



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

TESE DE DOUTORADO

MICROCLIMA E BIOINDICADORES PALEOCLIMÁTICOS EM
PAISAGENS COM OCORRÊNCIA DE AREAIS EM SÃO FRANCISCO DE
ASSIS, RS, BRASIL

DAKIR LARARA MACHADO DA SILVA

ORIENTADORA: PROFA. DRA. DIRCE MARIA ANTUNES SUERTEGARAY

PORTO ALEGRE, MAIO DE 2009.

Silva, Dakir Larara Machado da
Microclima e bioindicadores paleoclimáticos em paisagens
com ocorrência de areais em São Francisco de Assis, RS, Brasil.
– Porto Alegre : IGEO/UFRGS, 2009.
[152 f.]. il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande
do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-
Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2009.
Orientação: Prof^a. Dr^a. Dirce Maria Antunes Suertegaray

1. Microclima. 2. Areais. 3. Cactáceas. 4. Bioindicador
paleoclimático. 5. Teoria dos refúgios. I. Título.

Catálogo na Publicação
Biblioteca do Instituto de Geociências - UFRGS
Miriam Alves CRB Prov. 10/3108

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

**MICROCLIMA E BIOINDICADORES PALEOCLIMÁTICOS EM PAISAGENS COM
OCORRÊNCIA DE AREAIS EM SÃO FRANCISCO DE ASSIS, RS, BRASIL**

DAKIR LARARA MACHADO DA SILVA

Orientadora: Profa. Dra. Dirce Maria Antunes Suertegaray

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Lima Sant`Anna Neto

Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes

Prof. Dr. Laurindo Antonio Guasselli

Prof. Dr. Luis Alberto Basso

Profa. Dra. Nina Simone Vilaverde Moura Fujimoto

Tese apresentada ao
Programa de Pós-Graduação
em Geografia como requisito
para obtenção do título de
Doutor em Geografia.

PORTO ALEGRE, MAIO DE 2009

AGRADECIMENTOS

Ao finalizar essa importante etapa da minha vida acadêmica, profissional e pessoal (pois envolveu a todos lá em casa), é fundamental destacar a participação e ajuda de algumas pessoas que contribuíram para que esta tese fosse concluída.

Primeiramente, não poderia deixar de agradecer a participação dos meus pais, a Terezinha Juraci e o Paulo Roberto, na realização da tese. Sou profundamente grato por tudo que vocês me proporcionaram ao longo da minha vida. Vocês dois foram os grandes incentivadores para que não só eu, o filho mais velho, mas os meus outros dois irmãos, o Kamir e o Zumbi, atingissem os nossos objetivos pessoais e profissionais, sempre pautados com aqueles conjuntos de valores que vocês dois sabem bem quais são: amor, ética, auto-estima, seriedade e tantos outros. Amo vocês dois!

Sei também que a construção desta tese se deu pela participação e auxílio de colegas do grupo de pesquisa Arenização/Desertificação Questão Ambiental – UFRGS/CNPq. Não poderia deixar de agradecer ao biólogo Luis Alberto Pires da Silva pela incansável parceria nos trabalhos de campo, suas explicações e interpretações sobre a dinâmica ecológica da área de estudo, suas fotos sempre precisas sobre a vegetação do local, além das subidas e decidas que fizemos juntos no Cerro da Esquina. Muito grato, amigo! Ao bolsista CNPq/PIBIC Mateus de Oliveira pela presteza e paciência na tabulação dos dados meteorológicos que foi essencial para a construção do gráfico de análise rítmica. À bióloga Elisete Maria de Freitas pela aplicação da técnica fitossociológica no transecto da área de estudo. Ao grupo de pesquisa como um todo, pois tanto as idas ao campo, bem como os equipamentos utilizados nas diversas medições foram custeados pelas suas verbas adquiridas junto ao CNPq.

À minha incansável companheira, amiga, geógrafa, pesquisadora, mãe, Maíra Rossato. Os teus vários auxílios e idéias, seja na formatação ou construção de partes do texto da tese, foram de extrema valia. Te amo demais! Saiba que o teu amor me tornou um homem melhor. Obrigado por tudo que tem feito por mim e, especialmente, por ser mãe da nossa linda Dandara. Vocês duas fizeram parte da tese.

Por fim, agradeço a minha orientadora, Dra. Dirce Maria Suertegaray, minha grande mentora, mestra e, acima de tudo, amiga. A tua persistência, determinação e, sobretudo, a tua sabedoria é algo notável! Nas horas mais difíceis tu estavas sempre me instigando. A tua entrega para que a tese fosse feita, jamais esquecerei, assim como a tua parceria e o teu constante incentivo. Jamais esquecerei a tua persistência ao meu lado no computador, dedicando um tempo, a ti, tão caro.

RESUMO

A tese que fundamenta esta pesquisa centra-se na idéia de que as cactáceas encontradas na área de estudo são bioindicadoras de climas pretéritos. Suas características em escala micro são similares aos seus ambientes de origem ou, ao sofrerem transformações, apresentam condições para estabelecimento e proliferação nesses ambientes. Mais especificamente, o objetivo é de analisar em escala microclimática, diferentes compartimentos da paisagem em áreas de ocorrência de areais, no município de São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul, Brasil. Isso possibilitará o reconhecimento das condições ambientais que dão suporte à variação e densidade de cactáceas e demais espécies (arbóreas e arbustivas) que compõem a cobertura vegetal em diferentes setores e, sua possível identificação como indicadores bioclimáticos. Derivada da necessidade de pesquisa em escala climática de detalhe elaborou-se, preliminarmente, uma análise em escala local. Posteriormente, através de um estudo experimental realizado através de medições de parâmetros climáticos ao longo de um ano experimental, analisamos o microclima da área objeto de investigação tomando como suporte unidades de paisagem. Identificamos, para cada unidade, a distribuição das diferentes espécies de cactáceas, além da caracterização de algumas espécies arbóreas e arbustivas. A presença de espécies de cactáceas em paisagens de ocorrência de areais e, em especial na área de estudo, retrata a característica bioindicadora deste táxon quanto aos aspectos climáticos pretéritos. Estas se constituíram ao longo do seu processo evolutivo, como um conjunto de espécies que, na sua relação com as particularidades geológicas atuais, apresentaram uma extrema amplitude modulativa (resposta fisiológica). Tal característica as possibilitou existirem mesmo com as alterações climáticas presenciadas durante o Pleistoceno/Holoceno, constituindo-se em palimpsestos geológicos em áreas restritas. Em síntese, esta pesquisa permite concluir que a área objeto de estudo se apresenta diversa sob diferentes escalas. Revela ainda diferentes ambientes do presente e do passado, os quais se constituem em unidades amostrais de espaços mais amplos, mais frios e secos no passado, mais quentes e úmidos nos tempos atuais. Contribuiu, em nosso entendimento, para decifrar as mudanças na paisagem ao longo do tempo e, por conseguinte, acrescentar elementos na construção da Teoria dos Refúgios.

Palavras-chave: Microclima; Areais; Cactáceas; Bioindicador Paleoclimático, Teoria dos Refúgios.

ABSTRACT

The thesis that supports this research is centered on the idea that cacti found in the study area are bioindicators of past climates. Micro-scale features are similar to their environments of origin or, when suffering transformations, present conditions for establishment and proliferation in these environments. More specifically, the objective is to analyze in microclimatic scale, different compartments of the landscape in areas of occurrence of sandy deposits in the municipality of São Francisco de Assis, Rio Grande do Sul, Brazil. This will make possible the recognition of environmental conditions that support the change and density of cacti and other species (tree and shrub) that compose the vegetation cover in different sectors and their possible identification as bioclimatic indicators. Derived from the need for research on climate scale of detail is developed, initially, an analysis on a local scale. Later, through an experimental study carried out by measurements of climate parameters over one year trial, we analyzed the microclimate of the area taking as object of research support units of landscape. We identify, for each unit, the distribution of the different species of cacti, besides the characterization of some tree and shrub species. The presence of species in landscapes cacti occurrence of sandy deposits and, in particular in the study area, shows the characteristic of this bioindicator taxon as to the climatic past. These are formed along its evolutionary process, as a set of species that in its relationship to the geocological particularities current showed an extreme amplitude modulated (physiological response). Such characteristic made it possible for them to exist, even with climate change that occurred over during the Pleistocene/Holocene, making them as geocological palimpsest. In synthesis, this research allows to conclude that the study area object presents a significant diversity under different scales. Also shows different environments of the present and past, which are sample units of larger spaces, more cold and dry in the past, warmer and wetter in the current times. Helped in our understanding, to decipher the changes in landscape over time and therefore add elements in the construction of the Refuges Theory.

Keywords: Microclimate; Sandy Deposits; Cacti; Paleoclimatic Bioindicator, Refuges Theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema que ilustra a concepção de geossistema de Bertrand, 1972.....	19
Figura 2 - Representação esquemática da estrutura e dinâmica de um geossistema para Bolós.....	23
Figura 3 - Unidades espaciais de paisagem e sua correspondência com unidades territoriais consideradas em outras ciências.....	24
Figura 4 – Fluxograma que indica o processo de desenvolvimento da tese.....	26
Figura 5 – Localização da área de estudo.....	27
Figura 6 – Delimitação do transecto e localização dos pontos de coleta de dados climatológicos.....	30
Figura 7 – Perfil esquemático do Cerro da Esquina, São Francisco de Assis, RS.....	31
Figura 8 - Massas de ar da América do sul, situação de verão.....	39
Figura 9 - Croqui com a identificação das estações meteorológicas selecionadas para delimitação do polígono.....	42
Figura 10 - Gráfico das médias mensais de insolação para o período de 1970-2000.....	47
Figura 11 - Gráfico das médias mensais de temperatura máxima para o período de 1970-2004.....	47
Figura 12 - Gráfico das médias mensais de temperatura mínima para o período de 1970-2004.....	48
Figura 13 - Gráfico das médias mensais de temperatura para o período de 1970-2004.....	49
Figura 14 - Gráfico das médias mensais de umidade relativa para o período de 1970-2004.....	49
Figura 15 - Gráfico das médias mensais de precipitação para o período de 1970-2004.....	50
Figura 16 - Gráfico das médias mensais de dias de geada para o período de 1970-2000.....	51
Figura 17 - Gráfico que representa o percentual dos sistemas atmosféricos atuantes, por mês, no ano experimental.....	56
Figura 18 – Gráfico de análise rítmica para o ano experimental.....	58
Figura 19 – carta sinótica do episódio 3.....	61
Figura 20 – Carta sinótica do episódio 4.....	63
Figura 21 – Carta sinótica do episódio 5.....	64
Figura 22 – Carta sinótica do episódio 6.	65
Figura 23 – Mapa da área de estudo com as unidades de paisagem compartimentadas.....	69
Figura 24 - Mosaico de fotografias que mostram uma visão panorâmica do Cerro da Esquina e suas unidades de paisagem.....	71
Figura 25 – (A) Vista parcial da base do Cerro da Esquina onde predomina a vegetação de campo que corresponde a unidade de paisagem 1 – Campo. (B) detalhe do tipo de vegetação que é encontrada nesta unidade de paisagem no seu limite de transição com o areal.....	75
Figura 26 – (A) Unidade de Paisagem 2, caracterizada pela presença de depósitos arenosos inconsolidados e ausência de vegetação. (B) Vista parcial do contato do areal com a vegetação de campo.....	77
Figura 27 – (A) Xilopódio – grupo das mirtáceas em P2. (B) Espécie Curupi, localizada na área de transição entre P2 e P3.....	78
Figura 28 – (A e B) Espécie curupi. (17/07/2008).	80
Figura 29 – (A) Unidade de Paisagem 3, caracterizada pela presença de matacões de rocha arenítica, solo com vegetação rasteira intercalada com areias. (B) Ênfase na presença constante de matacões e, ao fundo, o gradual aparecimento de vegetação de maior porte, transição para a unidade 4.....	80
Figura 30 – (A) vista frontal parcial do Cerro da Esquina, com destaque na parte superior da foto da Unidade de Paisagem 4, caracterizada pela presença de mata. (B) Vista interna da mata, evidenciando a característica de uma vegetação fechada, sombreada e com pouco espaçamento entre os indivíduos vegetais.....	82
Figura 31 – No P4, Timbaúva, <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vellozo) Morong.....	84

Figura 32 – O Gerivá, <i>Syagrus romanzoffiana</i>	86
Figura 33 – (A) Unidade de Paisagem P5, caracterizada pela vegetação de campo e intercalada por poucas árvores de médio porte ao longo do limite de transição com a Unidade de Paisagem P4 (21/10/2006). (B) Detalhe da vegetação de campo presente nesta unidade.....	87
Figura 34 – Representação esquemática da análise metodológica desenvolvida, baseada em Bolós i Capdevila (1981).....	89
Figura 35 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de temperatura do ar coletados nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.....	92
Figura 36 - Modelo da variação diurna da temperatura do ar, considerando um dia de equinócio, sem nebulosidade e ventos.....	93
Figura 37 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de amplitude térmica diária nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.....	94
Figura 38 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de umidade relativa do ar nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.....	96
Figura 39 - Estimativa da distribuição latitudinal dos saldos de radiação no sistema superfície-atmosfera e transporte meridional na direção dos pólos.....	97
Figura 40 – Estimativa do transporte meridional anual médio de energia realizado pela atmosfera (calor sensível e latente), pelo oceano (calor sensível) e por ambos (linha interrompida), na direção dos pólos.....	98
Figura 41 - Mostra a relação entre altura solar e declividade.....	105
Figura 42 - Domínios naturais da América do Sul no período de 13 mil a 18 mil anos, elaborado por Ab'Saber em 1977.....	108
Figura 43 - Dispersão da flora sérica latino-americana.....	109
Figura 44 – Tentativa de reconstituição da evolução de um perfil idealizado dos solos argilosos escuros com horizonte Ca.....	115
Figura 45 - Foto de Luis Alberto Pires da Silva de um inseto com intensa camuflagem com o substrato típico de um areal, Ordem dos ORTÓPTEROS e da Família <i>Ommexechidae</i> ; no Município de Alegrete, Fazenda Santo Antão, 2007.....	117
Figura 46 – Espécie de cactácea <i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor. (A) A primeira com flor aberta encontrada no ponto 1 e a segunda (B) com um fruto, registrada no ponto 3.....	121
Figura 47 – (A e B) Espécie de cactácea <i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc. Exemplares encontrados no ponto 3.....	122
Figura 48 – (A) Espécie de cactácea <i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman jovem encontrada no ponto 4. (B) mesma espécie, <i>Cereus</i> , agora adulto junto ao local de medições no ponto 4.....	123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resgate e síntese de conceitos de paisagem.....	18
Tabela 2 – Datas das saídas de campo realizadas para coleta dos dados meteorológicos no transecto e respectiva estação do ano.....	35
Tabela 3 – Exemplo de planilha de coleta de dados microclimáticos.....	35
Tabela 4 - Estatística descritiva para as séries utilizadas das estações meteorológicas de Santa Maria, São Borja e Uruguaiana.....	43
Tabela 5 – Valores referentes à estação de Santa Maria para o período de 1970-2004 para fins de contextualização do ano experimental.....	53
Tabela 6 – Valores referentes à estação de Santa Maria para o período de 1970-2004 para fins de contextualização do ano experimental.....	55
Tabela 7 – Episódios selecionados a partir da análise rítmica do ano experimental.....	59
Tabela 8 – Valores médios das variáveis para cada dia de coleta, por unidade de paisagem.....	67
Tabela 9 - Distribuição das espécies de cactáceas por unidade amostral por compartimento de paisagem.....	73
Tabela 10 - Distribuição das variáveis medidas em campo, identificadas pelas unidades de paisagem, datas e horários de coleta.....	91

SUMÁRIO

CAPA	
FOLHA DE ROSTO.....	i
AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	Vii
SUMÁRIO.....	viii
INTRODUÇÃO.....	01
Tema e objetivos.....	01
Justificativa.....	02
Referencial Teórico.....	04
<i>Arenização.....</i>	04
<i>O estado da arte da Microclimatologia.....</i>	09
<i>O caminho da Microclimatologia no estudo dos areais.....</i>	12
<i>Paisagem.....</i>	15
Metodologia.....	25
<i>Escolha da área de estudo, mapeamento e caracterização das paisagens individualizadas.....</i>	26
<i>Localização e caracterização da área de estudo.....</i>	26
<i>Compartimentação da área de estudo e definição do transecto.....</i>	29
<i>Mapeamento das unidades de paisagens.....</i>	31
Análise Climática.....	32
<i>Análise climática do entorno.....</i>	32
<i>Análise climática local.....</i>	33
<i>Análise micro e topoclimática.....</i>	34
<i>O levantamento quali-quantitativo de cactáceas e caracterização de espécies arbóreas e arbustivas.....</i>	36
<i>Compartimento de paisagens e bioindicadores.....</i>	36
CAPÍTULO I	
A DINÂMICA CLIMÁTICA REGIONAL: O SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL.....	37
1.1. Os principais centros de ação.....	37
1.2. As massas de ar atuantes.....	38
1.3. Os sistemas frontais.....	40
1.4. As características do clima no sudoeste do Rio Grande do Sul.....	41
1.5. A precipitação e a temperatura – principais aspectos.....	44
1.6. Caracterização das variáveis meteorológicas na região.....	46
1.7. Análise Rítmica.....	52
1.7.1. A condição dominante no ano experimental.....	53
1.7.2. Episódio 1: mPa – Inverno extremo – 01/08/2006.....	60
1.7.3. Episódio 2: mPa – Inverno típico – 21/08/2006.....	60
1.7.4. Episódio 3: mTc – Verão Médio (Típico) - 09/02/07.....	61
1.7.5. Episódio 4: mTc – Verão Extremo - 16/02/07.....	62

1.7.6. <i>Episódio 5: FPA – Avanço de Frente típico Inverno - 16/07/06</i>	63
1.7.7. <i>Episódio 6: FPA – Avanço de Frente típico verão - 22/01/07</i>	65
1.7.8. <i>Condições meteorológico-climáticas dominantes nos dias experimentais</i>	66
CAPÍTULO II	
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DEFINIÇÃO DO TRANSECTO DA PAISAGEM.....	68
2.1. As unidades de paisagem na área de estudo.....	68
2.2. Caracterização das unidades de paisagem.....	70
2.2.1. <i>Paisagem de rampa com cobertura de campo (P1)</i>	75
2.2.2. <i>Paisagem de rampa com presença de areais (P2)</i>	77
2.2.3. <i>Paisagem de encosta com presença de rocha aflorante (P3)</i>	78
2.2.4. <i>Paisagem de encosta com cobertura arbóreo-arbustiva (P4)</i>	81
2.2.5. <i>Paisagem de topo com cobertura de campo (P5)</i>	87
CAPÍTULO III	
ANÁLISE TOPO E MICROCLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO.....	89
3.1. Análise microclimática: o comportamento sazonal das variáveis.....	90
3.1.1. <i>A temperatura</i>	90
3.1.2. <i>A umidade relativa do ar e precipitação</i>	95
3.1.3. <i>Relação entre solo, ar e vegetação</i>	97
3.1.4. <i>Pressão atmosférica e velocidade do vento</i>	103
3.2. Análise topoclimática.....	105
CAPÍTULO IV	
UNIDADES DE PAISAGENS, BIOINDICADORES E INTERPRETAÇÃO PALEOCLIMÁTICA.....	107
4.1. Considerações sobre a Teoria dos Refúgios.....	110
4.2. Sudoeste do Rio Grande do Sul, campos, areais e bioindicadores paleoclimáticos.....	114
4.3. Unidades de paisagem, microclima e bioindicadores paleoclimáticos.....	120
4.3.1. <i>A paisagem de rampa com cobertura de campo (P1)</i>	120
4.3.2. <i>A paisagem de rampa com presença de areais (P2)</i>	121
4.3.3. <i>A paisagem de encosta com presença de rochas aflorantes (P3)</i>	121
4.3.4. <i>A paisagem de encosta com cobertura arbóreo-arbustiva (P4)</i>	122
4.3.5. <i>A paisagem de topo com cobertura de campo (P5)</i>	124
4.3.6. <i>As condições microclimáticas</i>	124
4.3.7. <i>Microclima e microrrefúgios</i>	126
CONCLUSÕES.....	130
REFERÊNCIAS.....	136
ANEXO A.....	145

INTRODUÇÃO

Tema e objetivos

Esta tese articula-se com a temática da Análise Ambiental, na linha de pesquisa Arenização no Sudoeste do Rio Grande do Sul, e ainda com o projeto do grupo de pesquisa Arenização/Desertificação Questão Ambiental - UFRGS/CNPq.

Em sua essência, a proposta de tese visa fazer uma análise climática na escala micro, em diferentes compartimentos de paisagem em área de ocorrência de areais. A partir da análise climática buscar-se-á uma interação com outros elementos que estruturam a paisagem como por exemplo, o relevo (altimetria, declividade e forma), cobertura vegetal e solos. Neste processo de interação de diversas variáveis, se dará ênfase na cobertura vegetal, em especial à classificação de tipos de cactáceas e vegetações arbóreas e arbustivas, ao longo dos diferentes setores de paisagem da área de estudo, com intuito de fornecer informações de indicadores paleoclimáticos.

A tese que fundamenta esta proposta está balizada na idéia de que as cactáceas encontradas na área de estudo são bioindicadores¹ de climas pretéritos e localizadas em determinados compartimentos da paisagem. Suas características em escala micro são similares aos seus ambientes de origem ou, mesmo ao sofrerem transformações, apresentam condições para estabelecimento e proliferação de tais espécies nesses ambientes.

Assim sendo, constitui objetivo principal desta tese analisar em escala microclimática, diferentes compartimentos da paisagem em áreas de ocorrência de areais (Município de São Francisco de Assis), com vistas ao reconhecimento das condições ambientais que dão suporte à variação e densidade de cactáceas e outras espécies (arbóreas e arbustivas) que compõem a cobertura vegetal nos diferentes setores e sua possível identificação como indicadores bioclimáticos.

¹ Segundo (IBGE, 2002, p.44), bioindicador constitui "*animal ou vegetal cuja presença em um determinado ambiente indica a existência de modificações de natureza orgânica, física ou química*".

