São Paulo, ano 19, v. 1, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/187/171>>. Acesso em: 25 out. 2015.

_____. **O Vento Norte**. Santa Maria: Dr. Publicidade. 2016. 256p.

SARTORI, P. L. P. Geologia e geomorfologia de Santa Maria. **Ciência e Ambiente**, v. 1, n. 38, p. 19-42, 2009.

SCHAEFER, J. **Sinopse taxonômica da família Asteraceae no Morro Pedra do Lagarto, Santa Maria, RS**. 2015. 18 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)–Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

SERAFINI JR., S. **O Microclima de uma Vereda Degradada: Estudo de Caso no Parque Estadual Veredas do Peruáçu – MG**. 2010. 140p. Tese (Doutorado em Geografia Física)- Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. Bromeliaceae (Pitcairnioide). **Flora Neotropica Monograph**, New York, v. 14, n. 1, p. 1-662, 1974.

SOARES, K. P. et al. Palmeiras (Arecaceae) no Rio Grande do Sul; Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 65, p. 113-139, 2014. Disponível em: <http://rodriguesiaseer.jbrj.gov.br/index.php/rodriguesia/article/view/ID%20862/pdf_85>. Acesso em: 11 dez. 2016.

SOBRAL, M. **A família das Myrtaceae no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: Ed. da UNISINOS, 2003.

SOBRAL, M. et al. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil**. São Carlos: Rima, 2006.

STREHL, T. New bromeliads, genus *Dyckia*, from Rio Grande do Sul, Brazil. **Bromeliaceae**, Queensland, n. 42, p. 8-22, 2008.

_____. Novas espécies de Bromeliaceae do Rio Grande do Sul, Brasil. **Vidalia**, Viçosa, n. 2, p. 19-25, 2004.

_____. Novos táxons de *Tillandsia* subgênero *Anoplophytum* (Bromeliaceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 54, p. 19-44, 2000.

STUMPF, E. R. T.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G. **Cores e formas no Bioma Pampa: plantas ornamentais nativas**. Pelotas: Embrapa, 2009.

TAYLOR, N. P.; ZAPPI, D. **Cacti of Eastern Brazil**. Kew: Royal Botanic Gardens, 2004.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio De Janeiro: IBGE - SUPREN, 1977.

TROPPEMAYER, H. **Biogeografia e meio ambiente**. 9. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012.

VANZOLINI, P. E. Ecological and geographical distribution of lizards in Pernambuco, north-eastern Brazil (Sauria). **Papéis Avulsos do Dep. Zool**, São Paulo, n. 28, p. 61-90, 1974.

_____. Paleoclimas e especiação em animais da América do Sul tropical. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 6, n. 15, p. 41-65, 1992. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/eav/article/viewFile/9580/11149>>. Acesso em: 24 dez. 2016.

_____. Paleoclimates, relief and species multiplication in equatorial forests. In: MEGGERS, B. J. et al. (Orgs.). **Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review**. Washington: Smithsonian Inst. Press, 1973. p. 255-258.

_____. **Zoologia Sistemática: geografia e a origem das espécies**. Teses e Monografias. São Paulo: Ed. da USP, 1970.

VANZOLINI, P. H.; WILLIAMS, H. H. South American anoles: the geographic differentiation and evolution of the *Anolis chrysolepis* species group (Sauria, Iguanidae). **Arq. Zool. São Paulo**, São Paulo, v. 19, n. 1-4, p. 1-298, 1970.

VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20%20RJ/classificacaovegetal.pdf>>. Acesso em: 11 out. 2015.

- VIADANA, A. G. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. 2000. 166 f. Tese (Doutorado em Geociências)–Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2000.
- _____. **A teoria dos refúgios florestais aplicada ao estado de São Paulo**. Edição do autor. Rio Claro: Edição do Autor, 2002.
- VIEIRA, E. F.; RANGEL, S. R. S. **Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação**. 2. ed. Porto Alegre: Sagra, 1984.
- VIERA, V. **Zoneamento ambiental da Bacia do Ibicuí-Mirím**. 2002. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Universidade de São Paulo, Rio Claro, 2002.
- VIERO, L. M. D. Divisão político-administrativa: Santo Antônio (10° Distrito). In: **Atlas Municipal: escolar e geográfico**. Santa Maria, 2003. p. 53-54. (Caderno do Diário de Santa Maria).
- WAECHTER, J. L. Padrões geográficos na flora atual do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 93-108, 2002.
- WARMING, E.; FERRI, M. G. **A vegetação de cerrados brasileiros**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: USP, 1973.
- WEBB, S. D. A history of savanna vertebrates in the New World. Part II: South American and the great interchange. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Florida, v. 9, p. 393-426, 1978.