Mais especificamente têm-se como objetivos:

- 1) compartimentar, a partir do relevo (características geológicas, altimetria, orientação, forma, declividade), solos e cobertura vegetal, os setores de paisagens na área de estudo, utilizando-se de imagens de satélite, cartas topográficas e trabalho de campo;
- 2) definir o transecto (objeto de estudo) a partir da compartimentação anterior, bem como analisar o micro clima na interação com a cobertura vegetal, relevo e solos;
- 3) caracterizar o clima local a partir da análise rítmica para o ano experimental (2006/2007) em relação à dinâmica climática local/regional;
- 4) identificar a diversidade de espécies de cactáceas, a partir de parâmetros como variedade e frequência nos distintos compartimentos de paisagem, tomando como referência o transecto (polígono) em estudo;
- 5) Avaliar as condições ambientais dos compartimentos com ocorrência de cactáceas, além de espécies arbóreas e arbustivas, objetivando associá-las como possíveis indicadores ambientais de climas secos do passado.

Justificativa

No âmbito dos estudos da Climatologia, poucas foram as contribuições efetivas para a compreensão do clima na escala local e sua interação com as diferentes superfícies que compõem os locais de ocorrência dos areais.

No Rio Grande do Sul, os estudos de microclima desenvolvidos por geógrafos priorizam áreas urbanizadas, destacando-se Porto Alegre e Região Metropolitana e o município de Santa Maria e arredores.

Na área abrangida por Porto Alegre, os trabalhos desenvolvidos ligam-se diretamente com o estudo de ilhas de calor, qualidade do ar e conforto térmico na cidade (HASENACK, 1989; HASENACK & FLORES, 1995; HASENACK & FLORES, 1994; HASENACK, ROCHA & FERRARO, 1998; HASENACK & FERRARO, 2000).

É importante destacar a pesquisa desenvolvida por Maria da Graça Barros Sartori na área de clima urbano e percepção climática na Universidade Federal de Santa

Maria no Rio Grande do Sul, uma vez que o grande volume de trabalhos realizados nesta área é orientado e/ou desenvolvidos por esta pesquisadora. Aqui não serão citadas todas as pesquisas por ela desenvolvidas, portanto foi feito um levantamento dos trabalhos mais recentes. Suas pesquisas, de modo geral, estão centradas em trabalhos de percepção climática (SARTORI, 2000; SARTORI *et al.*, 2006; WOLLMANN *et al.*, 2006), análise rítmica (SARTORI, 1979; RIBEIRO *et al.*, 2007; ROSSATO *et al.*, 2007; WOLLMANN *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2007) e microclima associado ao conforto térmico (PATUSSI *et al.*, 2002; SAYDELLES *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2004; MONTEBLANCO *et al.*, 2007).

Existem alguns trabalhos sobre microclimatologia nas áreas rurais, porém desenvolvidos por outras áreas, como a Agronomia. Vieira *et al.* (2003) estudaram a influência do microclima de um sistema agroflorestral no crescimento e composição química da ervamate (*Ilex paraguariensis*), na região do Planalto do Rio Grande do Sul. Fontana *et al.* (1991a e 1991b) abordaram questões microclimáticas em estudo sobre o balanço de radiação em culturas de soja. Farias *et al.* (1993) trabalharam com as alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica.

Percebe-se assim que na Geografia existe uma lacuna nos estudos microclimáticos em áreas não urbanizadas. O estudo proposto para esta tese de doutoramento busca, portanto, iniciar os esforços no preenchimento desta lacuna, sob viés geográfico, buscando ampliar os conhecimentos sobre a climatologia local no Rio Grande do Sul.

Esta tese vincula-se a um grupo interdisciplinar e possui uma função específica que é de fornecer informações climáticas para a identificação de indicadores paleoclimáticos. Neste sentido, justifica-se pela possibilidade de promover uma discussão e trocas de experiências sobre diferentes temas sobre questões relativas à dinâmica da natureza em áreas de ocorrência de areais.

No âmbito do tema proposto (arenização) poucos são os trabalhos de interface com o clima, pois até então o grupo de pesquisa desta temática vem construindo análises de interface com áreas do saber, como por exemplo, a Arqueologia (BELLANCA, 2002; BELLANCA e SUERTEGARAY, 2003), o Turismo (CÂNDIDO, 2003), a Botânica (TRINDADE, 2003; FREITAS, 2006), Agrária (SUERTEGARAY, 1987; VERDUM, 1997), a Zoologia (PIRES DA SILVA, 2008) entre outros.

Com esta tese, surgiu, então, a possibilidade de um estudo mais aprofundado sobre a climatologia da área, o que certamente contribuirá para o entendimento da morfogênese dos areais.

Justifica-se, também este estudo, pelo desenvolvimento de uma metodologia de análise climática em escala local, especialmente na escala microclimática que poderá ser aplicada em outras áreas. Este é um aspecto que merece ser destacado, pois como citado anteriormente, poucos são trabalhos que abordam tal temática.

Neste processo de investigação, destaca-se a análise microclimática como uma contribuição inovadora para compreensão da morfogênese e morfodinâmica da paisagem em processo de arenização, na medida em que se busca, através da identificação de cactáceas e algumas espécies arbóreas e arbustivas e seu ambiente de desenvolvimento, possíveis indicadores paleoclimáticos.

Referencial Teórico

Os conceitos que estruturam o suporte teórico desta tese são: arenização, microclima e paisagem. Diante disto, este referencial resgata parte do estado da arte de cada conceito e explicita o direcionamento adotado neste processo de investigação.

Arenização

A temática da arenização constitui objeto de pesquisa que se inicia em 1983 com o início do doutoramento de Suertegaray. Com a conclusão de sua tese em 1987, passa a ser divulgado o conceito de arenização, conceito este, elaborado pela autora, para explicar o processo de "degradação de terras", amplamente, divulgado na imprensa como processo de desertificação.

Os estudos relativos a esse tema têm prosseguimento com a criação de um grupo de trabalho vinculado ao CNPq e com a contribuição da tese de Verдум (1997) sobre o tema, em particular na sua compreensão hidro-climática e antrópica. Desde então

sucessivos trabalhos vêm sendo divulgados sobre o tema, produtos de pesquisas desenvolvidas através de projetos do próprio grupo ou de orientações de mestrado e doutorado. Entre os principais trabalhos cabe destacar: Suertegaray (1987, 1992, 1998); Verdum (1997); Suertegaray; Guasselli; Verdum (orgs.); Basso; Medeiros, Martins; Rossato; Bellanca; Bertê (2001) e Suertegaray; Verdum; Bellanca; Uagoda (2005). Cabe destacar, mais recentemente, também, os trabalhos realizados nas atividades de orientação relativos às bolsas de iniciação científica e mestrado: de Andrades Filho (2007) e Pires da Silva (2008).

Objetivando expressar parte do conhecimento construído e divulgado através das obras acima referidas optamos por apresentar uma breve exposição sistematizando esse conceito.

O Rio Grande do Sul, na sua porção sudoeste, apresenta um conjunto de áreas que se caracterizam pela falta de cobertura vegetal, constituindo visualmente extensas áreas de solo arenoso descoberto. Tais áreas foram reconhecidas pela comunidade local como areais, nomenclatura utilizada na documentação histórica referente a esse fenômeno. A dinâmica associada a essas formações foram bastante debatidas na década de 70 (1975/1979), permanecendo, a mesma, um tanto esquecida no início dos anos 80. Desde 1985, o processo de formação de areais voltou aos debates.

As áreas de ocorrência de areais estão diretamente vinculadas aos municípios de Quaraí, Alegrete, Itaqui, São Francisco de Assis, Manuel Viana, Maçambará, Unistalda, São Borja, Rosário do Sul e Cacequi. A extensão de areais para o conjunto desses municípios é de 3.600 hectares, aproximadamente.

Desta forma, pode-se dizer que o sudoeste do Rio Grande do Sul é a região que apresenta expressiva ocorrência de áreas arenosas desprovidas de cobertura vegetal. Estas áreas, reconhecidas regionalmente como areais, localizam-se, mais precisamente, entre as latitudes de 20° e 31°S e as longitudes 54°30' e 58°45' W (SUERTEGARAY; GUASSELLI; VERDUM, 2001).

Os areais são manchas de pequeno, médio e grande porte, que se individualizam ao longo de uma área de cobertura vegetal, constituídos de areias desprovidas de vegetação e em constante ataque por processos pluviais e eólicos. Além destas manchas, a área também apresenta o que se denomina focos de arenização, ou seja, áreas onde a

cobertura vegetal é rarefeita e onde é significativa a presença de ravinas e voçorocas. Por arenização entende-se o processo que dá origem aos areais e consiste no *"retrabalhamento de depósitos areníticos pouco ou nada consolidados e que promovem, nessas áreas, uma dificuldade de fixação da vegetação devido à constante mobilidade dos sedimentos"* (SUERTEGARAY, 1987).

O processo de arenização e a ocorrência de areais seguem um padrão de localização característico na área e dominam, predominantemente, as médias vertentes das colinas ou morros testemunhos, formas de relevo típicas da região. O substrato sobre o qual esse processo se desenvolve é arenoso, decorrente, na sua grande parte da deposição eólica pretérita, cuja vegetação original é a de campo.

Estudos de geologia feitos por Veiga, Medeiros e Suertegaray (1987) indicam para essas áreas duas unidades areníticas diferenciadas (A e B), de idade provavelmente cenozóica. Nestes setores (médias vertentes) dominam processos de ravinamentos e voçorocamentos, associados, em geral, a bacias de captação fluvial à montante. O progressivo desenvolvimento de ravinas e voçorocas levaria, em fases posteriores, a uma coalescência de depósitos arenosos à jusante. Esta deposição, associada à expansão lateral e remontante das ravinas e voçorocas, promove a formação do areal propriamente dito.

É importante frisar que na região de ocorrência de areais dominam os solos arenosos, os quais apresentam diferentes teores de areia. A análise preliminar feita por Suertegaray (1987) para as amostras da unidade A (unidade fluvial) indica os seguintes percentuais de areia: 27%, 46%, 12% e 87%. Para a unidade B (unidade eólica) o valor encontrado é de 94,88%. Os valores menores correspondem às áreas cuja cobertura vegetal é de campo (27%). O valor 94,88% é representativo de um areal propriamente dito, portanto, área sem cobertura vegetal, que sofre constante processo de remoção de sedimentos pelo vento e/ou água.

Os areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul constituem feições antigas da paisagem, associam-se a uma dinâmica hídrica e eólica sob solos frágeis. Resultam de uma associação de processos que mais recentemente são intensificados pelo uso do solo (SUERTEGARAY, 1987; VERDUM, 1997).

Suertegaray (2009, p.27-28) ao sistematizar o conhecimento relativo a essa temática apresenta os principais condicionantes à ocorrência da arenização.

- **"Bioma de ocorrência.** *Os areais ocorrem no bioma Pampa, este Bioma é caracterizado por um substrato de solos rasos. No caso específico dos areais, a ocorrência é em substrato arenoso. Este é recoberto por vegetação de campo entremeado, nas áreas mais úmidas, vales de rios e encostas de morros, de vegetação de mata. A vegetação de campo é caracterizada como uma vegetação relicto, ou seja, é uma vegetação típica de ambientes mais secos. Atualmente sua persistência deve-se às adaptações feitas e aos solos característicos da região que favorecem a sua manutenção.*

- **Característica dos solos.** *Os solos onde ocorrem os areais ou o processo de arenização, conforme já indicamos, são solos novos, formações muito recentes, rasos ou profundos, frágeis com baixo teor de matéria orgânica – inferior a 1% – e de nutrientes. Solos arenosos "altamente suscetíveis à erosão hídrica e eólica". A erosão que se observa nesses solos é erosão em sulcos. Estas dão origem as ravinas e voçorocas. A erosão eólica só ocorre quando este solo não está coberto. Denominam-se esses solos, mais recentemente, de Neossolos Quartzarênicos Órticos.*

- **A dinâmica hídrica.** *Nessas áreas o processo de arenização se associa a presença da água e não a escassez como no caso de áreas desertificadas. A dinâmica da água nesses solos, em particular no que se refere à erosão está associada a processos superficiais concentrados. Estes originam sulcos, ravinas e voçorocas. O escoamento laminar não é característico dessas áreas devido a dois condicionantes fundamentais: 1) a presença de solos arenosos com elevada capacidade de infiltração. Experimentos feitos na área demonstraram que de 100% da chuva precipitada em um dia 97% infiltra, sob solo com cobertura de gramínea. 2) a cobertura de campo como protetora do solo. Assim, sob área com cobertura de campo, quando os fatores de formação de sulcos não estão presentes, os solos são preservados.*

- **O regime das chuvas.** *A dinâmica hidro-climatológica foi estudada por Verdum (1997). Com base em sua tese as chuvas irregulares e por vezes torrenciais na região são os processos fundantes da dinâmica das voçorocas.*

- **O condicionante estrutural associado ao escoamento subsuperficial.** *Mais recentemente, pesquisas desenvolvidas na área por Uagoda (2004), Andrades Filho et al. (2007) e Suertegaray et al. (2008) indicam que os processos de ravinamento e voçorocamento estão vinculados a estrutura de base, ou seja, o substrato rochoso. Nesse substrato a presença de lineamentos condiciona os fluxos hídricos reativando antigos canais de drenagem e favorecendo a formação de ravinas e voçorocas.*

- **O uso do solo sem o manejo adequado.** *Considerando que os solos onde ocorrem os areais são frágeis, estes, são altamente susceptíveis a erosão. Quando o manejo agrícola desses solos, particularmente através de maquinaria pesada promove a formação de sulcos estes podem evoluir para a formação de ravinas e voçorocas. A atividade pastoril de forma intensiva em número de cabeças por hectare também é indicada como causadora de erosão. Neste caso, a erosão se vincula à formação de sulcos pelo pisoteio de gado através de trilhas”.*

Diante da consideração de que **a vegetação de campo é caracterizada como uma vegetação relicto, ou seja, é uma vegetação típica de ambientes mais secos** e, da necessidade de prosseguir a pesquisa no âmbito da análise paleoambiental, considera-se relevante o entendimento das condições climáticas em escalas de maior detalhamento. Em razão disto optou-se por investigar, em especial, condições ambientais em escala microclimática. O entendimento da dinâmica climática em unidades de paisagem pode ser revelador de ambientes associados a enclaves de flora e fauna capazes de revelar configurações de ambientes do passado.

Com base no conhecimento até então obtido sobre os areais, derivado da necessidade de pesquisa em escala de clima de detalhe, nesse projeto de tese, partimos preliminarmente de uma análise em escala local, no que se refere à análise climática. Posteriormente, através de um estudo experimental realizado através de medições de parâmetros climáticos, ao longo de um ano experimental, analisa-se o micro clima da região, tomando como suporte unidades de paisagem.

O estado da arte da Microclimatologia

Os estudos de microclimatologia iniciaram-se no século XIX, na Finlândia, com Theodor Homém (1858-1923). Mais precisamente em 1893, Homém realizou medidas comparativas do balanço térmico em diferentes tipos de solo. Gregor Kraus (1841-1915), botânico de Würzburg (Alemanha), publicou em 1911 o livro "*Solo e Clima nos Espaços mais Ínfimos*", sendo apontado como o pai da microclimatologia. Na sua área de estudo, a atenção de Kraus foi despertada por estações com condições extremas que o fizeram medir e observar o comportamento de alguns parâmetros microclimatológicos (GEIGER, 1961).

A microclimatologia, nos seus fundamentos e aplicações práticas, seria depois desenvolvida por Wilhelm Schmidt (1883-1936) em Viena e por August Schmaub (1877-1954) em Munique (*Ibidem*). Desde então cientistas dos mais variados ramos e países se interessaram pela investigação desta ciência.

No Brasil os estudos de microclima, na área de Geografia, ganharam vultuosidade a partir da obra de Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (1976) intitulada "Teoria e Clima Urbano", resultado da sua tese de livre docência defendida no ano de 1975 na Universidade de São Paulo. Nesta desenvolveu uma proposta teórico-metodológica para o estudo do ambiente atmosférico urbano denominada S.C.U. – Sistema Clima Urbano. A partir daí, uma variedade de pesquisas foram desencadeadas com base na proposta desenvolvida por Monteiro. De acordo com Mendonça (MONTEIRO & MENDONÇA, 2003, p.7-8),

"observou-se então que, nas duas últimas décadas, aquela publicação única de 1976 transformara-se em matriz para o desenvolvimento de inúmeras cópias utilizadas em várias partes do país e mesmo no exterior, comprovando que uma boa proposta teórica, a despeito das dificuldades de publicação comercial, ganha legitimidade pela importância que encerra. Sua aplicação em variados estudos de caso permitiu tanto a verificação de suas potencialidades, possibilidades e rigor científico quanto eclodiu na sua consolidação, levando alguns pesquisadores a atribuir a Monteiro a criação de uma escola brasileira de climatologia (Dr. João Afonso Zavattini/UNESP) e de uma escola brasileira de climatologia urbana (Dr. Francisco Mendonça/UFPR)."

Assim, amparados na teoria do clima urbano, os trabalhos de Azevedo (2001), Tarifa & Armani (2001a, 2001b), Tarifa & Azevedo (2001) tratam do clima na cidade de São Paulo. O livro denominado "Clima Urbano" organizado por Francisco Mendonça e Carlos Augusto Figueiredo Monteiro em 2003 traz estudos de casos de quatro cidades do Brasil.

São exemplos elucidativos da aplicação do S.C.U. nas cidades de Londrina, Salvador, Curitiba e Rio de Janeiro.

Também buscando caracterizar o clima urbano de outros municípios e apresentar relação com o conforto térmico da população destacam-se os trabalhos de Ribeiro & Reis (2004) em Contagem (MG), de Sartori (1979, 2004) em Santa Maria (RS) e Coltri *et al.* (2007) em Piracicaba (SP).

Existem estudos que tratam de microclima em lugares específicos como favelas, campus de universidade, manguezais, áreas verdes em cidades e até mesmo interiores de escolas e casas noturnas. Pesquisas foram desenvolvidas na favela de Paraisópolis em São Paulo para compreender a influência da ocupação do solo nos parâmetros microclimáticos (Silva & Ribeiro, 2005 e 2006) ou buscando monitorar e avaliar o conforto térmico em ambiente interno de longa permanência em cinco habitações com tecnologia e padrão construtivos diferentes (Dechandt *et al.*, 2003).

Ely (2000) fez a caracterização do ambiente microclimático do Campus da Universidade Estadual de Londrina (PR) na situação de inverno do ano de 1999 através das correlações dos elementos climáticos com o relevo e principalmente com o uso do solo do campus. Galvani & Lima (2006), ao compararem os dados estruturais da vegetação dos manguezais da Barra do Ribeira-Iguape/SP e relacioná-los com os atributos climáticos, confirmaram a importância da vegetação como controlador climático especialmente quando a escala de trabalho é a microclimática.

Jesus & Braga (2005) trabalharam microclima quando fizeram a análise espacial das áreas verdes urbanas da Estância de Águas de São Pedro – SP e Silva & Ferreira (2007), quando desenvolveram o estudo biogeográfico das áreas verdes e da arborização ligada ao sistema viário na região central da cidade de Juiz de Fora (MG).

Monteiro & Azevedo (2005) elaboraram uma pesquisa que tinha o objetivo de comparar o microclima de dois fragmentos de mata semelhantes fisicamente, mas distintos quanto ao uso do solo do entorno. Um deles está inserido na matriz urbana do município de São Paulo e o outro numa matriz agro-florestal na zona rural em Caucaia do Alto, município de Cotia.

Sobre microclima e conforto térmico, destacam-se os trabalhos de Madazio *et al.* (2003) e Montebianco *et al.* (2007). O primeiro monitora e avalia o conforto térmico de salas de aula de uma escola municipal de São Paulo construída toda em estrutura metálica, confirmando a insalubridade e inadequação dos ambientes internos aos fins a que se destinam. O segundo trata do desconforto térmico em casas noturnas de Santa Maria (RS).

Conforme citado anteriormente, trabalhos sobre microclima são elaborados em outros países, a exemplo da Espanha, onde Izquierdo *et al.* (1998) realizaram pesquisa sobre o microclima urbano na cidade de Logroño. No México, Davydova-Belitskaya *et al.* (1999) levantaram dados sobre a contaminação da cidade de Guadalajara, a partir de um estudo integral do microclima, relacionando-o com a topografia e com a situação ecológica, através da monitoração de parâmetros meteorológicos. Nesse mesmo país, Castillo & Garza (2002) pesquisaram sobre o impacto do desmatamento no microclima da sub-bacia do Rio Corona, Tamaulipas.

Seguindo a linha que traça a relação entre desmatamento e suas consequências sobre o microclima encontram-se trabalhos realizados na Amazônia desenvolvidos por Bezerra & Trindade (2006) e por Alves *et al.* (1999).

Estudos de microclima são desenvolvidos para fornecer explicação total ou parcial de processos geomorfológicos, como é o caso da tese de doutorado de Montezuma (2005) que trata da relação entre alterações microclimáticas e deslizamento em clareira do Parque Nacional da Tijuca, no Rio de Janeiro. A tese de Figueiró (2005) aborda as mudanças ambientais na interface floresta cidade e propagação de efeito de borda no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro, destacando o comportamento do microclima como um dos melhores indicadores para delimitação deste efeito. Trabalhando ainda nesta interface, Rossi & Queiroz Neto (2001) tratam das relações solo/paisagem em regiões tropicais úmidas, incluindo o microclima como agente de formação de solos. Araújo *et al.* (2005) avaliaram pontos de vulnerabilidade à erosão ocasionados pela ação solar numa microbacia hidrográfica no semi-árido da Paraíba.

O microclima de um dado local também pode ser utilizado enquanto elemento de caracterização desse local e não como um objeto de estudo em si. É o caso dos trabalhos de Costa (2006) que trata da variabilidade climática e a geografia humana na Amazônia; de Silva *et al.* (2006) que aborda as condições ambientais da Reserva Ecológica Estadual da

Mata do Pau Ferro, Areia, PB; de Passos (2006) que trabalha as potencialidade à evolução paisagística no noroeste do Paraná e Fávero *et al.* (2003) que faz o mapeamento da vegetação e usos da terra da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP.

No que se refere ao aperfeiçoamento de metodologias de mapeamento em escalas topo e microclimáticas, Azevedo (2002) desenvolveu em conjunto com alunos de Geografia na disciplina Estágio Supervisionado em Climatologia, um trabalho que tinha como objetivo testar numa área piloto se unidades topo e/ou microclimáticas urbanas propostas por outros autores, em trabalho recente (TARIFA & ARMANI, 2001a), correspondem a propriedades e processos realmente distintos da camada de ar junto ao solo.

Entretanto, como se sabe, estudos de microclimatologia não são exclusividade da Geografia. Áreas como Arquitetura e Engenharia vêm desenvolvendo trabalhos que enfatizam o microclima e sua relação com conforto térmico na construção de edificações e organização de espaços interiores. Neste viés destaca-se a investigação de Duarte e Serra (2003), que tinha como objetivo medir as correlações entre a temperatura do ar e alguns parâmetros de ocupação do solo usando variáveis de planejamento que podem ser regulamentadas pela legislação municipal, mostrando a existência de fenômenos climáticos urbanos diferenciados para o período diurno e noturno. A partir das correlações encontradas é proposto um indicador relacionando densidade construída, arborização e superfícies d'água em áreas urbanizadas, a fim de orientar as medidas necessárias para amenizar o rigor climático nas cidades da região.

Amodeo *et al.* (2007) fazem o levantamento de dados de microclima urbano para estimar as possíveis economias e a melhor eficiência no consumo de energia de uma edificação, seja na fase de projeto ou o potencial de redução no consumo de energia elétrica de edifícios já construídos.

O caminho da Microclimatologia no estudo dos areais

Na perspectiva de interpretação da gênese dos areais, é necessário o entendimento das condições climáticas em escalas de maior detalhamento, em especial na

escala microclimática, pois os mecanismos de arenização nestes locais resultam, dentre outros elementos, da interação climática, litológica, edáfica e biológica.

A proposta da análise climatológica deste projeto baseia-se nos conceitos climáticos de Tarifa (2002). Para este autor (*Ibidem*, p.86)

"(...) não há necessidade de se definir escalas fixas de espaços climáticos, pois as combinações são muitas, o clima local ou de um lugar se constitui de uma realidade viva, induzida pela combinação dos controles e atributos, e onde a sucessão e a composição da totalidade dos ritmos dos estados da atmosfera é homogênea e habitual."

Os estudos clássicos de climatologia estão fundamentados na tríade de escalas e hierarquias de abordagens: planetária (global), regional e local. Para os estudos climatológicos locais, deve-se levar em consideração as influências regionais e planetárias, mas localmente, têm-se também, fatores de controles climáticos tão ou mais relevantes do que os de escala planetária e regional.

Aqui se entende clima como série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual (SORRE, 1934). Estes estados, os quais constituem o tempo meteorológico, caracterizam-se

"(...) pelas suas propriedades dinâmicas e estáticas da coluna atmosférica, composição química, pressão, tensão dos gases, temperatura, grau de saturação, comportamento quanto aos raios solares, poeiras ou matérias orgânicas em suspensão, estado do campo elétrico, velocidade de deslocamento das moléculas, etc." (SORRE, 2006, p. 90).

Portanto a noção de tempo e, por consequência, a noção de clima, são noções sintéticas.

As idéias trazidas anteriormente representam o que Sorre considera como clima local. Para este autor (*Ibidem*, p.90), *"em cada instante dado e em cada ponto do globo, a atmosfera é uma combinação singular que tem muito pouca chance de se reproduzir de uma maneira perfeitamente idêntica"*.

Portanto, o microclima, para Sorre (*Ibidem*, p.91), parte do *"(...) clima local ou estacional, porque ele corresponde a uma realidade concreta e, num certo sentido, elementar"*. A noção de clima local não esgota todas as possibilidades de análise, pois existem gradações imperceptíveis, se considerarmos uma porção de ar atmosférico em torno de um ponto, inserida em uma coluna atmosférica sobre um lugar.

"O importante é notar que ela não representa o resultado de uma análise crítica dissociada da noção de clima local: é o complemento necessário disso. Como o microclima define as condições de vida particulares ao interior de uma estação, o mesmo deve ser tomado em consideração seja pelo biólogo, pelo agrônomo ou pelo médico. O clima local nem por isso deixa de ser fato fundamental (Ibidem, p.91).

A abordagem microclimática pressupõe a compreensão e análise de dois conceitos importantes: topoclima e microclima. Segundo Tarifa (2002, p. 86-87), "os topoclimas são marcados por uma identidade associada à forma, à orientação, à declividade em relação à trajetória aparente do Sol e ao deslocamento do ar, ou seja, o vento." Por sua vez o microclima pode ser interpretado de várias formas. Entre as várias definições, o autor adota a de Geiger (1961), para quem o microclima se refere ao clima próximo do solo compreendendo os dois metros mais baixos da atmosfera. Esta pesquisa também adotou essa definição.

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o microclima diz respeito ao movimento turbulento do ar na superfície e sua relação com determinados obstáculos à circulação do ar, aspectos de uso e ocupação do solo, entre outros. Os autores consideram que o microclima é a menor e mais imprecisa unidade escalar climática, pois sua extensão pode ir de alguns centímetros até algumas dezenas de metros da superfície.

É importante salientar que a área limite correspondente a esses dois conceitos não precisa ser muito rígida, pois, dependendo do tipo de cobertura e da topografia da superfície, ter-se-ão variações nos seus limites.

Salienta-se que nesta tese, a análise rítmica assume importância podendo ser brevemente caracterizada como um processo interativo entre a circulação atmosférica e os elementos do clima tratados numa seqüência temporal (Monteiro, 1971). Citando Tarifa (2001, p.29), "o ritmo é um dos caminhos possíveis para se compreender a interação dialética entre os fenômenos físicos, biológicos, humanos e sociais do (no) espaço em um determinado lugar da superfície da Terra".

Assim sendo, para uma análise rítmica faz-se necessário uma articulação em diferentes escalas de análise climática. Operacionalmente, este caminho metodológico exige uma análise diária dos elementos do clima e a variabilidade de seus parâmetros na relação com a dinâmica atmosférica regional/geral. A partir destas duas escalas de abordagem é relevante destacar que o estudo não irá somente objetivar a análise média dos

elementos do clima, mas seu comportamento e variabilidade ao longo do período estudado.

Nesse sentido, cabe dizer que as referências fundamentais para o desenvolvimento operacional do estudo em pauta centram-se nos trabalhos de análise rítmica do clima, proposta e desenvolvida por Monteiro (1962, 1963, 1964, 1969), onde se elenca alguns pressupostos importantes: a) o ritmo climático só poderá ser compreendido através da representação concomitante dos elementos fundamentais do clima em unidades de tempo cronológicas, pelo menos diárias; b) só a análise rítmica detalhada ao nível de tempo, revela a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional e c) as expressões quantitativas dos elementos climáticos estão indissolúvelmente ligadas à gênese ou qualidade dos mesmos conforme, Tarifa (2001).

Assenta-se esta abordagem em trabalhos de alguns autores da climatologia dinâmica, como os pioneiros Sorre (1934) e Pédelaborde (1970), e ainda Strahler (1984).

Paisagem

Etimologicamente o termo paisagem tem origem do latim: *pagus*, que significa país, no sentido de lugar, determinado setor territorial. A partir do *pagus*, derivaram diversas outras formas, nas mais diferentes línguas. No inglês e alemão, com o mesmo sentido, originam de *land*, derivando a *landscape* e *landschaft*, respectivamente.

A paisagem, originada na linguagem comum, pode ser definida de diferentes formas, dependendo de quem a define e sob que prisma ela é vista. Para um pintor, por exemplo, uma paisagem está vinculada a uma pintura que retrata determinada porção do espaço, fictício ou real, constituído basicamente de elementos naturais (vegetação, relevo, rios, aves, etc.), para um leigo pode ser aquilo que ele vê de uma vista qualquer, apenas os elementos visíveis, externos.

O termo paisagem sempre esteve presente no temário geográfico ocupando um lugar de destaque, juntamente com a região, o meio e o espaço. Entretanto, mesmo sendo objeto central da Geografia desde Humboldt, a utilização do conceito de paisagem como

direcionamento de pesquisas em Geografia, tem enfrentado críticas por algumas correntes do pensamento geográfico, baseadas na carga de subjetividade que o conceito traduz.

Para Humboldt (1982), a paisagem, representa a estrutura da superfície terrestre em seu conjunto, ou seja, as relações existentes entre os elementos. Este conjunto constitui um todo funcional como um "*organismo vivo*" dinamizado pelo que consagrou na expressão "*sopro de vida*".

A sistematização destes conhecimentos de uma forma teórica e filosófica em suas obras – em especial *O Cosmos* – fez de Humboldt o primeiro a apresentar o funcionamento do conjunto da estrutura da superfície da terra de uma forma coerente. "*Para Humboldt, a natureza (incluindo o homem) vive graças a uma mudança contínua de formas e movimentos internos*". Humboldt adota uma concepção de natureza perfeitamente adaptada à concepção de paisagem integrada (BOLÓS I CAPDEVILA, 1992; DIAS, 1998).

De acordo com Bolós i Capdevila (1992 *apud* DIAS, 1998, p.6), o termo paisagem passa a ser profundamente utilizado na Geografia, a partir do século XIX e, em geral,

"concebida como o conjunto de formas que caracterizam determinado setor da superfície terrestre". (...) "Este concepto de 'paisaje' fue introducido en Geografía por A. Hommeyerem mediante la forma alemana Landschaft, entendiendo exactamente por este término el conjunto de elementos observables desde un punto alto. Se trata, en este caso, de subrayar en el paisaje el ámbito tangible de las formas resultantes de la asociación del hombre con os demás elementos de la superficie terrestre. En dicho contexto se habla de paisaje rural, urbano, cultural, natural, etc".

Ainda de acordo com informações de Bolós i Capdevila (*Ibidem*), a segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX representam, para a concepção científica da paisagem o período da construção da maior parte de suas bases teóricas, quando, principalmente os discípulos de Humboldt, prosseguindo seus estudos a respeito da estrutura da superfície da terra, conseguem grandes avanços na concepção do termo.

"Como punto de partida se debe considerar a dicha superficie como a una interfase o zona de contacto entre sistemas diferentes: atmósfera, litosfera e hidrosfera y por consiguiente ésta constituirá una realidad integrada. Así la definieron ya Bobek y Schmithüsen. En ella, como en todos los elementos que la constituyen pueden distinguirse, según la escala, diferentes niveles de integración, cada uno de los cuales constituye una totalidad en el sentido holístico de Smuts, es decir que la totalidad no es igual a la suma de los elementos" (BOLÓS I CAPDEVILA, 1982, p.1).

Dias (1998, p.8) coloca que

"a partir da teoria de Smuts, as análises das relações entre os elementos da paisagem passam a adquirir maior profundidade, tornando-se patente a noção de globalidade da superfície da terra, sendo esta constituída de conjuntos que apresentam

tamanhos, e complicação crescente. Os elementos da superfície terrestre, de acordo com a doutrina holística, são intercambiantes e estão relacionados uns com os outros, dentro desta estrutura complexa, ou seja, cada elemento é constituinte de uma unidade integrada que, quando visto individualmente, não tem o mesmo significado”.

A noção de unidade integrada é o primeiro indicativo da concepção sistêmica da paisagem, que começa a ser esboçada, de acordo com Bolós i Capdevila (1992), nas décadas de 30 e 40 do século XX, a partir da tomada de consciência pelo homem como sendo parte constituinte do complexo conjunto denominado natureza, ora bastante degradada. Neste contexto, tem origem às preocupações referentes aos problemas ambientais, à conservação da natureza, graças a qual a sociedade humana pode viver.

É difícil formular um conceito ideal de paisagem, uma vez que, tanto o leigo quanto o intelectual, podem encontrar sua própria concepção do termo. A paisagem pode ser vista como o local da vivência, e aí está carregada de um sentimento mais da percepção sensória, como também considerada apenas como uma porção do espaço, passível de ser interpretada na sua dimensão mais objetiva.

Passos (1996) resgata um conjunto de conceitos reveladores das diferentes interpretações. Mencionamos aqui alguns desses conceitos, sistematizados por esse autor, objetivando esboçar parte do caminho trilhado e a concepção de paisagem adotada nesta tese. A partir da leitura e interpretação do referido texto, acrescentaram-se outros autores elaborou-se um quadro que busca sintetizar os elementos presentes no conceito de paisagem dos autores analisados (Tabela 1).

Tomando como referência os conceitos anteriormente mencionados, percebe-se que paisagem pode ter diferentes leituras no âmbito da ciência geográfica. Trata-se de reconhecê-la como interação visível de elementos naturais ou da conjugação destes com as organizações sociais. O conjunto de conceitos até aqui expressos são indicativos dessa segunda forma de conceber paisagem (na sua maioria) na medida em que promovem a articulação dos constituintes da natureza com a sociedade.

Outras contribuições à abordagem da paisagem podem ser reconhecidas. Do ponto de vista histórico a noção de "*landschaft*" – base da geografia germânica –, é o primeiro tratamento científico do conceito de paisagem. Da derivação do conceito de "*landschaft*" criou-se uma "*landschaftskunde*" desde a segunda metade do século XIX, que "*tentou precisar as relações do homem e do meio*". Foi Karl Troll quem, na Alemanha,

construiu as bases da "*landschaftsökologie*" ou a geocologia, estudo da paisagem do ponto de vista da funcionalidade entre os elementos (DIAS, 1998). Já os (ex) soviéticos, ao incorporarem o conceito de ecossistema, abordam as paisagens como um sistema energético estritamente quantitativo (BERTRAND, 1972).

Tabela 1 – Resgate e síntese de conceitos de paisagem.

Autor	PAISAGEM			
	Conexão Natureza e Sociedade	Natureza	Humana	Síntese
Sorre (1961)			Traços humanos	Forma, Posição, Extensão
Juillard (1962)	Combinação Física e Humana			Forma, Conjunção, Repetição habitual de traços
Piveteau (1965)	Zona de contato entre lito, hidro, bio e antroposfera			Forma, Materialidade, Interação
Rougerie (1969)	Percebida pelos sentidos			Relações causais
Dollfus (1973)	Resulta da intervenção humana imprimindo marcas no espaço	Resultado do meio ambiente natural		Forma, Intervenção
Bertrand (1972)	Resultado da combinação dinâmica de elementos físicos, biológicos e antrópicos			Conexão, Instável
Deffontaines (1973)			Conjunto de variáveis relativas aos sistemas de produção	Conjunto de variáveis, Interação
Sotchava (1977)		Natural		Sistema, Conexão
Tricart (1972)	Combinação de fatos visíveis e invisíveis e interações			Interação
Bolós i Capdevila (1981)	Interface entre sistemas físicos	Natural		Dimensão, Características espaço-temporais, Interação
Troll (1982)	Conexão de elementos naturais ou da cultura	Combinação de fatores físicos	Resultado da cultura humana	Forma, Função, Funcionalidade, Temporalidade
Passos (1996)	Polissistema, Natural, Social, Econômico, Cultural			Relação entre sistemas

Sotchava (1977), geógrafo (ex) soviético, diante da noção de "ecossistema" apresentada por Tansley adaptou o termo a um conceito geográfico, inserindo nele a categoria espacial e definindo-o como "geossistema". Para ele, o geossistema é um fenômeno natural que inclui todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico, aplicável a qualquer paisagem concreta.

Segundo o autor, no contexto da Geografia Física contemporânea, está presente a interação dos aspectos antrópicos e naturais nos estudos do ambiente. E para isto, há a necessidade do resgate dos estudos integrados entre todas as esferas e componentes da estrutura da superfície da terra. O geossistema deve abordar não apenas os componentes da natureza, mas a conexão entre eles, com isto seu objetivo é construir uma análise que implique no estudo da dinâmica, da estrutura da natureza, da evolução dos geossistemas.

Na continuidade uma proposta de estudo global da natureza é sistematizada Bertrand da Escola de Toulouse, na França, em 1968, no lançamento do texto *"Paysage et Géographie Physique Globale: esquisse méthodologique"*, concebendo a paisagem a partir de uma visão sistêmica. É interessante ressaltar que Bertrand, juntamente com Sotchava, apresentaram de uma forma lógica, um modelo capaz de apreender a paisagem integralmente. Bertrand (1972) apresenta claramente nesta definição, a relação estrutural-dinâmica da paisagem, inserindo uma concepção de Geografia Física Global, no âmbito da Geografia, utilizando o conceito de geossistema. O geossistema, para Bertrand, é uma unidade de paisagem intermediária na sua taxonomia da paisagem. Este se caracteriza por uma relativa homogeneidade dos seus componentes e apresenta estrutura e dinâmica resultante da interação entre o "potencial ecológico", a "exploração biológica" e a "ação antrópica" em constante evolução.

Na concepção do autor, o geossistema estaria em estado de clímax quando o potencial ecológico e a exploração biológica se encontrassem em equilíbrio. Intervenções humanas de qualquer natureza no meio implicariam num rompimento desse equilíbrio. A figura 1 representa o esboço teórico apresentado pelo autor para explicar o funcionamento do geossistema.

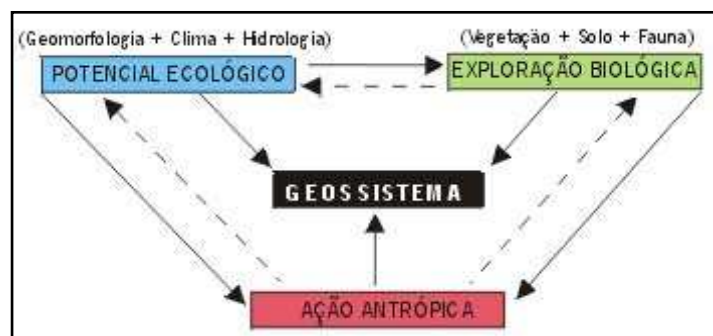


Figura 1 - Esquema que ilustra a concepção de geossistema de Bertrand, 1972. Fonte: Dias (1998, p.11)

Por outro lado, Passos (1996) acrescenta que a busca de uma metodologia que reflita as reais necessidades de se conhecer e explicar a complexidade do espaço geográfico e o funcionamento da natureza mostra que a observação da paisagem é para o geógrafo o ponto de partida; é a porta de entrada do mundo dele. É a paisagem que, *"responde à orientação da Geografia para o concreto, o visível, a observação do terreno, enfim, para a percepção direta da realidade geográfica"* (Ibidem, p.14). Além disso, é na noção de paisagem

que o geógrafo e outros cientistas da paisagem têm encontrado os subsídios necessários à compreensão global da natureza.

Não obstante, frente às diferentes maneiras de se apreender a paisagem, o geógrafo, deve analisá-la dentro de uma concepção notadamente embasada teórico-metodologicamente. Confirmando o exposto, Bertrand (1972), esclarece que o estudo da paisagem é um problema de método.

Partindo desse pressuposto, a paisagem não deve ser vista apenas como determinada porção do espaço composta de elementos externos, visíveis e estáticos. A paisagem do geógrafo apresenta-se como um mosaico constituído de elementos concretos e abstratos, visíveis e invisíveis, que materializam as relações estabelecidas entre o homem e o meio, que é a expressão da organização de todos os elementos no espaço geográfico.

Bertrand (*ibidem*) apresenta seu sistema de classificação taxocorológico das paisagens, comportando seis níveis têmporo-espaciais: a zona, o domínio e a região natural (níveis superiores) e o geossistema, o geofácies e o geótopo (unidades inferiores). Entre essas unidades, eleger o geossistema como a escala mais apropriada para os estudos dos fenômenos antrópicos, por ser uma unidade dimensional compreendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados.

Em escala espacial maior que o geossistema, tem-se as geofácies, unidades fisionomicamente homogêneas, caracterizada por "*uma mesma fase de evolução geral*". Sua dimensão compreende algumas centenas de metros quadrados, em média. O geótopo corresponde à "*menor unidade homogênea diretamente discernível no terreno*", que compreende dimensões entre o metro quadrado ou mesmo o decímetro quadrado (*ibidem*, p.17)

Entretanto, embora tenha implicado num maior enriquecimento do termo, a ampliação do conceito de paisagem dentro da ciência geográfica, também traz a desordem na sua concepção universal, pois, segundo Ribeiro (1989 *apud* DIAS, 1998, p.13), "*faz com que a idéia mais comum de paisagem perca sua identidade original, e isso pode representar uma desvantagem para a linguagem da ciência geográfica, uma vez que se passaria a utilizar um conceito simples para designar um conteúdo muito mais complexo*".

Para Dias (*Ibidem*), após a proposta de Bertrand (1972), a relação entre os elementos passa a ser mais importante do que os elementos em si, quando tratados isoladamente, isto é, as conexões instauradas entre cada um dos elementos da paisagem, tornam-se determinantes na compreensão da dinâmica geral da mesma. Nesse sentido, Bertrand (*Ibidem*, p. 16) destaca que *"por essa dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes que representam os diversos estágios da evolução do geossistema"*.

Quer dizer, a homogeneidade do geossistema (da paisagem) se dá mais ao nível das relações e dos processos do que da própria expressão fisionômica. Isto implica na exclusão da possibilidade de delimitações simplórias da paisagem, ao nível puramente da aparência.

A introdução do homem como elemento constituinte e agente modificador da paisagem – considerando a ação antrópica como um terceiro subsistema –, dentro da concepção global de paisagem, associa a noção de paisagem de Bertrand ao conjunto das concepções, desde os clássicos da geografia. Diz respeito à Geografia incluir o homem, ou melhor, a sociedade no âmbito da evolução das paisagens.

A fisionomia da paisagem, para Bertrand (*Ibidem*) é, quase sempre, o ponto de partida para a definição de suas unidades básicas. A vegetação é vista como a expressão das características geoecológicas da paisagem, ou seja, a vegetação aparece como o principal elemento integrador e sintetizador da paisagem, que traduz, *a priori*, as suas descontinuidades objetivas. Todavia, apenas a fisionomia não é a melhor representação do funcionamento da paisagem. Para tanto, escolhe uma tipologia dinâmica. Esta promove a classificação das paisagens em função de seus aspectos evolutivos e de dimensões espaciais.