ANEXO A – Quadro 1: Médias de temperatura (°C) das três leituras diárias (9,15 e 21 horas) das três estações durante o mês mais quente

DIA	BASE	TOPO	UFSM
1	25,4	24,0	25,0
2	26,4	24,8	26,1
3	29,0	27,1	27,9
4	27,2	25,4	27,1
5	24,7	23,3	24,3
6	28,1	27,7	27,6
7	26,2	24,4	26,5
8	23,2	21,6	23,2
9	24,1	23,4	24,6
10	27,8	27,5	27,4
11	30,2	27,7	28,3
12	31,1	29,5	28,5
13	29,8	28,5	28,9
14	26,6	24,5	25,5
15	30,0	28,1	26,8
16	30,4	28,2	27,7
17	31,0	30,1	26,9
18	31,6	30,2	28,9
19	31,1	30,1	28,9
20	29,7	28,1	27,9
21	29,6	27,6	27,9
22	29,8	28,7	27,9
23	33,4	31,5	31,0
24	34,0	32,5	32,3
25	29,3	27,7	28,2
26	20,0	19,2	20,9
27	25,2	23,5	24,3
28	28,8	26,6	27,0
29	28,9	26,9	28,4
30	25,2	25,9	23,8
31	24,7	23,3	24,6
MÉDIA	28,1	26,7	26,9

Fonte: Autor.

ANEXO B – Quadro 2: Médias da umidade relativa do ar (%) das três leituras diárias (9,15 e 21 horas) das três estações durante o mês mais quente

DIA	BASE	TOPO	UFSM
1	76	81	79
2	76	82	78
3	69	74	72
4	76	78	77
5	84	87	88
6	80	80	84
7	79	86	81
8	84	89	85
9	86	89	87
10	80	82	84
11	70	80	79
12	65	70	77
13	62	66	68
14	57	64	59
15	52	57	68
16	49	52	63
17	47	48	67
18	43	42	59
19	49	47	62
20	52	53	65
21	59	64	64
22	55	56	64
23	44	47	58
24	40	42	53
25	59	60	68
26	86	92	92
27	63	68	68
28	65	69	70
29	72	75	74
30	78	75	89
31	78	83	81
MÉDIA	66	69	73

Fonte: Autor.

ANEXO C – Quadro 3: Médias das temperaturas mínimas (°C) das três estações durante o mês mais quente

DIA	MÍN BASE	MÍN TOPO	MÍN UFSM
1	21,2	20,5	22,0
2	20,5	19,4	20,8
3	19,9	19,7	20,6
4	22,8	22,2	20,8
5	23,7	23,1	24,2
6	23,0	22,8	23,2
7	22,0	21,1	23,2
8	19,2	18,1	19,8
9	20,1	19,2	21,0
10	22,6	21,6	22,8
11	21,7	22,4	23,0
12	21,8	21,9	22,8
13	23,3	21,4	23,2
14	19,7	18,6	19,8
15	17,0	16,7	18,2
16	17,7	19,4	19,6
17	18,0	21,3	19,6
18	18,7	23,5	16,4
19	19,2	21,7	19,0
20	20,1	20,1	21,4
21	19,9	19,6	21,8
22	18,3	18,7	19,6
23	19,7	21,5	19,4
24	23,3	25,5	22,0
25	21,3	25,5	20,6
26	19,0	18,0	20,6
27	17,9	17,1	17,4
28	18,0	18,3	19,0
29	21,2	20,5	22,0
30	20,7	20,7	20,2
31	19,5	18,3	19,4
MÉDIA	20,4	20,6	20,8

Fonte: Autor.

ANEXO D – Quadro 4: Médias das temperaturas máximas (°C) das três estações durante o mês mais quente

DIA	MÁX BASE	MÁX TOPO	MÁX UFSM
1	29,4	28,1	29,4
2	30,6	28,6	31,8
3	35,5	31,9	30,6
4	31,8	28,5	26,8
5	25,7	24,9	31,0
6	34,6	32,7	29,8
7	31,4	27,4	26,0
8	26,7	24,6	27,4
9	26,4	25,3	30,6
10	33,1	30,5	33,2
11	34,8	31,9	33,6
12	38,2	34,2	32,6
13	34,6	31,4	29,4
14	30,4	27,9	32,2
15	34,7	31,4	33,2
16	34,4	31,7	34,2
17	37,9	34,1	34,8
18	36,9	33,9	34,0
19	35,7	34,2	32,6
20	35,0	31,7	32,2
21	34,2	31,5	33,0
22	37,5	34,5	36,4
23	40,5	36,3	37,8
24	40,6	36,7	35,6
25	38,8	32,9	24,0
26	22,7	22,9	28,6
27	28,7	26,9	31,2
28	31,8	29,5	36,2
29	39,3	36,4	34,6
30	30,6	29,4	29,6
31	30,2	28,1	29,2
MÉDIA	33,3	30,6	31,7

Fonte: Autor.