Conforme Suertegaray (2005, p.102), Bertrand em seu clássico texto acima referido *"elabora uma perspectiva analítica a partir do conceito de paisagem e, sob esta perspectiva vai entendê-la como a relação/cominação dinâmica, conseqüentemente instável de elementos físicos (abióticos), elementos biológicos e antrópicos (...)"*

A autora ainda afirma que para Bertrand: *"o geossistema constitui uma unidade taxonômica intermediária, sob a qual os problemas antrópicos seriam melhor estudados, sendo por extensão, a unidade fundamental de análise geográfica, dado que permite e resguarda a conexão entre natureza e sociedade."* (*Ibidem*, p 102)

Já para Sotchava, conforme Suertegaray (*Ibidem*, p.102),

"o conceito de geossistema resulta numa possibilidade analítica da Geografia Física, portanto, é concebido como um conjunto de elementos em interação no âmbito da natureza. Para o autor é necessário conceber o estudo dos geossistemas como formações naturais, ainda que acrescente, que embora os geossistemas sejam naturais, fatores econômicos e sociais podem influenciar na sua estrutura e peculiaridades. Em sua perspectiva, o geossistema não apresenta uma escala mais ou menos definida. Assim, ele pode ser definido como geossistema elementar (unidade espacial mínima) . Portanto, um quadro de paisagens pode constituir um mosaico de geossistemas. Aqui a escala do geossistema não é "fixa"/ intermediária, porém o geossistema é uma unidade da natureza."

No Brasil, desde este período, houve uma ampla difusão do conceito de geossistema e de certa forma, entre os geógrafos físicos, o abandono do conceito de paisagem, ou seja, esta leitura promoveu a individualização e separação do conceito de paisagem daquele de geossistema (*Ibidem*). Entre os geógrafos brasileiros destacam-se na utilização da abordagem geossistêmica, Christofolletti (1995). Para este o geossistema é uma unidade física /natural suporte das atividades humanas. Já para Monteiro (2000), o geossistema é conjunção de constituintes naturais e sociais, processos de ocupação humana que promovem derivação da natureza, num processo contínuo, porém em ritmos diferenciados, configurando no movimento, alterações históricas (SUERTEGARAY, 2005).

A compreensão da paisagem, conforme pode se verificado a partir da análise se seus diferentes suportes, transcende o aspecto visual e apresenta-se diferenciada numa escala têmporo-espacial. Neste sentido, Ribeiro (1989 *apud* DIAS, 2000, p.4), expõe que:

"apesar de a paisagem apresentar-se visível e concretamente percebida, a sua compreensão racional não deve restringir-se à mera descrição formal e subjetiva de seus componentes e, muito menos, às simples relações de causa e efeito entre eles. Seu estudo pode ser o ponto de partida para o entendimento racional de um processo mais amplo e abrangente, envolvendo a sociedade e a natureza".

No caso específico desta tese, em função da característica do objeto de estudo, optou-se pelo conceito de paisagem de Bolós i Capdevila (1981). Para a autora, a paisagem é definida como um sistema; sua análise deve ser pautada pelo mais alto nível de integração entre os elementos e variáveis presentes na área de estudo de acordo com as escalas espaço-temporais mais condizentes.

Segundo a autora (*Ibidem*, p.55): "El geossistema, definido em 1963 por Sochava, es actualmente objeto constante de análisis desde la rama general de la Ciencia del Paisaje. Cuanto más se conozca el modelo, mejor se llegará a la definición de la realidad concreta territorial: el paisaje."

Bolós i Capdevila (*Ibidem*) utiliza-se do modelo de Preobrazenskij para expressar a estrutura e dinâmica de um geossistema (Figura 2), a partir das relações elementos que o compõe. É a partir destas relações que se pretende construir a análise dos compartimentos de paisagem da área de estudo.

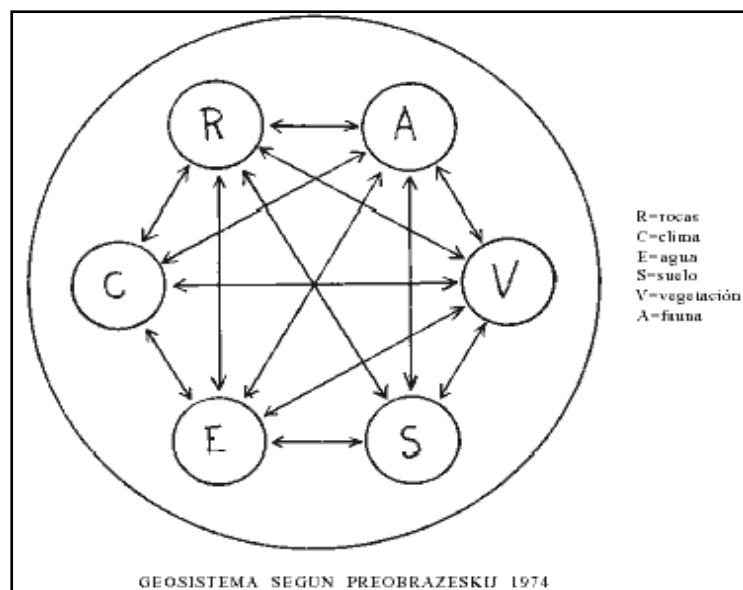


Figura 2 - Representação esquemática da estrutura e dinâmica de um geossistema para Bolós. Fonte: Bolós i Capdevila (1982, p.3).

É importante frisar que a autora não compartilha da idéia de muitos outros autores na substituição da palavra 'paisagem' pelos termos geossistema ou ecossistema. Para ela, é importante a compreensão do funcionamento das inter-relações dos elementos e variáveis do ecossistema, juntamente com a delimitação precisa das unidades de paisagem, para que tal metodologia tenha sucesso.

Segundo a autora (1981, p.57), paisagem é definida como

"una porción de espacio geográfico concreto que se ajusta al modelo geossistema. En el paisaje lo que se intenta definir es: a) tipos de acuerdo con su estructura y su dinámica, b) localización y explicación de los mismos, c) constitución de una nueva taxonomía que ha de tener en cuenta también las variables espaciales y temporales."

Na sua abordagem, Bolós i Capdevila considera as escalas de espaço e tempo como fundamentais para a definição de paisagem. Ela salienta a presença de três elementos

fundamentais: as características que definem a paisagem, o tamanho da escala espacial e temporal para a análise.

Com base nestas referências, Bolós i Capdevila caracteriza através de diferentes táxons as unidades espaciais de paisagem e suas correspondências com unidades territoriais levadas em consideração por outras ciências. A autora estabelece diferentes níveis de unidades de paisagens que podem ser analisadas indicando a escala cartográfica média que cada uma delas possui (Figura 3).

Unidad paisaje	Correspondencia escala Cailleux-Tricart	Correspondencia escala G. Bertrand	Unidad climática	Unidad de relieve o geomorfológica	Unidad de paisaje vegetal	Unidad socioeconómica	Escala cartografiable
I ZONA 100 mill.-15.000.000 km ²	I	Zona	Clima zonal	Sistema morfogenético	Zona	—	1:1.000.000
II DOMINIO 15.000.000.-2.000 km ²	II	Dominio	Dominio climático	Dominio estructural	Dominio	Región	1:500.000 1:100.000
III MEGAGEOCORA 1.000 - 2.000 km ²	III	Región Natural	Clima regional	Gran valle Gran vertiente	Distrito	Comarca	1:500.000 1:100.000
IV MACROGEOCORA 100 - 1.000 km ²	IV	Comarca	Clima local	Valle 2º ord. Vertiente 2º ord.	Subdistrito	Subcomarca	1:100.000 1:50.000
V MESOGEOCORA 10-100 km ²	V	Geosistema	Mesotopoclima	Sector de vertiente	Mosaico local	Municipio	1:25.000 1:10.000
VI GEOCORA 1-10 km ²	VI	Geofacies	Topoclima	Mesoforma	Célula de paisaje veg.	Campo, parcela, pueblo, barrio	1:10.000 1:5.000
VII MICROGEOCORA 100 m ² -1 km ²	VII	—	Microclima	Microforma	Tesela	Sector de campo, pueblo, casa	1:5.000
VIII NANOGEOCORA ←100 m ²	VIII	Geotopo	Clima estacional	Sector de microforma	Localidad	Vivienda unifamiliar, elemento	1:5.000 o inferior

Figura 3 - Unidades espaciais de paisagem e sua correspondência com unidades territoriais consideradas em outras ciências. Fonte: Bolós i Capdevila (1981, p.60).

Fica nítido que Bolós i Capdevila se utiliza de conceitos geomorfológicos para consolidar uma metodologia de análise da paisagem, englobando alguns conceitos de compartimentação de unidades paisagísticas que serão utilizadas na tese.

Assim, ao observarmos a figura 3, identificamos que as unidades que compõem a análise escalar da tese corresponde, para Bertrand (1972), a unidade de geofácies, correspondendo para a caracterização de Bolós i Capdevila como topo e microclima, meso e microforma de relevo, células de paisagens vegetais e “tesela”, representadas, respectivamente, nas escalas cartográficas de 1: 10.000 e 1: 5.000.

A breve análise da concepção de paisagem, aqui expressa, revela diferentes formas de apreensão da realidade através deste conceito. Ora a paisagem é forma, ora é

forma e processo, ora é natureza em articulação com a sociedade, ora é só articulação de elementos físicos. Ora é concepção subjetiva, ora é objeto real. Ou ainda é objeto de investigação, portanto externo ao sujeito investigador, ou ainda, é produto da investigação, portanto construção metodológica.

A concepção de paisagem que norteia a finalidade desta tese compreende paisagem como conceito analítico, portanto, possibilidade de apreensão da realidade, ou método. Busca-se através deste conceito uma leitura do real objetivado enquanto forma, processo e dinâmica espaço-temporal. Esta análise expressa a relação entre elementos naturais. Portanto, sem negar a dimensão antropogênica, estamos aqui, abstraindo-a.

Metodologia

A metodologia de análise desta tese, com base em Bolós i Capdevila (1981), analisa a paisagem buscando as conexões entre os elementos constituintes, conforme já demonstramos em quadro exposto no referencial teórico. Sob esta perspectiva, a paisagem constitui um método que permite analisar o espaço geográfico a partir da conexão de elementos naturais em interação dinâmica no tempo e no espaço.

A partir deste princípio elaboramos uma sequência analítica que segue as seguintes etapas:

- a) escolha da área de estudo, mapeamento e caracterização das paisagens individualizadas;
- b) análise climática;
- c) o levantamento qualiquantitativo de cactáceas e caracterização de espécies arbóreas e arbustivas; e
- d) compartimentação de paisagens e bioindicadores.

O fluxograma (Figura 4) a seguir, inspira-se na proposta de análise da paisagem adotado e já referido e que de forma esquemática expressa as etapas e subetapas do desenvolvimento desta tese bem como as articulações que se colocam entre elas, de modo a indicar como se deu o processo em pauta.

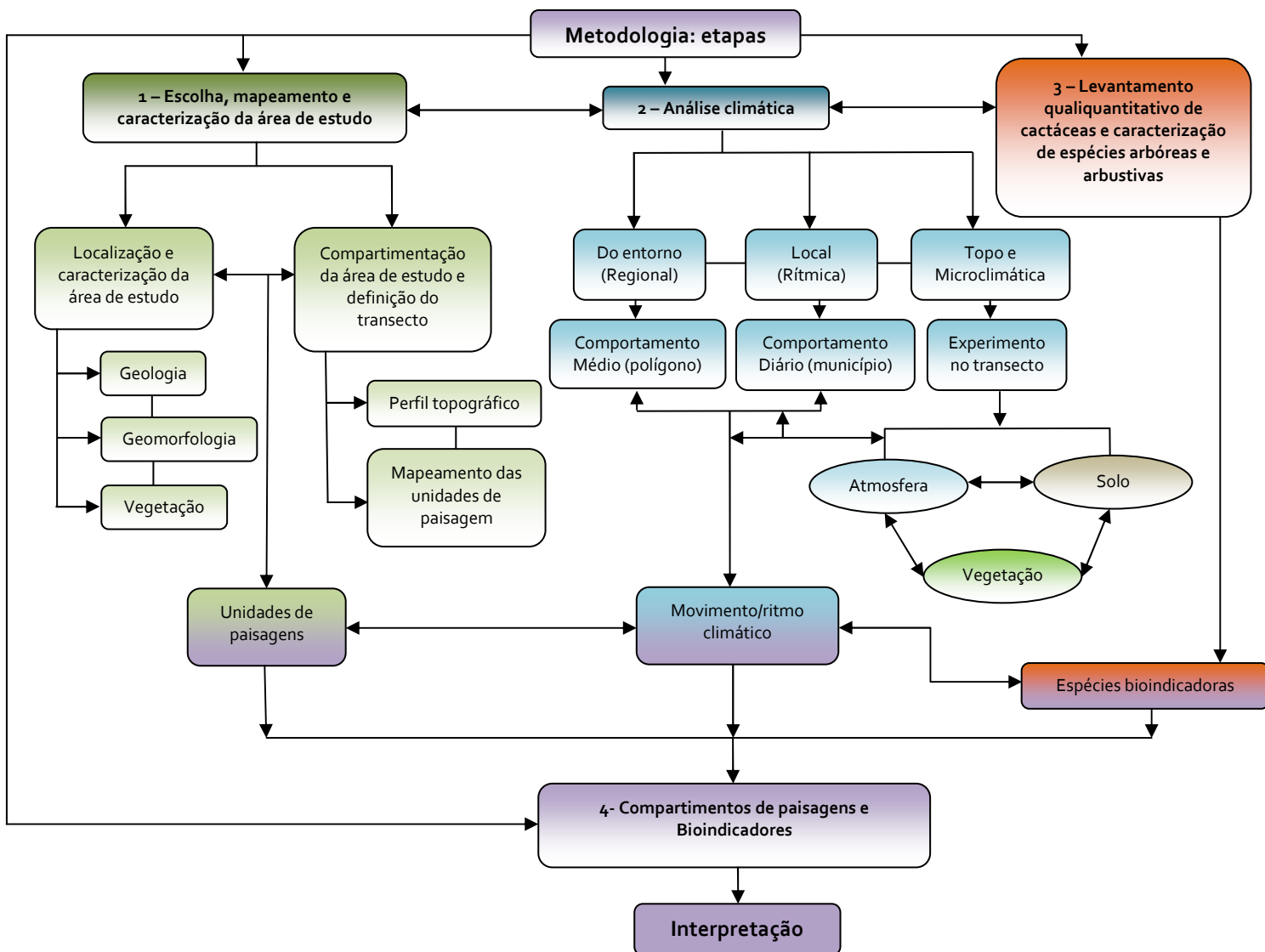


Figura 4 – Fluxograma que indica o processo de desenvolvimento da tese, identificando as etapas, subetapas e articulações entre elas.

Escolha da área de estudo, mapeamento e caracterização das paisagens individualizadas.

Localização e caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada no município de São Francisco de Assis na região Campanha do Rio Grande do Sul (Figura 5). Caracteriza-se pela presença de feições em forma de coxilhas e morros testemunhos de topo plano. A cobertura vegetal,

dominantemente é de campo, podendo ocorrer cobertura arbórea ao longo dos cursos água e escarpas de morros.

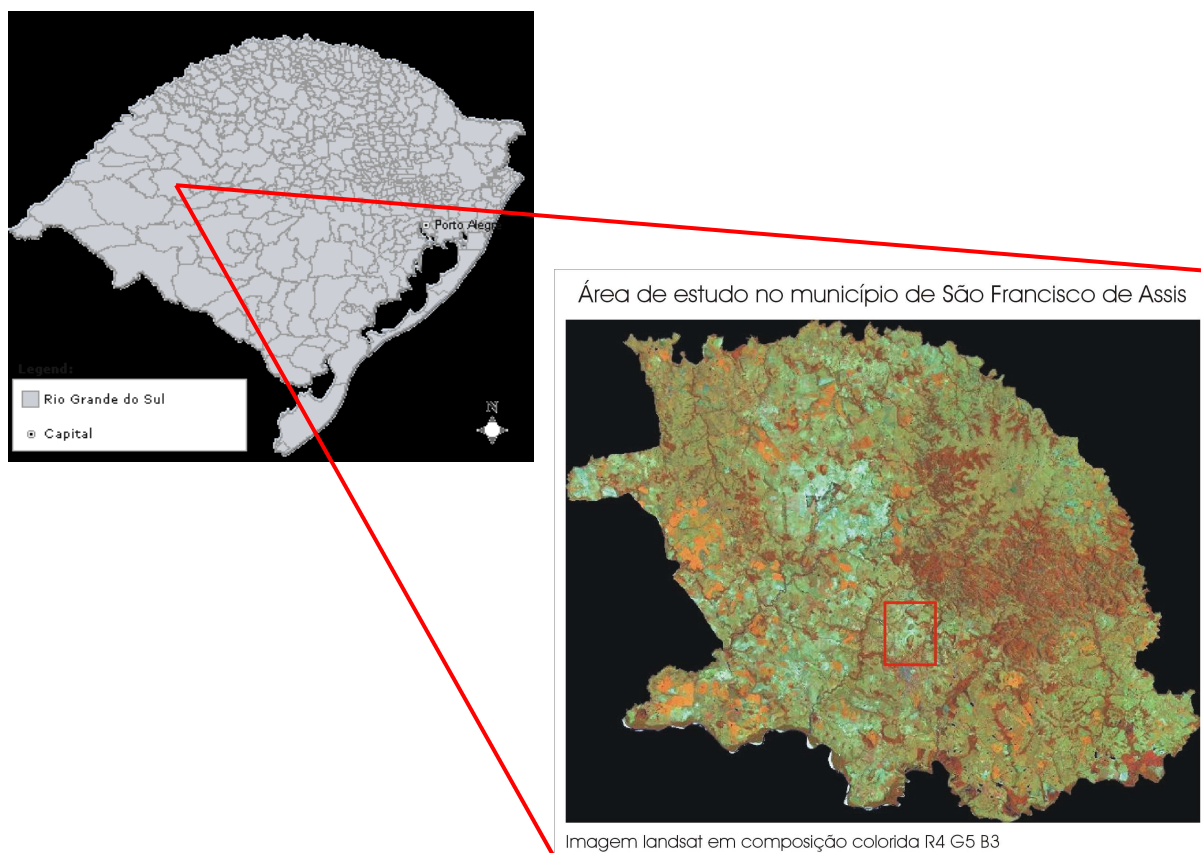


Figura 5 – Localização da área de estudo.

Poucos são os trabalhos de detalhe em relação a esta área. Destaca-se aqui, como primeiros trabalhos elaborados, os de Suertegaray *et al.* (1989) e Nunes (1990). Neste tem-se uma caracterização regional e um maior detalhamento da área que, mais recentemente, vem sendo objeto de investigação sistemática pelo grupo de arenização. Esta constitui o espaço no qual desenvolveremos esta tese.

Regionalmente a área assenta-se "sobre o alinhamento do Arco de Rio Grande. Corresponde este a um arqueamento na Plataforma da América do Sul, com direção SE-NW, reativado no juro-cretáceo" (NUNES, 1990, p. 66).

Ainda, sob os aspectos geológicos cabe dizer que as rochas que dão sustentação à região são originárias da Formação Botucatu, depósitos eólicos, da Formação Serra Geral (rochas vulcânicas), além da Formação Guará, caracterizada por depósitos fluviais mais recentemente registrada no mapa geológico do Rio Grande do Sul (CPRM, 2008).

Mais especificamente, o processo de investigação ocorre numa localidade ao norte da sede urbana de São Francisco de Assis, reconhecida como localidade “Esquina”, a qual em termos paisagísticos é constituída de um conjunto de colinas e morros testemunhos.

O morro escolhido para o estudo constitui um relevo testemunho com altitude de 222 metros. Encontra-se isolado da escarpa do Planalto Meridional, localizada mais ao norte, e localmente identificada como Cuesta de São Francisco de Assis. Corresponde a uma área que apresenta diferentes compartimentos de paisagem, desde o topo à base. O substrato do morro é o arenito da formação Botucatu e seu topo é mantido pela presença de arenito silicificado. Este, segundo Maciel Filho *et al* (1971), é constituinte da formação Botucatu, da mesma forma que os arenitos eólicos que mais comumente o caracteriza. As encostas, da mesma forma, constituem-se de arenitos dessa formação.

A base do morro, aqui denominada rampa ou glacis, caracteriza-se pela presença de um depósito arenoso altamente friável e suscetível a processos de arenização e presença de areais. Esta feição em rampa conecta-se mais à jusante com a planície de inundação de um pequeno arroio (sanga) afluente do Arroio Inhacundá.

A escarpa escolhida para análise de detalhe orienta-se para Noroeste e, em relação à cobertura vegetal, apresenta-se com menor cobertura do que a vertente Sul/Sudeste.

Estudos relativos à vegetação, em maior detalhe, foram elaborados nesta área só recentemente. Trata-se do trabalho de mestrado de Freitas (2006). A fitossociologia deste trabalho revela espécies novas, algumas em processo de extinção e outras com características de adaptação bioclimática. Constitui trabalho fundamental para, na continuidade desta dissertação, correlacionar com outros elementos da paisagem com o objetivo de captar bioindicadores da evolução da paisagem local.

Ao longo do perfil do morro testemunho, foi escolhida uma área para definição de transecto que constituirá o espaço objeto da investigação nesta tese.

Compartimentação da área de estudo e definição do transecto

A primeira etapa do trabalho consistiu-se na compartimentação da área de estudo, com a finalidade de realizar uma pesquisa em escala maior. Optou-se por elaborar um transecto que permitisse a compartimentação paisagística da área em estudo, construído para numa segunda etapa ser objeto de investigação, em maior detalhe, em diferentes variáveis, além de ser a unidade base de realização dos levantamentos de dados climáticos e relativos à distribuição das cactáceas e de algumas espécies arbóreas arbustivas.

A elaboração do transecto que procedeu à fragmentação da área em diferentes compartimentos de paisagens resultou de um processo que se iniciou com um trabalho de campo para reconhecimento e escolha da área que constituiria o transecto. Após esta definição, foi feita a coleta das coordenadas de pontos com GPS, em campo, para georreferenciamento da imagem; identificação das áreas-ponto de coleta de dados e coleta das coordenadas das áreas-ponto para posterior elaboração do transecto.

O transecto delimitado para estudo está definido pelas seguintes coordenadas UTM: A) X: 681908 e Y: 673322 (topo); B) X: 681902 e Y: 6733308; C) X: 681267 e Y: 6733135; D) X: 681062 e Y: 6732784 (base).

Na continuidade, fez-se o georreferenciamento de imagem *quickbird* obtida através do software livre *Google Earth*. Esta etapa foi realizada com uso do Software de SIG, *Spring 4.3*; identificou-se a localização dos pontos de coleta de dados na área, através da ferramenta de posicionamento de cursor do *Spring 4.3* e procedeu-se a definição e digitalização dos limites do transecto, abrangendo todos os pontos de coleta.

A finalização constituiu-se na elaboração da imagem localização do transecto e pontos de coleta tendo como base a imagem *quickbird*, através do programa *Scarta 4.3*. (Figura 6).

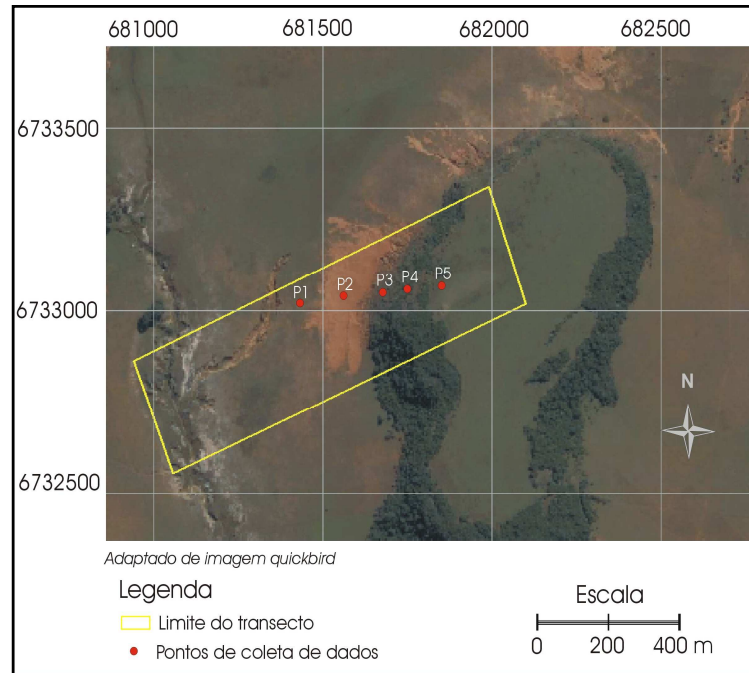


Figura 6– Delimitação do transecto e localização dos pontos de coleta de dados climatólogicos (Elaborado por Clódis de Oliveira Andrades Filho/PIBIC UFRGS)

Para uma melhor visualização deste transecto, em perfil, numa segunda etapa foi construído um perfil topográfico que corresponde a uma linha do topo a base no interior do transecto. Os procedimentos para essa construção foram: download da imagem SRTM realizado em formato HGT, sendo necessário a utilização do programa *ENVI 4.2* para transformação deste formato para *GeoTiff*, compatível com o *Spring 4.3*.

A partir da imagem SRTM na resolução de 90 metros, foi executado um método de interpolação sobre imagem para obter uma resolução de 20 metros. Este processamento consistiu na modificação do Modelo Digital de Elevação - MDE SRTM original para um novo MDE, com características desejáveis. Entre as modificações pretendidas, listam-se: a remoção das falhas e a resolução melhorada (20 metros). Os programas computacionais utilizados no tratamento foram: *ENVI (Research Systems Inc., 2005)*: correção de falhas, seleção de área amostral e exportação de dados ASCII; e *SURFER (Golden Software Inc., 1997)*: interpolação. Além da Importação da imagem SRTM tratada para o *Spring 4.3*.

Na continuidade, foi feita a digitalização do lineamento do perfil topográfico através do transecto elaborado anteriormente. Nesta etapa utilizou-se da ferramenta de MNT do *Spring*, a finalização consistiu na edição da linha do perfil e execução deste (Figura 7).

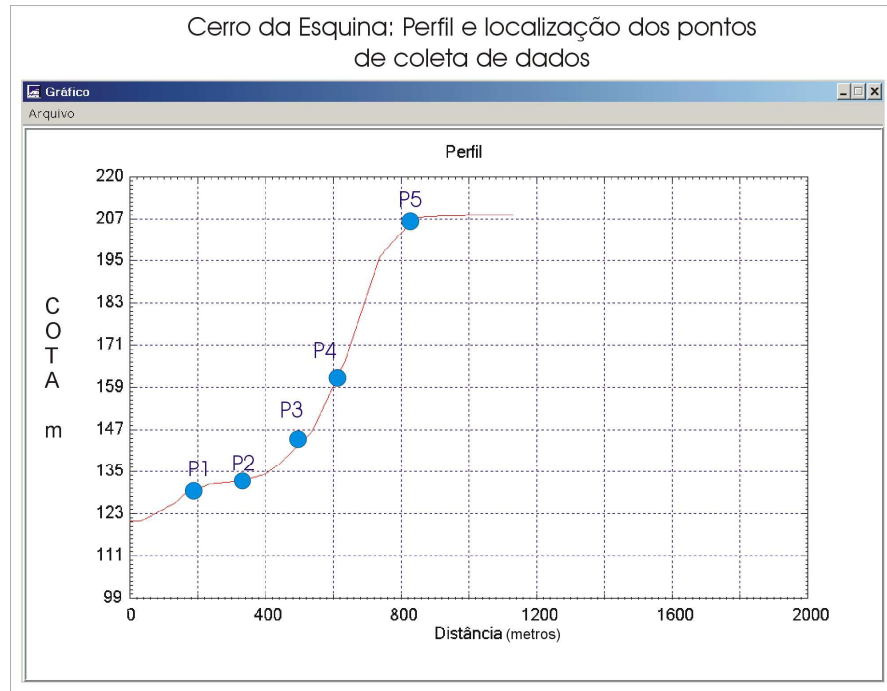


Figura 7 – Perfil esquemático do Cerro da Esquina, São Francisco de Assis, RS.

O reconhecimento in loco da fisionomia e da estrutura da cobertura vegetal na relação com o relevo permitiu a seleção de pontos de amostragem para a construção do transecto do topo à base da vertente. Este foi compartimentado com base nas rupturas topográficas, na declividade e cobertura vegetal. Assim, com base nos parâmetros, altitude, rupturas topográficas e declividade em relação com a cobertura vegetal foram individualizadas cinco unidades de paisagens: unidades, 1, 2, 3, 4, 5, nominadas no capítulo 2 em que é caracterizada cada uma delas.

Mapeamento das unidades de paisagens

O mapa com as unidades de paisagens foi elaborado com imagens de satélite de alta resolução *quickbird*, extraídas do *Google Earth*. A partir da seleção das imagens fez-se o recorte da área (rotina *print screen*) e com uma área de sobreposição montou-se a cena (imagem final de toda área do Cerro da Esquina e arredores) no *software Corel Draw*. No *software* de SIG *Spring 4.3*, a cena foi georreferenciada.

A interpretação e delimitação das cinco unidades já estabelecidas foram feitas de forma visual, considerando os parâmetros descritos anteriormente. Este procedimento foi feito no *software ArcGis 9.0*.

Análise Climática

Os procedimentos adotados relativos à análise climática foram construídos nas escalas regional, local, topo e micro a partir das etapas descritas a seguir.

Análise climática do entorno

A análise climática do entorno da área de estudo foi construída a partir das variáveis climatológicas: temperatura (média, máxima média e mínima média), precipitação pluviométrica, umidade relativa, insolação e dias de geada. Tais variáveis foram analisadas ao longo de 35 (trinta e cinco) anos (1970–2004), tomando como referência os dados de estações locais mais próximas – Uruguaiana, São Borja e Santa Maria – sob gerenciamento da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO). As três estações compõem um polígono no interior do qual se insere a área de estudo. A análise das referidas estações teve como objetivo analisar e caracterizar a normal climática do entorno da área de estudo.

A partir da coleta, o tratamento analítico das informações foi feito com técnicas de estatística descritiva e análise de tendências lineares. Os *softwares* estatísticos utilizados foram: *Excel* e *Statistica 6.0*.

As lacunas em séries temporais são problemas recorrentes nas três estações em destaque. As séries utilizadas nesta tese foram trabalhadas e preenchidas por Maíra Suertegaray Rossato e compõem a base de dados analisadas em sua tese de doutorado em desenvolvimento que trata do comportamento atual do clima do Rio Grande Sul.

Após o tabelamento e soma dos totais mensais, fez-se um tratamento estatístico descritivo no *software Statistica* (módulo *Basic Statistics*), com o cálculo da média aritmética e desvio padrão, além da identificação dos extremos inferior, superior e quartis, para que se pudesse observar as variações significativas das variáveis e fazer a confecção de gráficos em planilha eletrônica do *software Excel*.

Neste trabalho, foram considerados anos anômalos, aqueles em que os valores médios das variáveis situavam-se abaixo ou acima dos quartis inferior e superior,

respectivamente. Esse mesmo critério foi aplicado para avaliação do ano experimental, no se refere à condição média.

Análise climática local

A análise climática local foi desenvolvida através da aplicação da metodologia da análise rítmica proposta por Monteiro (1971). A análise rítmica tem como objetivo a compreensão do comportamento das sucessões do tempo atmosférico, isto é, "o encadeamento sucessivo e contínuo dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno aos mesmos estados" (*Ibidem*, p. 30).

A metodologia de Monteiro está baseada na elaboração de gráficos de análise rítmica, que constituem "longas faixas de representação diária concomitante de todos os atributos atmosféricos mensuráveis (e possíveis de obter) sobre um lugar, acompanhados pela informação sobre o sistema meteorológico atuante em cada dia" (*Ibidem*, p.30). O resultado desta análise é representado na forma de um gráfico, representativo do ritmo anual do ano escolhido para estudo. Este ano foi, comparativamente, analisado com normal climatológica de região objetivando avaliar as suas características em relação à normal climatológica da área.

A análise rítmica foi feita, especificamente, para o ano experimental (2006/2007), no qual foram tomadas, também, medidas em escala microclimática. Como a área de estudo localizava-se em São Francisco de Assis e não existiam para este município estações meteorológicas, optou-se pela utilização de dados de São Vicente do Sul, localizado a 40 quilômetros de São Francisco de Assis.

Para esta etapa foi necessário o levantamento e a análise dos dados de precipitação, temperatura do ar, pressão atmosférica, umidade relativa do ar e direção dos ventos. Estes foram obtidos junto às estações meteorológicas do Centro Federal de Educação Tecnológica (CEFET) de São Vicente do Sul e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) de Santa Maria. Como as séries de São Vicente do Sul (localidade mais próxima da área de estudo) apresentavam-se falhadas, através da técnica de

rebatimento as lacunas foram preenchidas com os dados de Santa Maria. A técnica consiste na substituição do dado que falta pelo dado do mesmo período da estação vizinha.

A série de pressão atmosférica, por apresentar muitas lacunas e dados significativamente divergentes dos dados fornecidos pelo INMET foi descartada e para caracterização desta variável foi utilizada a série completa de Santa Maria.

As informações das massas de ar atuantes diariamente e da nebulosidade, necessárias à análise rítmica, foram extraídas das páginas eletrônicas do Serviço Meteorológico do Centro de Hidrografia Marinha e do *Weather Underground*.

Em razão da indisponibilidade de dados diários para o período de 01 de julho de 2007 a 31 de outubro do mesmo ano, a leitura das duas últimas coletas realizadas em campo não foi relacionada ao gráfico de análise rítmica. Apesar disto, estas coletas correspondem ao comportamento habitual do clima local.

O gráfico de análise rítmica local foi elaborado em duas etapas: a primeira no *software Excel* e a segunda no *software Corel Draw*. Os gráficos individuais para cada variável foram elaborados no *Excel* e posteriormente exportados para o *Corel Draw*. Neste programa foi feita a montagem do gráfico, através da inserção dos gráficos individuais e das informações de direção do vento, massa de ar dominante e nebulosidade.

Análise micro e topoclimática

A análise microclimática dos anos de 2006 e 2007 consistiu-se do reconhecimento da fisionomia da paisagem para definição de um transecto e posterior aplicação de um experimento. Para cada compartimento de paisagem foram coletados os dados meteorológicos. Os procedimentos adotados para a elaboração do transecto foram tratados mais detalhadamente no item "Compartimentação da área de estudo".

O experimento consistiu-se de medidas de campo no transecto estabelecido, durante o período de julho de 2006 a outubro de 2007, buscando caracterizar as variações microclimáticas espacial e temporalmente.

As variáveis climatológicas consideradas foram: a temperatura do ar, a precipitação pluviométrica, a umidade relativa do ar, velocidade do vento e a pressão atmosférica. Estas foram coletadas considerando a periodicidade de quatro medições diárias nos seguintes horários: às 9 horas, às 12 horas (meio dia), às 15 horas e às 18 horas.

As coletas foram feitas em cinco saídas de campo distribuídas ao longo das estações do ano para que os dados contemplassem a variação sazonal dos elementos do clima (Tabela 2). Tais dados foram mensurados a partir de instrumentos meteorológicos portáteis adquiridos pelo Projeto CNPq 2005/2007.

Tabela 2 – Datas das saídas de campo realizadas para coleta dos dados meteorológicos no transecto e respectiva estação do ano.

Data da Saída de Campo	Estação do Ano
28 a 29 de julho de 2006	Inverno
20 a 22 de outubro de 2006	Primavera
21 a 23 de janeiro de 2007	Verão
13 a 16 de julho de 2007	Inverno
14 a 16 de outubro de 2007	Primavera

Os dados coletados foram preenchidos em planilhas (Tabela 3) e depois tabulados no software *Excel* para tratamento estatístico e elaboração de gráficos os quais foram comparados aos gráficos de análise rítmica, construídos a partir dos dados diários da estação meteorológica local, procurando estabelecer uma interpretação que considere as variações no espaço dia/noite e sazonal.

Tabela 3 – Exemplo de planilha de coleta de dados microclimáticos.

PLANILHA DE COLETA DE DADOS METEOROLÓGICOS				
Variáveis	Horário – 9h	Horário – 12h	Horário – 15h	Horário – 18h
Temperatura (°C)				
Pressão Atmosférica (hPa ou mb)				
Umidade Relativa (%)				
Velocidade (m/seg.)				
Precipitação (mm)				

Com base nesses levantamentos foi feita a análise buscando a interação entre os diferentes parâmetros com vistas à caracterização da dinâmica climática de cada unidade de paisagem espacial e temporalmente.

A análise da vertente, desenvolvida com base na sua posição e orientação permitiu a caracterização topoclimática.

O levantamento qualiquantitativo de cactáceas e caracterização de espécies arbóreas e arbustivas.

O levantamento qualiquantitativo das espécies de cactáceas ao longo do transecto foi feito com base no método da fitossociologia, com o objetivo de obter dados de frequência das espécies em cada compartimento de paisagem.

A coleta das espécies foi feita através de quadrículas com área de 25 m² nos compartimentos 3, 4 e 5 do transecto, em função de serem estes os compartimentos de presença efetiva das espécies em questão. O compartimento 2 (areais) não possui esta espécie, e o compartimento 1 já conta com o levantamento feito em estudos anteriores (FREITAS, 2006), tais informações.

Foram definidas 10 unidades amostrais para cada compartimento de paisagem. A primeira unidade foi colocada em um ponto ao acaso e, a partir desta, as demais foram fixadas sistematicamente a cada 28 metros (*Ibidem*). Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida em 23 de janeiro de 2007 e teve a colaboração, em campo, dos biólogos Elisete Freitas, Luis Alberto Pires da Silva e Luis Fernando Paiva Lima.

As espécies arbóreas e arbustivas foram identificadas e caracterizadas em seus aspectos botânicos e relativos ao ambiente propício ao seu crescimento, através de sucessivos trabalhos de campo, ao longo do ano de coleta de dados microclimáticos e bibliografia pertinente. Essa caracterização contou com o trabalho do biólogo Luis Pires da Silva.

Compartimento de paisagens e bioindicadores

A última etapa consistiu a caracterização dos diferentes ambientes revelados pelas características dos microclimas, observando o reduto microclimático das cactáceas e de espécies arbóreas arbustivas e a possível identificação como bioindicador paleoclimático e relação com a Teoria dos Refúgios (HAFFER, 1969; VANZOLINI, 1970; AB'SABER, 1977a).

CAPÍTULO I

A DINÂMICA CLIMÁTICA REGIONAL: O SUDOESTE DO RIO GRANDE DO SUL

1.1. Os principais centros de ação

Conforme já nos referimos na introdução desta tese uma análise rítmica exige uma análise que articule diferentes escalas de análise climática. Ou seja, este caminho metodológico aborda uma análise diária dos elementos do clima e a variabilidade de seus parâmetros na relação com a dinâmica atmosférica regional/geral. Neste capítulo será feita uma descrição geral do clima regional, visando uma caracterização das condições normais, seguido de uma análise rítmica do ano experimental e da análise em relação a esse ritmo, das características climáticas dos dias em que foram coletadas amostras microclimáticas.

As condições gerais do tempo meteorológico atuantes em uma região estão relacionadas aos mecanismos de escala global, oriundos da circulação geral da atmosfera. No decorrer do capítulo, inicialmente, serão detalhados os centros de ação mais atuantes no sudoeste do Rio Grande do Sul, área de estudo.

A movimentação das massas de ar sobre a América do Sul reflete a presença de anticiclones (centros de alta pressão) quase estacionários do Atlântico Sul e do Pacífico Sul, responsáveis, em grande parte, pelas condições do tempo sobre o continente, uma vez que exercem influência de destaque na penetração das massas de ar tropicais úmidas e polares (VIANELLO & ALVES, 1996). Esses anticiclones, em função das variações sazonais de temperatura, ora se afastam, ora se aproximam do continente, bem como oscilam latitudinalmente (NIMER, 1989). O anticiclone do Atlântico Sul destaca-se pelo papel que desempenha sobre o clima do Brasil, uma vez que encontra mais facilidade de penetração, o que não ocorre com o Anticiclone do Pacífico que acaba sendo barrado pela Cordilheira dos Andes (*Ibidem*).

A Depressão do Chaco está associada à elevação sazonal da temperatura do ar sobre o continente. Esta acentua as condições favoráveis ao surgimento de um centro de baixa pressão de origem térmica que atrai para o interior do continente o ar quente e úmido

dos centros de ações que o circundam (Anticiclone do Atlântico Sul e o centro de ação da Amazônia). No inverno a situação inverte-se e a depressão do Chaco geralmente atrai o Anticiclone Migratório Polar em direção norte, facilitando a entrada de ar polar até as baixas latitudes da América do Sul (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Esse centro de baixa pressão é bastante móvel, entretanto sua posição média reside sobre a região do Chaco, nos limites Brasil-Bolívia. Durante o inverno, ele se encontra sobre o Peru-Acre-Rondônia e, no verão, sobre o Chaco argentino. Segundo Nimer (1977, p. 42),

"O domínio desta baixa determina, geralmente, bom tempo, por dois motivos: 1º) sua origem continental lhe confere pouca umidade específica; 2º) acima desta baixa existe, quase sempre, uma célula anticiclônica, impedindo a continuidade da ascendência de suas correntes convectivas em níveis superiores"

Outro centro de ação relevante na região em estudo é o Anticiclone Migratório Polar. Este se forma no extremo sul da América do Sul, próximo a latitudes subpolares, em função do grande acúmulo de ar polar que circunda o continente antártico. O caráter migratório deste centro decorre do fato dele posicionar-se, no inverno, sobre áreas de latitudes mais baixas (30°S) e, no verão, recuar para latitudes mais elevadas (60°S) devido à variação sazonal do fluxo de energia no hemisfério sul (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

1.2. As massas de ar atuantes

Os centros de ação anteriormente referidos determinam a influência das massas de ar sobre as regiões. Uma massa de ar pode ser definida como sendo uma grande porção de ar, de grande espessura que apresenta certa homogeneidade horizontal do ponto de vista térmico e higrométrico, proporcionando uniformidade termodinâmica. Desta forma, suas características estão intimamente associadas à natureza da superfície onde se origina.

O sul do Brasil sofre a ação, fundamentalmente, de quatro massas de ar (Figura 8): Massa Tropical Atlântica (mTa), uma massa quente, úmida e com tendência à instabilidade pela fraca subsidência superior do Anticiclone do Atlântico Sul; Massa Polar Atlântica (mPa), formada de ar polar marítimo sobre o oceano que circunda a Antártica ao

norte de 65°S, mais pronunciada no inverno, mas com forte atuação durante todo o ano; Massa Equatorial Continental (mEc), formada sobre o continente aquecido, quente e úmida que afeta a região sul durante o verão e a Massa Tropical Continental (mTc) que, associada à Depressão do Chaco, é caracterizada por baixa umidade aliada à forte subsidência da Alta da Bolívia (circulação superior), o que dificulta a formação de nuvens (NIMER, 1989). No sudoeste do Rio Grande do Sul, as massas de ar com atuação mais destacada são a mTc e a mPa.