ANEXO E – Quadro 5: Médias de temperatura (°C) das três leituras diárias (9,15 e 21 horas) das três estações durante o mês mais frio

DIA	BASE	TOPO	UFSM
1	22,5	22,9	18,3
2	23,3	23,7	21,6
3	25,6	25,5	24,0
4	24,4	23,9	25,3
5	22,4	21,2	23,0
6	10,4	9,4	11,7
7	14,2	14,2	13,2
8	16,3	15,8	13,6
9	12,3	11,9	12,0
10	14,1	14,1	12,8
11	18,1	17,5	16,7
12	13,4	13,4	13,8
13	12,4	12,7	11,6
14	15,7	15,5	13,6
15	13,1	12,1	13,4
16	10,5	9,2	10,3
17	8,0	7,8	8,0
18	9,7	8,9	9,3
19	9,8	9,4	8,6
20	8,8	8,9	7,7
21	9,6	10,1	9,2
22	12,2	12,9	9,4
23	19,6	19,4	14,3
24	20,2	19,8	17,7
25	22,1	23,5	20,2
26	12,5	11,5	13,0
27	10,5	10,0	10,5
28	11,1	9,8	9,9
29	13,7	15,2	12,1
30	19,5	20,8	16,3
31	25,8	25,5	24,7
MÉDIA	15,5	15,4	14,4

Fonte: Autor.

ANEXO F – Quadro 6: Médias da umidade relativa do ar (%) das três leituras diárias (9,15 e 21 horas) das três estações durante o mês mais frio

DIA	BASE	TOPO	UFSM
1	76	81	79
2	76	82	78
3	69	74	72
4	76	78	77
5	84	87	88
6	80	80	84
7	79	86	81
8	84	89	85
9	86	89	87
10	80	82	84
11	70	80	79
12	65	70	77
13	62	66	68
14	57	64	59
15	52	57	68
16	49	52	63
17	47	48	67
18	43	42	59
19	49	47	62
20	52	53	65
21	59	64	64
22	55	56	64
23	44	47	58
24	40	42	53
25	59	60	68
26	86	92	92
27	63	68	68
28	65	69	70
29	72	75	74
30	78	75	89
31	78	83	81
MÉDIA	66	69	73

Fonte: Autor.

ANEXO G – Quadro 7: Médias das temperaturas mínimas (°C) das três estações durante o mês mais frio

DIA	MÍN BASE	MÍN TOPO	MÍN UFSM
1	15,7	17,6	11,9
2	18,0	18,8	12,1
3	18,0	19,2	14,7
4	19,7	21,4	20,9
5	13,2	11,9	13,2
6	8,2	8,0	10,8
7	7,7	7,2	7,5
8	8,3	9,7	5,4
9	11,1	10,1	10,5
10	8,9	10,9	9,1
11	12,6	11,8	12,5
12	8,9	10,6	8,6
13	7,5	8,9	6,4
14	11,8	11,0	11,9
15	11,8	10,6	11,3
16	7,3	6,1	8,1
17	4,2	2,9	4,3
18	5,6	5,5	6,1
19	3,5	4,3	3,9
20	2,6	3,7	1,0
21	2,0	3,8	1,2
22	2,7	5,0	2,9
23	6,2	12,1	6,4
24	14,2	15,9	10,1
25	10,1	11,1	11,3
26	9,4	8,1	10,7
27	7,8	6,7	6,8
28	3,4	4,9	2,6
29	4,5	4,7	6,0
30	10,8	11,9	10,6
31	20,3	20,1	13,9
MÉDIA	9,5	10,1	8,8

Fonte: Autor.

ANEXO H – Quadro 8: Médias das temperaturas máximas (°C) das três estações durante o mês mais frio

DIA	MÁX BASE	MÁX TOPO	MÁX UFSM
1	27,1	28,3	24,8
2	27,6	28,1	27,5
3	29,2	29,4	29,5
4	26,7	25,8	27,0
5	29,4	28,8	28,1
6	12,8	11,7	13,2
7	18,1	19,4	18,3
8	20,0	21,6	18,8
9	14,3	14,3	14,5
10	18,1	16,5	14,1
11	24,2	24,0	21,1
12	17,0	16,5	17,0
13	16,4	15,0	13,3
14	18,7	18,0	15,1
15	15,7	15,6	15,7
16	13,3	12,8	13,0
17	11,2	11,0	10,6
18	12,5	12,5	13,3
19	12,8	12,2	13,2
20	12,8	12,6	12,3
21	13,1	12,9	13,4
22	15,6	15,6	15,2
23	24,5	24,6	21,8
24	23,7	23,1	22,9
25	27,6	28,0	27,0
26	17,2	22,8	26,6
27	13,3	14,1	13,4
28	13,3	12,4	13,6
29	18,3	23,6	16,4
30	27,3	26,3	21,3
31	29,0	28,5	28,8
MÉDIA	19,4	19,5	18,7

Fonte: Autor.