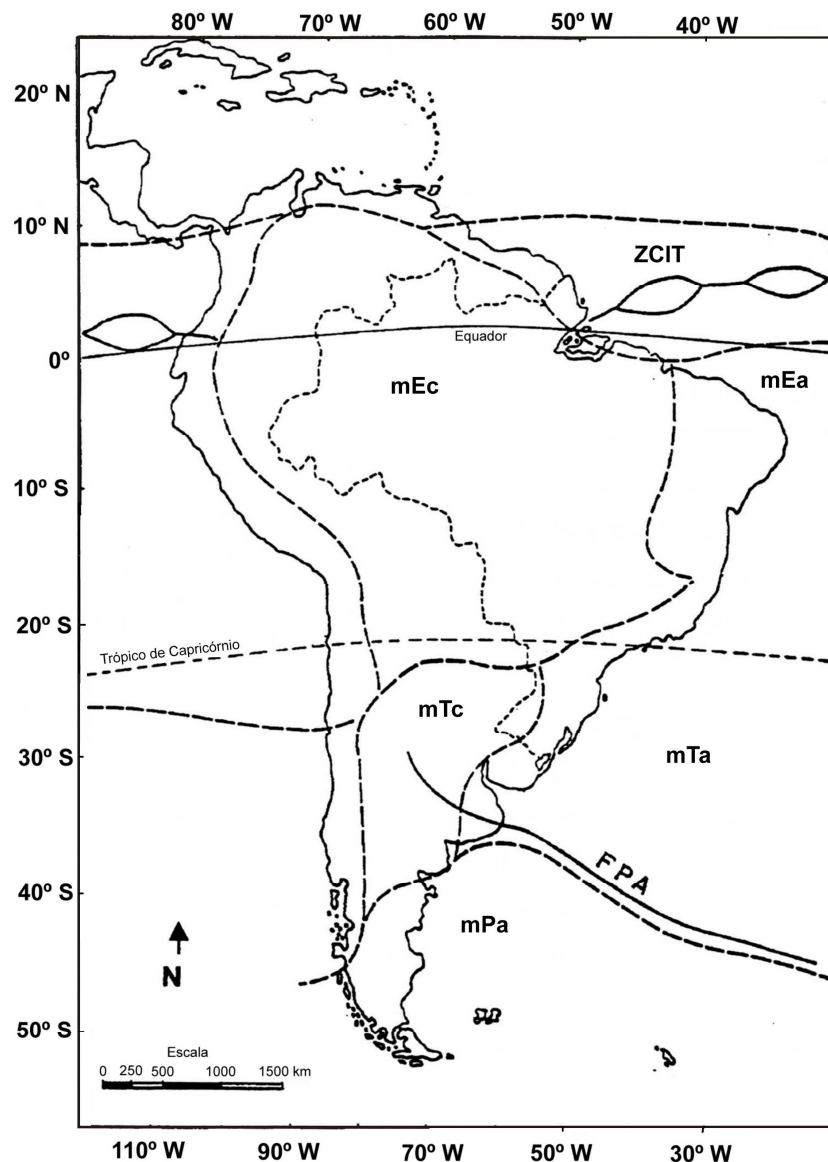


Figura 8 - Massas de ar da América do sul, situação de verão. ZCIT – Zona de Convergência Intertropical; mEa – Massa Equatorial Atlântica; mEc – Massa Equatorial Continental; mTc – Massa Tropical Continental; mTa – Massa Tropical Atlântica; mPa – Massa Polar Atlântica; FPA – Frente Polar Atlântica. Modificado de Andrade (1972).

A mTc está associada à baixa pressão predominante na região do Chaco em consequência do grande aquecimento da superfície, especialmente no verão. Esta massa é quente, seca e instável, apresentando intensa atividade convectiva que se estende até 3.000 metros (VIANELLO & ALVES, 1996). Apesar disto, as precipitações associadas são escassas, predominando o céu pouco nublado, o que favorece ainda mais o aquecimento diurno e o resfriamento noturno.

A mPa está associada ao Anticiclone Migratório Polar que, em virtude dos mecanismos de subsidência, lhe dá uma condição de estabilidade. Na medida em que se desloca para o norte ou para o nordeste, torna-se instável na sua vanguarda ocasionando uma mudança significativa nas condições do tempo atmosférico. Tal massa atua ao longo de todo o ano na região estudada, porém tem maior influência no inverno.

1.3. Os sistemas frontais

O sistema frontal, também chamado de frente, é uma zona de transição entre duas massas de ar com características termodinâmicas distintas. Tais diferenças são expressas, freqüentemente, por suas características de densidade, influenciadas pela temperatura e umidade.

Os sistemas frontais atuam durante o ano todo sobre o Brasil com mais freqüência nas latitudes mais altas, como se pode notar no estudo de Oliveira (1986) e, são um dos maiores causadores de mudanças nas condições do tempo do país, em especial do sul do Brasil.

A intensificação ou dissipação dos mesmos está relacionada às características atmosféricas sobre o continente. A região sul do Brasil está próxima das áreas de frontogênese, o que torna a região mais suscetível à ação dos sistemas frontais.

Durante o verão, as frentes frias perdem intensidade, em função de a mTc estar mais atuante no sudoeste do estado, dificultando o ingresso de ar de origem polar no RS. No inverno, a migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para o norte da linha do Equador faz com que todos os demais centros de ação sejam deslocados, também, para

o norte. Isso promove a entrada, com maior frequência, de ar polar ligado à migração do Anticiclone Migratório Polar.

No inverno as massas de ar frio com alta pressão em superfície e baixas temperaturas penetram na direção norte-nordeste sobre o continente após a entrada das frentes, causando intenso resfriamento ao sul de 30°S e frio moderado nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e sul de Minas Gerais. Essas massas movem-se para o Atlântico em torno de 20°S e gradualmente perdem sua identidade, fundindo-se à Alta Subtropical (MONTEIRO, 1968; TUBELIS & NASCIMENTO, 1980; SATYAMURTY *et al.*, 1998).

1.4. As características do clima no sudoeste do Rio Grande do Sul

Neste segundo momento é construída uma análise regional do clima objetivando a explicitação das condições definidas como a normal climática da região.

A análise climática da região do sudoeste do RS foi construída a partir da compilação de dados meteorológicos de três estações próximas que formam um polígono em torno da área de estudo. As variáveis analisadas foram: temperatura (média, máxima média e mínima média), precipitação, umidade relativa, insolação e dias de geada. A ausência do elemento climático pressão atmosférica se deve ao elevado número de lacunas existentes nas séries das estações meteorológicas utilizadas. Estas lacunas comprometem a consistência temporal das séries, não sendo indicada a sua utilização para fins de caracterização.

Tais variáveis foram analisadas ao longo de 35 anos (1970–2004), tomando como referência os dados das estações de Uruguaiana, São Borja e Santa Maria, sob gerenciamento da FEPAGRO (Figura 9). A variação do período se deu em função da disponibilidade de dados. As séries de insolação e dias de geada são de 30 anos e as demais de 35 anos. A análise destas três estações teve como objetivo caracterizar a normal da área de estudo com a finalidade de estabelecer um parâmetro comparativo com os dados de análise rítmica construídos para o ano experimental.

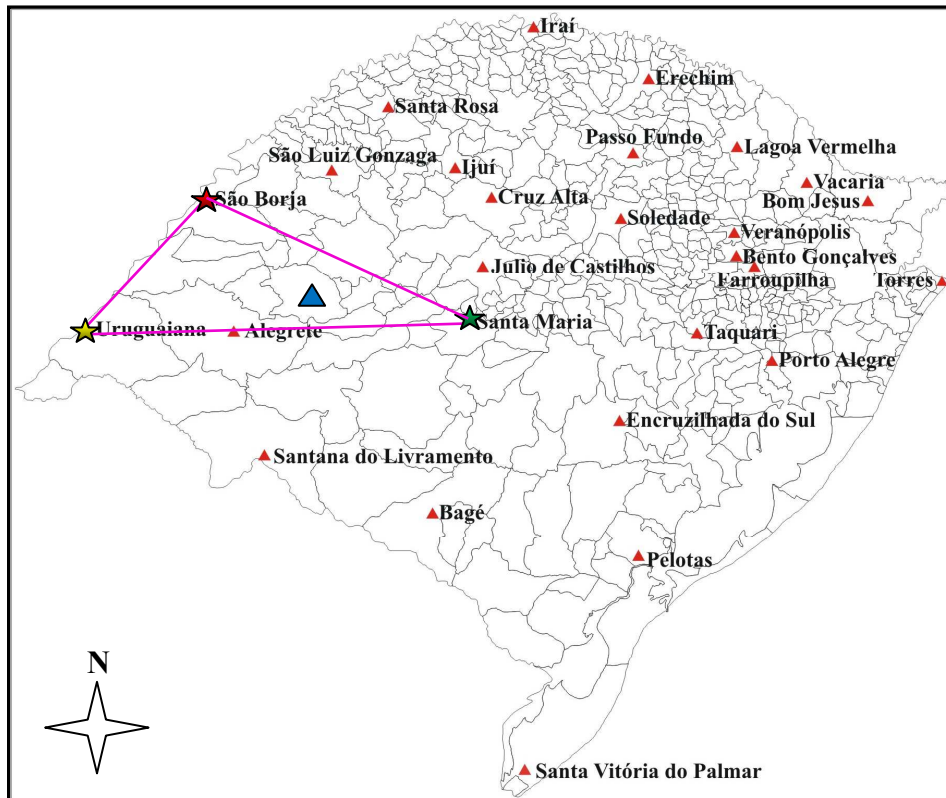


Figura 9 - Croqui com a identificação das estações meteorológicas selecionadas (Uruguaiiana, São Borja e Santa Maria) para delimitação do polígono e, ao centro deste, a área de estudo no município de São Francisco de Assis.

Inicialmente foram calculados as médias e seus respectivos desvios padrão para todo o período, as médias para cada mês e para as estações do ano (Tabela 4). A análise dos dados destas três estações indicou que as mesmas apresentam comportamento semelhante, com exceção da precipitação.

Sobre as médias calculadas para todos os 35 anos, as três estações se mostraram bastante semelhantes, apresentando pouca variação. Na variável insolação, Santa Maria apresentou média de 186,69 horas, São Borja, 195,00 e Uruguaiiana, 191,58. Os cálculos das médias de temperatura média, temperatura mínima média e temperatura máxima média, indicaram os seguintes resultados respectivamente: Santa Maria, 19,07°C, 14,62°C e 24,97°C; São Borja, 21,21°C, 15,01°C e 26,47°C; Uruguaiiana, 20,10°C, 14,30°C e 25,21°C. Na variável umidade relativa os valores foram: Santa Maria, média de 76,38%; São Borja, 73,56% e Uruguaiiana, 72,12%. Acompanhando o comportamento da umidade, a média da precipitação para Santa Maria foi de 142,90mm ao mês, São Borja, 138,80mm e Uruguaiiana, 120,07mm. Este comportamento indica uma tendência de maior ressecamento à medida que se direciona para o sudoeste da região. Sobre os dias de geada a média ficou para Santa Maria, São Borja e Uruguaiiana, 1, 2 e 1, respectivamente.

Tabela 4 - Estatística descritiva para as séries utilizadas das estações meteorológicas de Santa Maria, São Borja e Uruguaiana.

Estação	Variáveis	Média do período	Desvio padrão do período	Média Janeiro	Média Fevereiro	Média Março	Média Abril	Média Maio	Média Junho	Média Julho	Média Agosto	Média Setembro	Média Outubro	Média Novembro	Média Dezembro	Média Primavera	Média Verão	Média Outono	Média Inverno
Santa Maria	Insolação	186,69	54,58	245,32	201,12	208,08	177,87	161,82	126,21	135,65	145,36	158,95	195,77	229,80	254,33	226,63	218,17	155,30	146,66
	Precipitação	142,90	85,33	156,10	131,97	150,84	153,53	138,81	151,51	155,92	123,77	142,05	144,37	128,06	137,82	136,75	146,31	147,95	140,58
	Temperatura Máxima Média	24,97	4,26	27,50	27,07	26,10	23,07	19,56	16,56	16,23	17,22	18,51	21,01	23,47	26,03	27,36	29,62	22,13	20,75
	Temperatura Média	19,07	4,17	24,71	24,01	22,48	19,10	15,89	13,62	13,61	14,97	16,33	19,11	21,36	23,69	21,38	23,73	16,20	14,97
	Temperatura Mínima Média	14,62	3,90	19,63	19,63	18,30	14,89	11,86	9,73	9,94	10,74	11,89	14,37	16,10	18,39	16,29	19,19	12,16	10,86
	Umidade Relativa	76,38	6,52	70,68	76,02	78,87	80,32	81,99	82,61	80,38	78,22	76,81	73,78	69,16	67,75	70,23	75,19	81,64	78,47
	Dias de Geadas	1	3	0	0	0	0	0	2	5	5	3	2	0	0	0	0	0	2
São Borja	Insolação	195,00	62,71	269,96	206,08	208,27	176,95	169,69	138,63	153,38	158,32	171,27	210,77	230,15	246,56	229,16	228,11	161,76	160,99
	Precipitação	138,80	88,40	150,55	131,27	167,71	189,71	129,03	119,08	97,11	92,59	127,90	170,65	146,46	143,50	153,54	149,84	145,94	105,87
	Temperatura Máxima Média	26,47	4,36	32,21	31,14	30,04	26,51	23,11	20,56	20,62	22,52	23,74	26,66	28,87	31,62	29,05	31,13	23,39	22,29
	Temperatura Média	21,21	4,21	26,99	25,85	24,64	21,15	18,09	15,70	15,63	16,92	18,55	21,52	23,46	26,00	23,66	25,83	18,32	17,03
	Temperatura Mínima Média	15,01	3,99	20,36	19,89	18,40	15,50	12,40	10,26	10,20	11,00	12,27	14,63	16,54	18,70	16,62	19,55	12,72	11,16
	Umidade Relativa	73,56	7,64	68,99	73,56	74,92	76,72	78,00	79,43	78,56	75,61	73,33	70,69	66,96	65,97	67,87	72,49	78,05	75,83
	Dias de Geadas	2	3	0	0	0	0	0	2	5	5	3	2	0	0	0	0	3	3
Uruguaiana	Insolação	191,58	60,32	253,57	207,26	213,67	170,47	165,77	125,13	141,66	157,97	170,91	203,20	229,56	259,77	230,84	224,83	153,79	156,84
	Precipitação	120,07	88,20	147,42	152,09	153,75	175,37	124,26	83,42	76,69	70,39	97,67	145,57	107,60	106,65	119,94	151,09	127,69	81,58
	Temperatura Máxima Média	25,21	4,88	32,02	30,39	28,86	25,05	21,77	18,77	18,73	20,52	22,29	25,39	27,81	30,86	28,02	30,42	21,87	20,52
	Temperatura Média	20,10	4,66	26,40	25,22	23,78	20,14	16,74	13,97	13,74	15,45	17,20	20,24	22,77	25,55	22,86	25,13	16,95	15,46
	Temperatura Mínima Média	14,30	4,14	19,78	19,20	18,02	14,72	11,60	9,34	8,91	9,98	11,30	14,22	16,02	18,54	16,26	19,00	11,89	10,06
	Umidade Relativa	72,12	8,41	66,32	70,78	72,58	75,39	77,63	79,42	78,81	73,88	72,30	68,78	65,87	63,65	66,10	69,90	77,48	75,00
	Dias de Geadas	1	3	0	0	0	0	0	1	6	6	3	1	0	0	0	0	2	3

Fonte: organizado pelo autor.

As tendências lineares calculadas para as séries em estudo indicaram: redução nas horas de insolação nas três estações meteorológicas, porém, maior para a estação de São Borja; aumento reduzido da precipitação, mais evidente na estação de Santa Maria; aumento pequeno nas temperaturas máximas médias nas estações de Santa Maria e São Borja e redução das mesmas em Uruguaiana; redução pequena nas temperaturas médias em São Borja e Uruguaiana e leve aumento na estação de Santa Maria; aumento das temperaturas mínimas médias nas estações de Santa Maria e São Borja e redução pequena na estação de Uruguaiana; aumento da umidade em Santa Maria e Uruguaiana e redução em São Borja; aumento dos dias de geada em Santa Maria e Uruguaiana e redução em São Borja.

1.5. A precipitação e a temperatura – principais aspectos

O Brasil, por ser um país de grande extensão territorial, possui diferenciados regimes de precipitação e temperatura. O sul do Brasil, devido à sua localização latitudinal, sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, onde os sistemas frontais são os principais causadores de chuvas durante o ano.

Nas médias latitudes a variação da temperatura no decorrer do ano é muito importante na definição do clima. No período de inverno há maior penetração de massas de ar frio de altas latitudes, o que contribui para a predominância de baixas temperaturas.

A distribuição anual das chuvas sobre o sul do Brasil se faz de forma bastante uniforme. Ao longo de quase todo seu território a média anual da precipitação varia de 1.250 a 2.000mm. Somente algumas áreas encontram-se fora desse limite pluviométrico. Acima de 2.000mm incluem-se o litoral do Paraná, o oeste de Santa Catarina e a área em torno de São Francisco de Paula, no Rio Grande do Sul. Valores abaixo de 1.250mm restringem-se ao litoral sul de Santa Catarina e ao norte do Paraná (NIMER, 1989). Conclui-se que o relevo, por suas características gerais suaves, não exerce grande influência na distribuição pluviométrica. A temperatura, por sua vez, exerce um papel no mesmo sentido da precipitação, reforçando a

uniformização climática no sul do país. No entanto, essa é a Região do Brasil com maior variabilidade térmica no decorrer do ano.

Relacionada à temperatura, a geada pode ser considerada como um dos principais fenômenos atmosféricos que atuam no sul do Brasil, pois está associada à ocorrência de temperatura do ar abaixo de 0°C , com formação de gelo nas superfícies expostas. Algarve e Cavalcanti (1994) identificaram algumas características da circulação atmosférica e dos processos dinâmicos associados à ocorrência de geadas no Sul do Brasil.

Alguns fenômenos atmosféricos que atuam sobre esta região são essenciais na determinação da climatologia de temperatura e precipitação. Entre os mais importantes, podemos citar a passagem de sistemas frontais sobre a Região, que são responsáveis por grande parte dos totais pluviométricos registrados (OLIVEIRA, 1986). A trajetória desses sistemas está intimamente ligada ao posicionamento e intensidade do jato subtropical da América do Sul. Browing (1985) e Kousky e Cavalcanti (1984) ressaltaram a importância da corrente de jato na precipitação.

Os cavados invertidos (sistemas de baixa pressão) situam-se, em média, sobre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, estendendo-se até a Argentina e Paraguai. Segundo Fernandes e Satyamurty (1994), eles são mais freqüentes durante o verão e primavera do Hemisfério Sul, têm orientação do eixo na direção noroeste-sudeste (NO-SE), paralelamente à superfície frontal, e são responsáveis pelas drásticas mudanças no tempo sobre as regiões afetadas.

A variabilidade da precipitação (anomalias positivas e negativas) no sudoeste do RS também está associada à ocorrência El Niño-Oscilação Sul (ENOS). A relação entre anomalias positivas de precipitação e a ocorrência do fenômeno ENOS foi confirmada através de vários estudos observacionais. Ropelewski e Halpert (1987) e Kousky e Ropelewski (1989) afirmaram que esta relação se dá no período de novembro a fevereiro. Entretanto, durante o episódio ENOS 82/83, a Região Sul foi afetada com precipitação acima da normal durante o mês de julho. Rao e Hada (1994) encontraram significativas correlações entre as anomalias de precipitação e o Índice de Oscilação Sul (IOS) durante a primavera (SON). Grimm (1992), analisando esta relação a partir de indicações das funções de Green de um modelo barotrópico

baseado na equação da vorticidade, sugeriu relações diferenciadas entre os eventos ENOS e a precipitação no sul do Brasil no inverno (anomalias positivas de precipitação) e verão (anomalias negativas de precipitação).

Os complexos convectivos de mesoescala (CCMs) também são responsáveis por grandes totais de precipitação sobre esta Região, assim como no sul das Regiões Sudeste e Centro-Oeste (Custódio e Herdies, 1994). Segundo Rossato (2002, p. 15-16)

"A região do Paraguai, norte da Argentina, Uruguai e sul do Brasil experimentam os efeitos do súbito desenvolvimento de complexos convectivos de mesoescala (CCMs), especialmente no período de novembro a abril (Velasco & Frisch, 1987). Estes CCMs normalmente iniciam nas primeiras horas do dia antes do nascer do sol e apresentam um ciclo curto (menos de um dia). Eles são ativados pela brisa das montanhas em uma atmosfera instável. Próximo à intersecção do jato em nível inferior, a instabilidade é máxima, uma vez que este fornece a umidade necessária para a formação de nuvens e precipitação nos complexos (Peagle & Berbery, 2000). Os CCMs movem-se para leste a partir de sua fonte no norte da Argentina e Paraguai para afetar o sudoeste do Brasil e Uruguai com intensas precipitações."

1.6. Caracterização das variáveis meteorológicas na região

A análise das médias mensais dos dados para o período em estudo indica um comportamento semelhante da maior parte das variáveis, caracterizando climaticamente a região de forma consistente.

A insolação indica como já esperado, maiores horas de sol nos meses de verão (valores oscilando entre 245 e 269 horas em dezembro e janeiro), reduzindo no outono até chegar a valores mínimos no inverno (125 a 138 horas em junho), tornando a subir na primavera (Figura 10). Os valores mínimos de junho se explicam pelo fato deste mês ter reduzido número de horas de Sol por ser a entrada do solstício de inverno no hemisfério sul, isto é, até o dia 21 de junho os dias vão ficando menores e após este dia voltam lentamente a aumentar até o ápice no solstício de verão em 21 de dezembro.

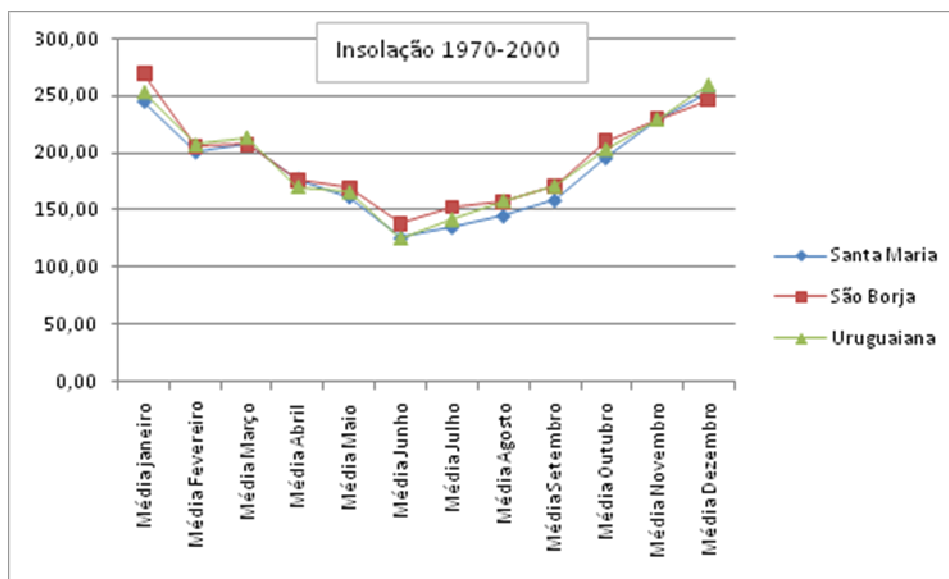


Figura 10 - Gráfico das médias mensais de insolação para o período de 1970-2000.

As temperaturas máximas médias apresentam comportamento condizente às curvas da insolação, entretanto é visível a existência de médias maiores na estação de São Borja, seguidas de Uruguaiana e Santa Maria (Figura 11). Este comportamento se explica pelo fator continentalidade, muito mais atuante nas estações de São Borja e de Uruguaiana. No verão as temperaturas máximas são de, em média, 27°C a 32°C, atingindo o mínimo nos meses de junho e julho, nos quais chegam a valores entre 15°C e 20,5°C, respectivamente.

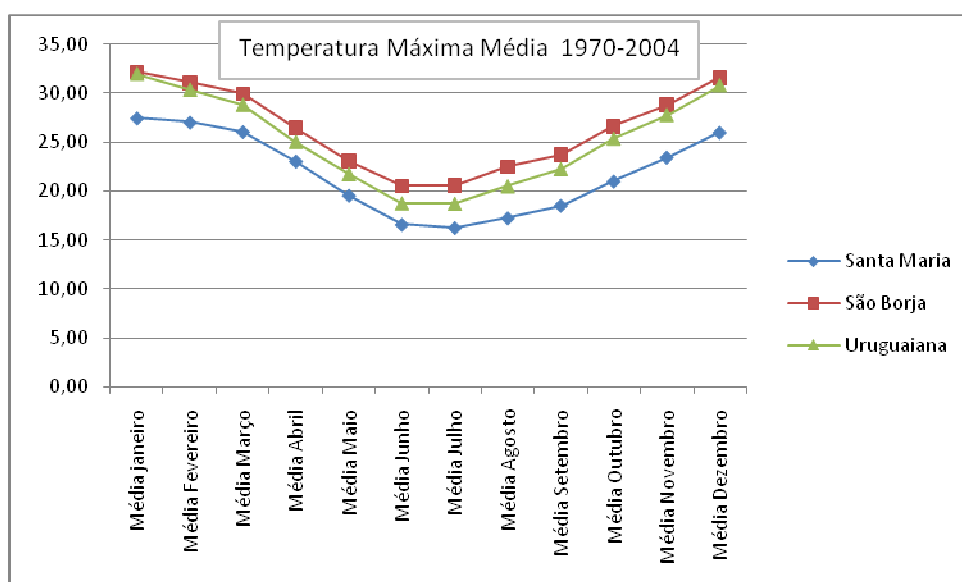


Figura 11 - Gráfico das médias mensais de temperatura máxima para o período de 1970-2004.

Estas diferenças não se observam de forma significativa na análise das temperaturas mínimas médias (Figura 12), as curvas são quase coincidentes, com exceção dos meses de junho a setembro na estação de Uruguiana, mais frios que nas demais estações. As temperaturas mínimas no verão ficam em média entre 19°C e 20°C, caindo para valores entre 9°C e 10°C no inverno.

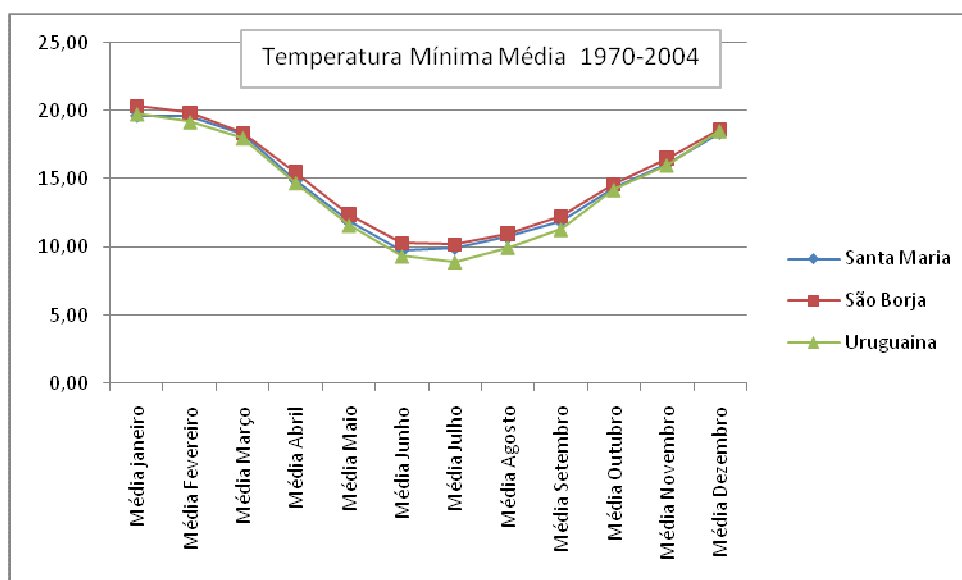


Figura 12 - Gráfico das médias mensais de temperatura mínima para o período de 1970-2004.

O gráfico das temperaturas médias apontam para verões com temperaturas entre 22°C e 27°C, caindo para valores entre 21°C e 15°C na primavera, atingindo 13°C no inverno e voltando a subir no outono (20°C a 23°C). As médias mais altas são registradas na estação de São Borja (Figura 13).

Sobre a umidade relativa do ar, tem-se de modo geral, uma região onde os valores de umidade média não variam significativamente entre os meses de verão e inverno (a amplitude máxima calculada para Uruguiana de 15%), embora essa diferença exista e a média da umidade relativa nos meses de verão oscile entre 64% e 72%, aumentando até atingir valores máximos de 80% no inverno e decaindo novamente (Figura 14).

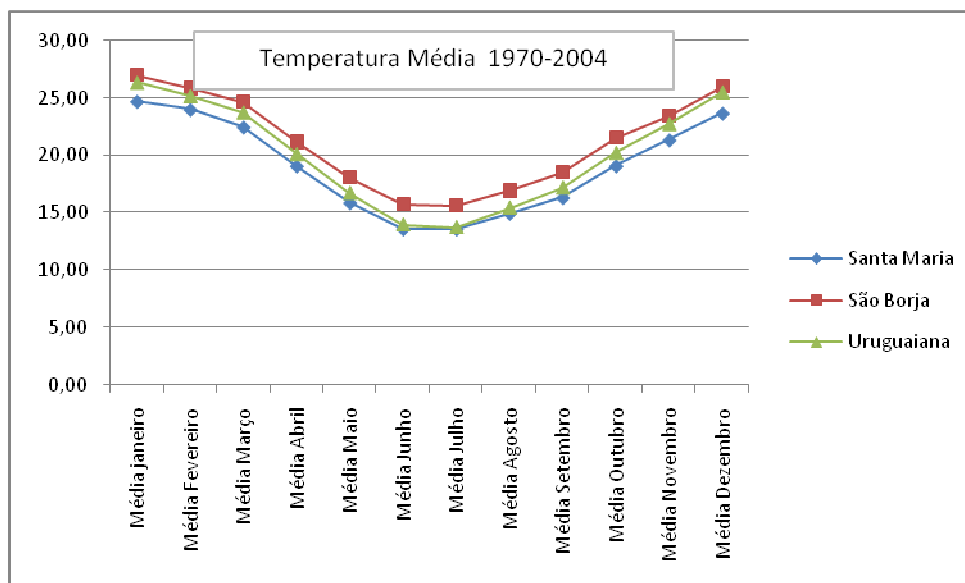


Figura 13 - Gráfico das médias mensais de temperatura para o período de 1970-2004.

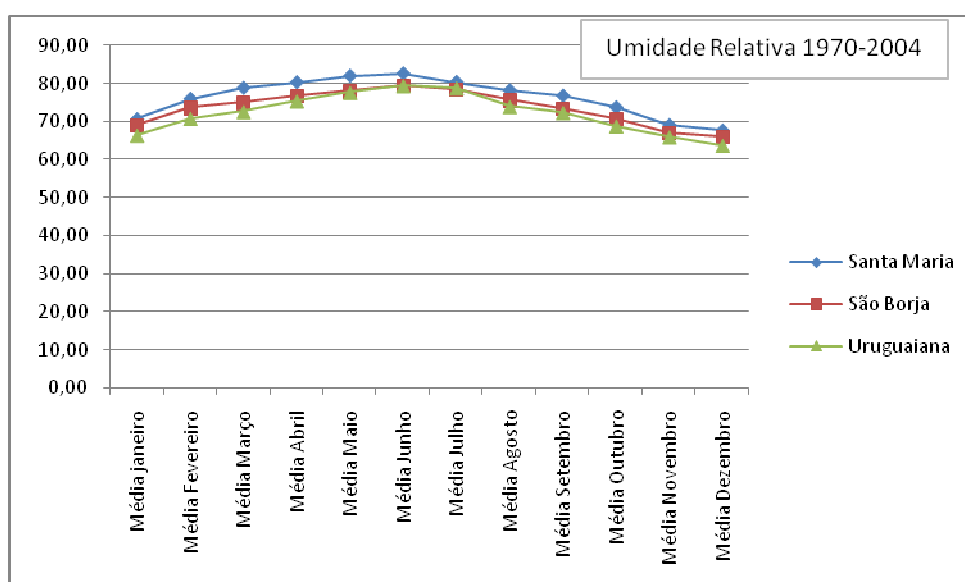


Figura 14 - Gráfico das médias mensais de umidade relativa para o período de 1970-2004.

A precipitação é a variável que apresenta comportamento mais diferenciado entre as estações (Figura 15). Na estação de Santa Maria o comportamento é mais regular, indicando médias de chuva melhor distribuídas ao longo dos meses, pois a amplitude entre o mês menos chuvoso e o mais chuvoso não é muito significativa, atingindo 32,33 mm. São registrados picos que oscilam entre 156mm a 144mm de chuva nos meses de janeiro, abril, julho e outubro. Nota-se, ainda, uma leve tendência de decréscimo das precipitações de janeiro a dezembro

nesta estação meteorológica. As estações de São Borja e Uruguaiiana apresentam linhas com comportamento parecido, embora as médias de precipitação de Uruguaiiana sejam menores. Ambas as estações apresentam amplitudes de chuva maiores do que as de Santa Maria (97,13mm em São Borja e 104,98mm em Uruguaiiana) e dois picos de precipitação, um em abril e outro em outubro com valores entre 146mm e 190mm. Os meses com menores médias de chuva são junho, julho e agosto, em que são registradas precipitações de 70 a 119mm.

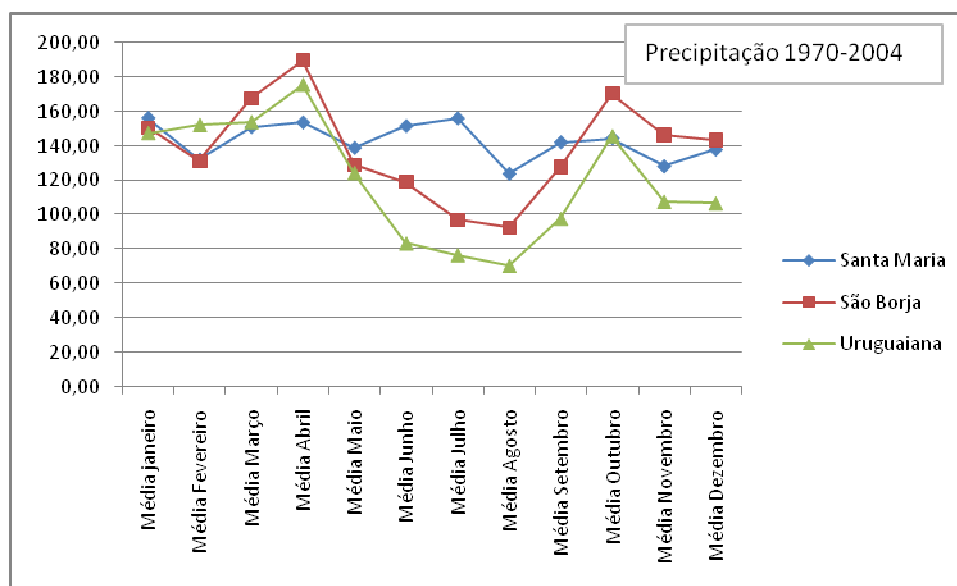


Figura 15 - Gráfico das médias mensais de precipitação para o período de 1970-2004.

As médias dos dias de geada apresentam comportamento semelhante entre as estações (Figura 16). O período de geadas inicia em maio (1 a 2 dias) e termina em setembro (1 a 2 dias), atingindo valores máximos em junho e julho (em média 4 a 6 dias no mês). Respectivamente, Uruguaiiana, São Borja e Santa Maria apresentam maiores valores mensais de dias com geada.

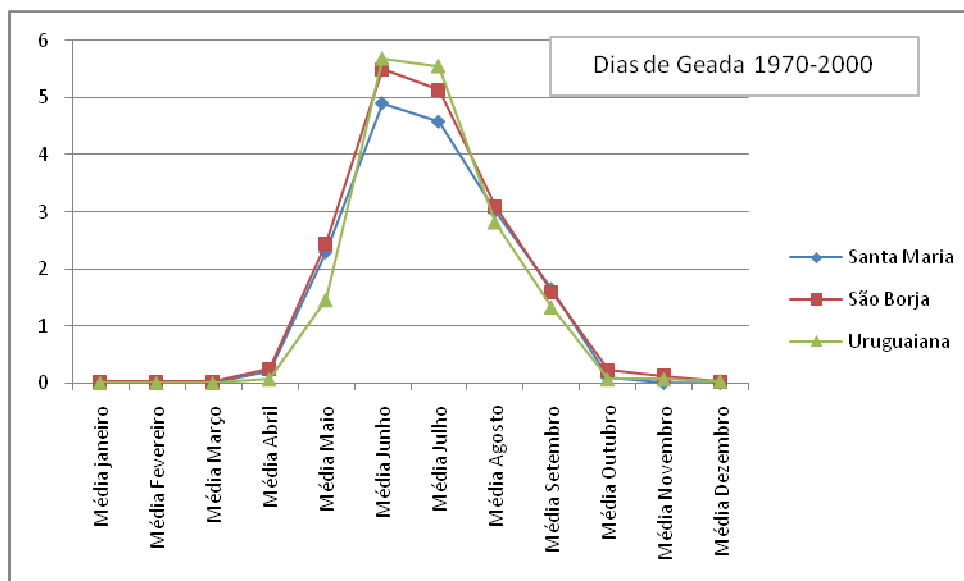


Figura 16 - Gráfico das médias mensais de dias de geada para o período de 1970-2000.

Podemos então dizer que, a partir das características de comportamento dessas variáveis, além de estudos anteriores sobre as classificações climáticas, o clima do Rio Grande do Sul é, de forma geral, caracterizado por ser subtropical úmido. Conforme Wladimir Köppen, o clima da região expressa uma condição de ser do tipo *Cfa*, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e por apresentar uma característica de ser úmido, com ocorrência de precipitação em todos os meses do ano. De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), o clima subtropical úmido é controlado por massas de ar de origem polar e tropical e pelo avanço de sistemas frontais ao longo de todo o ano.

Além disso, cabe destacar que essa tipologia climática apresenta, no que diz respeito ao comportamento da precipitação, uma pluviometria que é registrada efetivamente ao longo dos 12 meses do ano, porém seus totais mensais não são distribuídos igualmente, conforme os dados revelados pelas estações meteorológicas de São Borja e Uruguaiana. A exceção, dentro deste universo, é para os dados pluviométricos de Santa Maria, como já foi comentado anteriormente.

A "gangorra" térmica da região, como já foi demonstrada nas análises dos dados anteriores, é marcante neste tipo climático e ficou evidente nos dados das três estações meteorológicas utilizadas. Esse comportamento se destacou, registrando o início na queda das temperaturas no final de abril (outono) e estendendo esta

característica até o final do mês de agosto (inverno). A sazonalidade primavera-verão, que tem início no mês setembro, começa a registrar a elevação gradual da temperatura que se consolida de vez com médias mais elevadas ao longo do verão. Ainda no que tange à temática térmica no seu contraste entre as estações extremas (verão-inverno), é importante enfatizar a variação da temperatura nesta tipologia climática, onde o verão pode oscilar, marcadamente, de quente a fresco, e o inverno, de frio a fresco.

Desta forma, podemos dizer que após a análise dos referidos parâmetros climatológicos, existe uma similaridade no comportamento de muitas das variáveis para as três estações utilizadas, com exceção do elemento precipitação que apresenta maior variabilidade têmporo-espacial.

1.7. Análise Rítmica

A análise pretendida pressupõe o ritmo como a essência do clima, juntamente com as interações dos elementos climáticos. Desta forma, a climatologia dinâmica, apesar de produzir uma diversificada configuração de situações atmosféricas, necessita de análises episódicas para que se diminua a escala da abordagem e, posteriormente, se aprofunde a investigação. Tal procedimento servirá de subsídio para a explicação de situações específicas e concretas da realidade da aérea de estudo. É importante salientar que o encadeamento das situações atmosféricas diferenciadas, em distintos períodos de tempo, além da variação quantitativa dos elementos climáticos, gera um conhecimento do tipo de tempo, o que assegura a compreensão genética de um clima local, embasado na dinâmica climática regional.

Nesta tese, a identificação dos sistemas atmosféricos que atuaram na área de estudo ao longo do ano experimental pôde ser feita através da consulta eletrônica às cartas sinóticas de superfície (12h GMT) do **Serviço Meteorológico da Marinha do Brasil** (<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>) e à página do **Weather Underground** (<http://portuguese.wunderground.com/>) que forneceram

elementos para melhor visualização e compreensão das sucessões dos tipos de tempo. Cabe informar que as cartas sinóticas relativas ao ano de 2006 não estão disponíveis. Desta forma, as cartas sinóticas aqui mostradas contemplam somente o ano de 2007.

1.7.1. A condição dominante no ano experimental

Os comportamentos médios mensais dos principais elementos climáticos calculados a partir dos dados diários mensurados durante o ano experimental foram considerados normais, após análise estatística. A estação tomada para a comparação foi a de Santa Maria, já que esta foi utilizada para preenchimento das falhas dos dados diários. A tabela 5 expressa, assim, os valores da normal, mediana, quartis superior e inferior (calculados para a série de Santa Maria) e média para o ano experimental para os seguintes elementos climáticos: temperatura (média, média mínima e máxima), precipitação e umidade relativa do ar.

Tabela 5 – Valores referentes à estação de Santa Maria para o período de 1970-2004 para fins de contextualização do ano experimental.

Variáveis	Normal	Desvio padrão do período	Mediana	Quartil inferior	Quartil superior	Média do ano experimental
Precipitação	142.90	85.33	126.80	77.70	194.35	133.56
Temperatura Máxima Média	24.97	4.26	24.99	21.20	28.95	24.13
Temperatura Média	19.07	4.17	19.05	15.48	23.00	20.88
Temperatura Mínima Média	14.62	3.90	14.76	11.28	18.07	17.68
Umidade Relativa	76.38	6.52	77.46	72.70	81.00	77.15

Fonte: organizado pelo autor.

Observando a tabela, a partir da variável temperatura média, verificamos que a normal mensal ficou na faixa de 19,07°C e mediana 19,05 °C. Comparando esses dados com a temperatura média do ano experimental (que foi de 20,88°C), constata-se que a diferença ficou na casa de 1,81°C a mais, ou seja, pouco significativa. Ao levarmos em conta que 30 anos são necessários para consolidarmos uma normal

climatológica, a média térmica do ano experimental ficou pouquíssimo acima desta série de dados, mesmo com uma série temporal bem menor. Na interpretação dos valores da temperatura média do ano experimental (20,88°C), na relação com os quartis inferior e superior, constata-se que a mesma ficou dentro do intervalo entre eles (15,48°C e 23°C), caracterizando-a com um comportamento normal.

O comportamento da temperatura média mínima e máxima do ano experimental, na comparação com as suas normais climatológicas também se apresentaram dentro da normalidade. A temperatura mínima média do ano experimental ficou em torno de 17,68°C, a normal da estação meteorológica de Santa Maria registrou o valor de 14,62°C e mediana de 14,76 °C. Isso expressa que o ano experimental, neste quesito, registrou 3,06°C a mais que a normal utilizada na comparação, mas mesmo assim essa variável se comportou dentro da normalidade, pois ficou inserida no intervalo dos quartis inferior e superior. Já a temperatura média máxima do ano experimental (24,13°C) registrou um comportamento muito semelhante em relação a sua normal climatológica (24,97°C) e mediana (24,99 °C), diferença de cerca de 0,84°C. A média máxima de temperatura (24,13°C) também ficou dentro do intervalo dos quartis inferior (21,20°C) e superior (28,95°C) caracterizando seu comportamento como normal.

A umidade relativa do ar também seguiu uma tendência de normalidade, assim como os demais elementos climáticos já referidos. A normal calculada foi 76,38% e mediana, 77,46%. Quando confrontadas com o comportamento médio no ano experimental (77,15%), observa-se, em relação à normal, uma diferença de apenas 0,77% a mais. O valor de umidade relativa do ar média no ano experimental (77,15%) ficou dentro do intervalo dos quartis inferior (72,70%) e superior (81%), corroborando para sua característica de normalidade.

No que se refere à variável precipitação, este elemento climático é o que mais varia, tanto espacial como temporalmente nos estudos de análise climática. Seu comportamento neste estudo, também não foi diferente, mesmo tendo uma dinâmica dentro da normalidade. A precipitação média mensal para o ano experimental registrada foi de 133,56mm, enquanto a normal para o período foi de 142,9mm (diferença de 9,34mm a menos) e mediana de 126,8mm. Na relação dos

quartis inferior (77,7mm) e superior (194,35mm) com a média do ano experimental (133,56mm), o comportamento foi considerado normal, pois se manteve inserida dentro deste intervalo.

Ao contrastarmos os valores mensais calculados para as variáveis durante os 12 meses do experimento (Tabela 6) com o comportamento do clima regional caracterizado no item 1.6. deste capítulo, podemos, também, dizer que este ano (jul/2006 a jun/2007) foi um ano dentro do padrão esperado para região, mesmo no que se refere à precipitação, elemento climático que mais varia.

Tabela 6 – Valores referentes à estação de Santa Maria para o período de 1970-2004 para fins de contextualização do ano experimental.

Mês	Total acumulado	Temperatura Máxima Média	Temperatura Média	Temperatura Mínima Média	Umidade Relativa
jul/06	106.20	23.42	19.91	16.19	79.16
ago/06	75.60	18.02	15.06	12.21	77.04
set/06	154.20	19.18	16.04	13.01	76.55
out/06	208.90	24.85	21.45	18.15	74.47
nov/06	134.60	25.35	22.18	19.11	71.52
dez/06	84.20	30.54	27.14	23.84	68.67
jan/07	163.90	28.49	25.61	22.80	75.94
fev/07	145.20	29.74	26.34	23.06	74.78
mar/07	173.60	28.91	25.50	22.24	82.55
abr/07	122.00	24.46	21.61	18.76	81.41
mai/07	102.80	18.55	15.25	11.89	82.37
jun/07	131.60	18.03	14.50	10.91	81.39

Fonte: organizado pelo autor.

De acordo com o observado, percebemos que as temperaturas sobem gradualmente a partir de agosto de 2006 atingindo o máximo em dezembro do mesmo ano, e reduzindo gradativamente até junho de 2007. A temperatura média do mais quente situou-se acima dos 22°C. A umidade relativa do ar diminuiu a partir do mês de julho de 2006 e apresentou menor valor em dezembro de 2006, subindo novamente até os meses de inverno, padrão comum no RS.

Quanto à precipitação, foram observados os dois picos de concentração pluvial em outubro de 2006 e março de 2007, e o mês de agosto de 2006 registrou mais baixo valor de precipitação acumulada. Comportamento semelhante foi observado em duas das três estações utilizadas para caracterizar o clima regional.

Pode-se dizer que o mês de dezembro de 2006 apresenta-se atípico, pois apresenta uma redução de 56mm em relação à normal para o mês de dezembro (140mm, observada na Figura 15).

Sobre os sistemas atmosféricos dominantes, de forma geral, a área de estudo está submetida a duas massas de ar: a mTc – Massa Tropical Continental e a mPa – Massa Polar Atlântica. Após a consulta e tabulação das informações sobre as massas de ar que influenciaram as condições dos tipos de tempo na área de estudo ao longo do ano experimental, produziu-se um gráfico/tabela (Figura 17) que expressa, justamente, o percentual de atuação das referidas massas de ar.

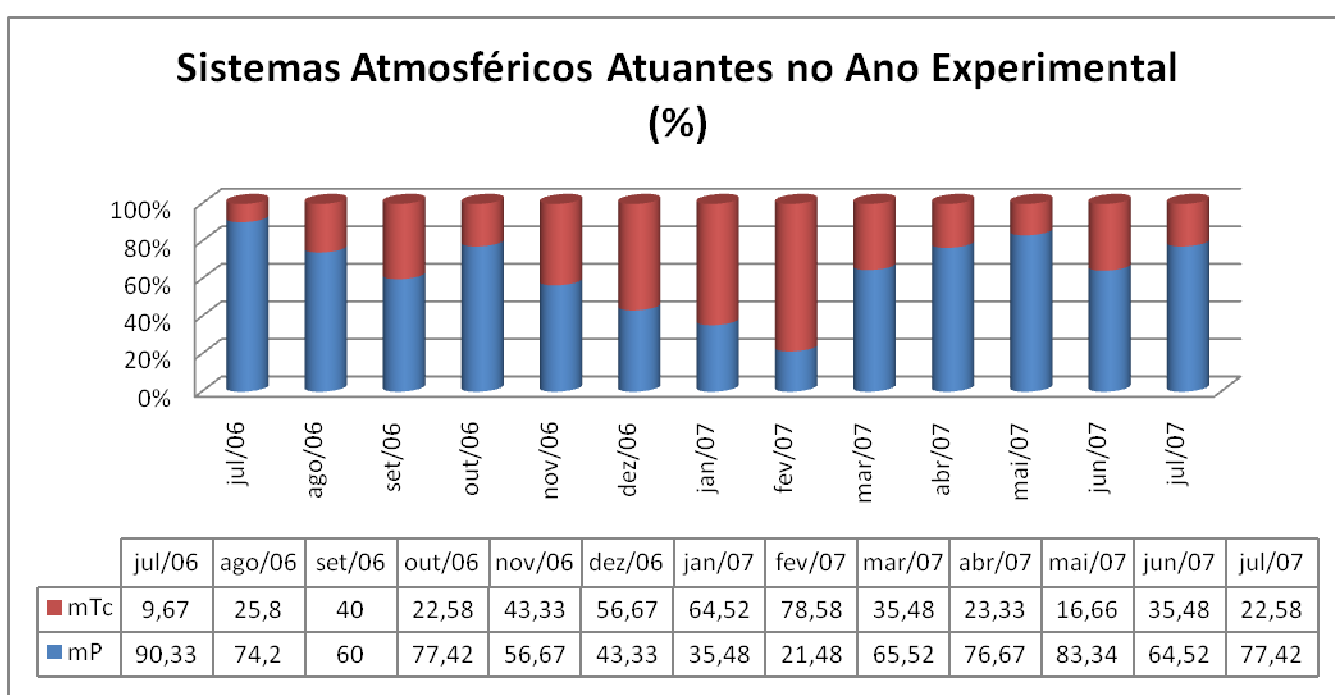


Figura 17 - Gráfico que representa o percentual dos sistemas atmosféricos atuantes, por mês, no ano experimental.

Para o ano experimental verificou-se que a massa de ar com maior influência nas condições dos tipos de tempo para a área em questão foi a mPa. Essa massa de ar teve um percentual de atuação, de jul/06 a jul/07, de 76,92% em relação à mTc (23,08%). A exceção foi para os meses de dez/06, jan/07 e fev/07, onde a massa tropical continental teve maior percentual de atuação e, por conseguinte, influenciando de maneira mais significativa as condições dos tipos de tempo para a área de estudo com 56,67%, 64,52% e 78,58%, respectivamente.

É importante destacar que mPa teve influência significativa quanto às condições dos tipos de tempo, concernente à área de estudo, nos meses de julho a novembro, relativo ao ano de 2006 e de maio a julho para o ano de 2007. Os meses de maior influência dessa massa de ar para as condições dos tipos de tempo foram os meses de julho de 2006 com 90,33% e maio de 2007 com 83,33%, seguido por julho de 2007 com 77,42%.

Para um detalhamento da análise rítmica foram destacados alguns episódios, representados no gráfico relativo à análise rítmica (Figura 18), este último construído a partir dos dados da tabela em anexo (A).

Os episódios foram selecionados e caracterizados com base nos seguintes critérios:

a) condições do tipo de tempo sob domínio da mTc em circunstâncias de episódios que retratem uma condição típica (média) e extrema (verão).

b) condições do tipo de tempo sob domínio da mPa em circunstâncias de episódios que retratem uma condição típica (média) e extrema (inverno).

c) condições do tipo de tempo sob domínio e atuação de frentes.

Assim, a partir do anteriormente exposto, foram escolhidas seis datas episódicas. Estas estão indicadas na tabela 7, onde são apresentadas, de forma sintética, suas características.

1) mPa – Inverno extremo – 1/08/2006;

2) mPa – Inverno médio (típico) – 20/08/2006;

3) mTc – Verão médio (típico) – 4/02/2007;

4) mTc – Verão extremo – 16/02/2007;

5) Atuação de frente com variação brusca no padrão das condições de tempo evidenciados nos episódios típicos de inverno – 16/07/2006; e

6) Atuação de frente com variação brusca de padrão das condições de tempo com variações bruscas de temperatura nos episódios típicos de verão – 22/01/2007.

O gráfico de análise rítmica, por motivos de formatação, está ao final deste capítulo!

Tabela 7 – Episódios selecionados a partir da análise rítmica do ano experimental.

Episódio 1 Inverno Extremo 1/8/06			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	1016	1017,9	1013,2
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	N	NW	NNW
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	3,4	9,8	6,6
Umidade relativa	12:00	18:00	
	93	49	
Massa de ar dominante	Polar		
Nebulosidade às 12:00	Céu limpo		

Episódio 2 Inverno médio (Típico) 21/08/06			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	1012,2	1016,3	1013,4
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	NE	N	N
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	5,6	10,2	7,9
Umidade relativa	12:00	18:00	
	76	46	
Massa de ar dominante	Polar		
Nebulosidade às 12:00	Céu limpo		

Episódio 3 Verão Médio (Típico) 4/2/07			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	1007	1009	1006
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	N	NE	W
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	24	26,2	25,1
Umidade relativa	12:00	18:00	
	85	68	
Massa de ar dominante	Tropical continental		
Nebulosidade às 12:00	3/4 encoberto		

Episódio 4 Verão Extremo 16/2/07			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	993,9	995,9	992,4
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	N	NE	NW
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	26	36,2	31,1
Umidade relativa	12:00	18:00	
	57	34	
Massa de ar dominante	Tropical continental		
Nebulosidade às 12:00	1/2 encoberto		

Episódio 5 Avanço de Frente típico Inverno 16/07/06			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	1013,9	1012,6	1010
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	SE	SW	SE
Precipitação	5,2		
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	15,4	28,1	21,75
Umidade relativa	12:00	18:00	
	98	92	
Massa de ar dominante	Polar		
Nebulosidade às 12:00	1/2 encoberto		

Episódio 6 Avanço de Frente típico verão 22/01/07			
Pressão atmosférica	00:00	12:00	18:00
	1004,4	1004	1001,1
Direção do vento	00:00	12:00	18:00
	WNW	WNW	WNW
Precipitação	4,8		
Temperatura	Mínima	Máxima	Média
	19,5	28,8	24,15
Umidade relativa	12:00	18:00	
	100	100	
Massa de ar dominante	Polar		
Nebulosidade às 12:00	1/4 encoberto		

Fonte: organizado pelo autor

1.7.2. Episódio 1: mPa – Inverno extremo – 01/08/2006

Mostra uma condição de inverno rigoroso, com registros de temperatura mínima de 3,4°C e máxima que não ultrapassou os 9,8°C. A média térmica para este dia foi de apenas 6,6°C, o que demonstra a intensidade da atuação do ar de origem polar na área em questão. É relevante salientar que o dia anterior e posterior ao episódio analisado também registraram, no quesito temperatura, mínimas de 4,6°C e 3°C, e máximas de 8,8°C e 11,4°C, respectivamente marcando a efetiva atuação da mPa para os registros térmicos. No que tange à umidade relativa, a máxima registrada ficou na faixa dos 93%, resultado direto dos valores mínimos de temperatura ao longo de todo o dia.

Em relação à nebulosidade foi registrado que o céu estava totalmente limpo e sem a presença de nuvens, característica muito marcante de um episódio de inverno extremo e sob influência da mPa. Tal fato relaciona-se diretamente com os valores barométricos elevados, registrados para a data episódica (1017,9hPa às 12h) o que refletiu de maneira contundente no registro nulo de precipitação ao longo deste dia. Isso retrata, justamente, a forte ação de um sistema anticiclônico na área de estudo, decorrente da presença da mPa, inibindo toda e qualquer possibilidade de movimentos ascendentes.

1.7.3. Episódio 2: mPa – Inverno típico – 21/08/2006

Esta data episódica retrata a ação direta de uma massa de ar de origem polar (mPa), influenciando as condições e os tipos de tempo da área de estudo, num dia considerado típico de inverno. Nesta ocasião, a temperatura mínima registrada foi de 5,6°C e a máxima não ultrapassou 10,2°C. Desta forma, a média térmica para o dia foi de 7,9°C revelando a influência da mPa para o comportamento térmico da data episódica.

O índice de registro barométrico médio foi de 1013,9hPa, tendo um pico de 1016,3hPa para as 12h. Foi verificado que para esta data episódica o céu estava

limpo, fato que está diretamente relacionado com os índices barométricos elevados ao longo do dia que impediram a ascensão do ar e, por conseguinte, a formação de nuvens. Nesta ocasião, o registro pluviométrico foi nulo retratando a ação direta da mPa para o comportamento desta variável.

1.7.4. Episódio 3: mTc – Verão Médio (Típico) - 04/02/07

Mostra a situação de verão típico para a área de estudo com o registro de valores de pressão atmosférica que não ultrapassaram 1009hPa (registro das 12h – Figura 19). A média barométrica deste dia foi de 1008hPa, com uma mínima de 1007hPa para as 18h.

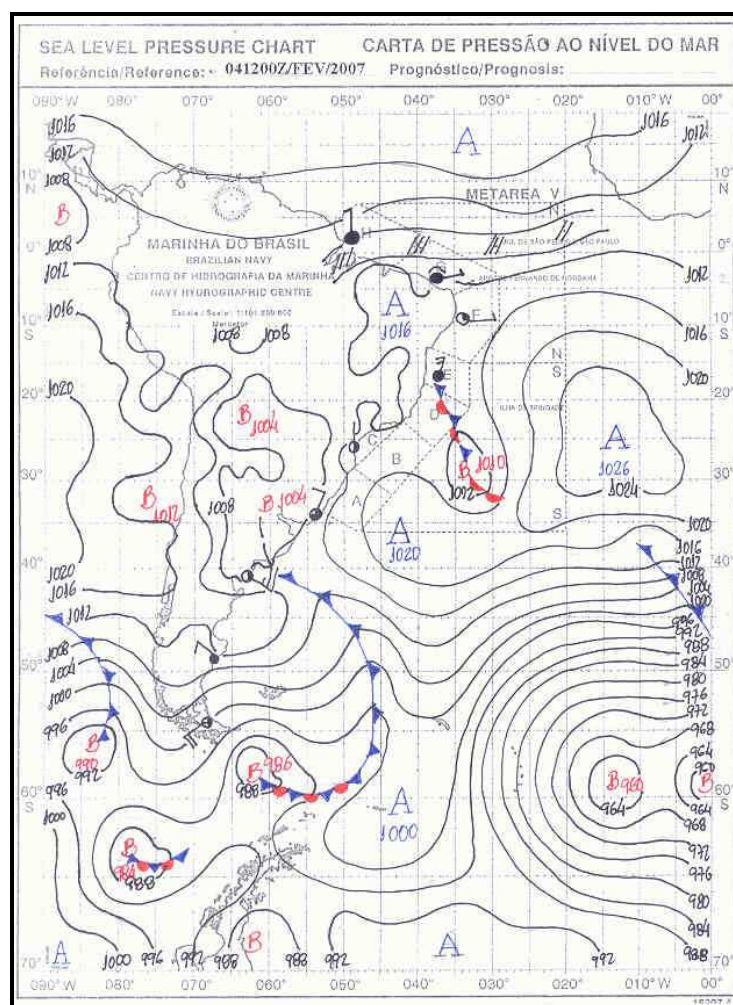


Figura 19 – carta sinótica do episódio 3. Fonte: Serviço Meteorológico da Marinha do Brasil, disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

Em função destes registros de pressão atmosférica, relativamente baixa, foi constatado que o céu estava com metade de sua área encoberto, decorrente da movimentação ascendente do ar. Este aspecto é corroborado pelos registros térmicos do dia que tiveram como máxima de 30,4°C, mínima de 21,6°C, resultando uma média para o dia de 26°C.

As características acima analisadas, demonstram a ação contundente da mTc na região, influenciando não só o comportamento térmico e barométrico em um dia de verão típico, como também os demais elementos climáticos, por exemplo, a umidade relativa e a precipitação. A umidade relativa registrou um valor mínimo de 53% (não ultrapassando os 84%) e a precipitação teve registro nulo ao longo do dia.

1.7.5. Episódio 4: mTc – Verão Extremo - 16/02/07

Esta situação mostra uma marcante presença de um sistema de baixa pressão e, conseqüentemente, a influência direta da mTc sobre a área em questão (Figura 20). Nesta data episódica, os registros térmicos, tanto mínimos como máximos foram elevados. A temperatura mínima ficou na casa de 26°C e máxima atingiu 36,2°C, ocasionando uma média térmica para o dia de 31,3°C.

Os índices barométricos registrados ao longo do dia foram muito baixos; a mínima pressão atmosférica ficou na faixa dos 992,5hPa e a máxima não ultrapassou os 995,9hPa. Isso reflete, efetivamente, a participação da mTc na determinação e comportamento das variáveis já relatadas, além de influenciar os baixíssimos índices de umidade relativa registrados ao longo do dia, que tiveram a máxima de 57%, e a mínima de 34%.

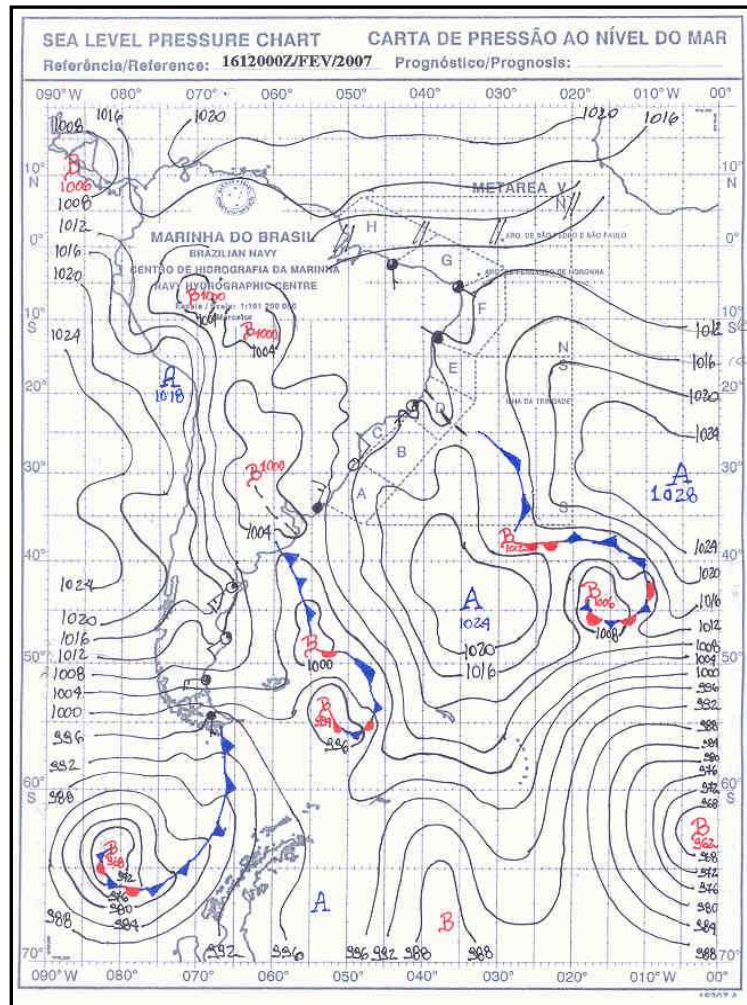


Figura 20 – Carta sinótica do episódio 4. Fonte: Serviço Meteorológico da Marinha do Brasil, disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

1.7.6. Episódio 5: FPA – Avanço de Frente típico Inverno - 16/07/06

Refere-se a uma das passagens da Frente Polar Atlântica no inverno de 2006 (Figura 21). Nessa ocasião, verificou-se que o deslocamento da FPA proporcionou a ocorrência de precipitações que acumularam 5,2mm ao longo do dia. Os registros barométricos tiveram como máximo, 1013,9hPa as 18h e mínimo de 1010hPa as 12h.

Os ventos de superfície sopraram, predominantemente, do quadrante SE sendo que somente no registro das 12h soprou do quadrante SW.

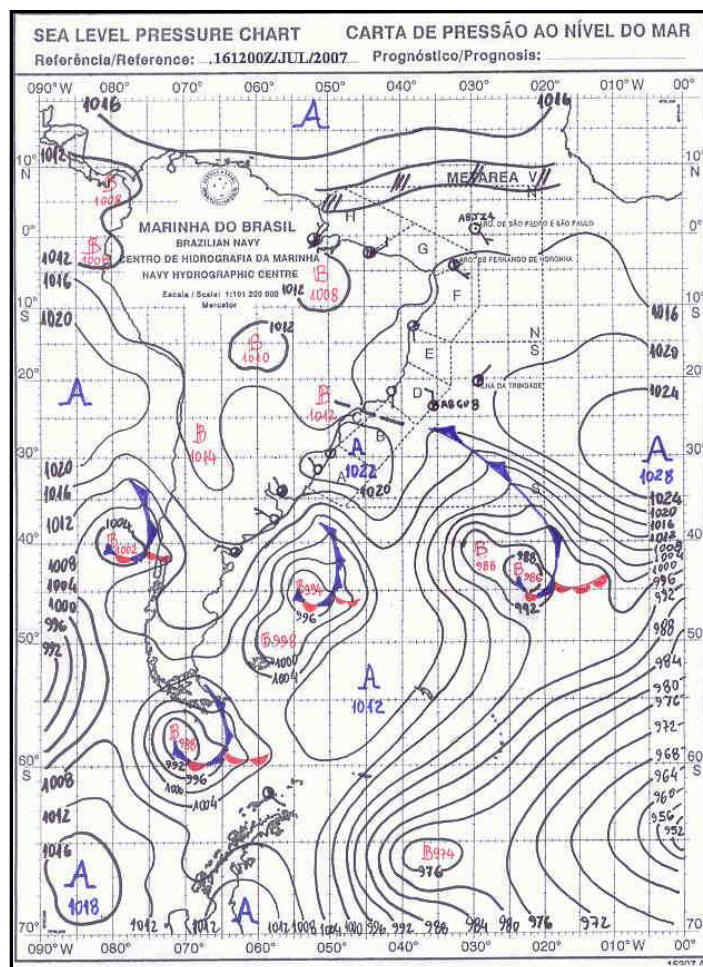


Figura 21 – Carta sinótica do episódio 5. Fonte: Serviço Meteorológico da Marinha do Brasil, disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

Já no aspecto térmico, a mínima ficou na casa de 15,4°C e a máxima atingindo, para uma circunstância de inverno, 28,1°C. Essa amplitude térmica (que para a data episódica foi de 12,7°C) é muito comum ao longo do ano no Rio Grande do Sul. Essa característica demonstra o caráter extratropical do estado, ou seja, as mudanças nas condições e nos tipos de tempo nessa região que estão intimamente ligados/condicionados ao deslocamento de sistemas frontais, em especial de origem polar.

No que diz respeito à umidade relativa do ar, a mesma sempre se manteve elevada, registrando a máxima de 98% e a mínima de 92%, sobretudo em função da ocorrência da precipitação.

1.7.7. Episódio 6: FPA – Avanço de Frente típico verão - 22/01/07

Está associado a uma das passagens da Frente Polar Atlântica verão de 2007 (Figura 22). Nesta circunstância, observou-se que o deslocamento da FPA proporcionou a ocorrência de precipitações que acumularam 4,8mm ao longo do dia. Dentro do âmbito higrométrico, a umidade relativa manteve-se sempre em 100% durante as horas de registro. No campo barométrico, registrou-se valores que não ultrapassaram os 1004,4hPa (máxima às 0h), onde a mínima ficou na faixa de 1001,1hPa às 18h. Os ventos sopraram de forma constante do quadrante WNW ao longo das 3 medições diárias, indicando um comportamento típico quando da entrada de sistemas frontais sobre a região.

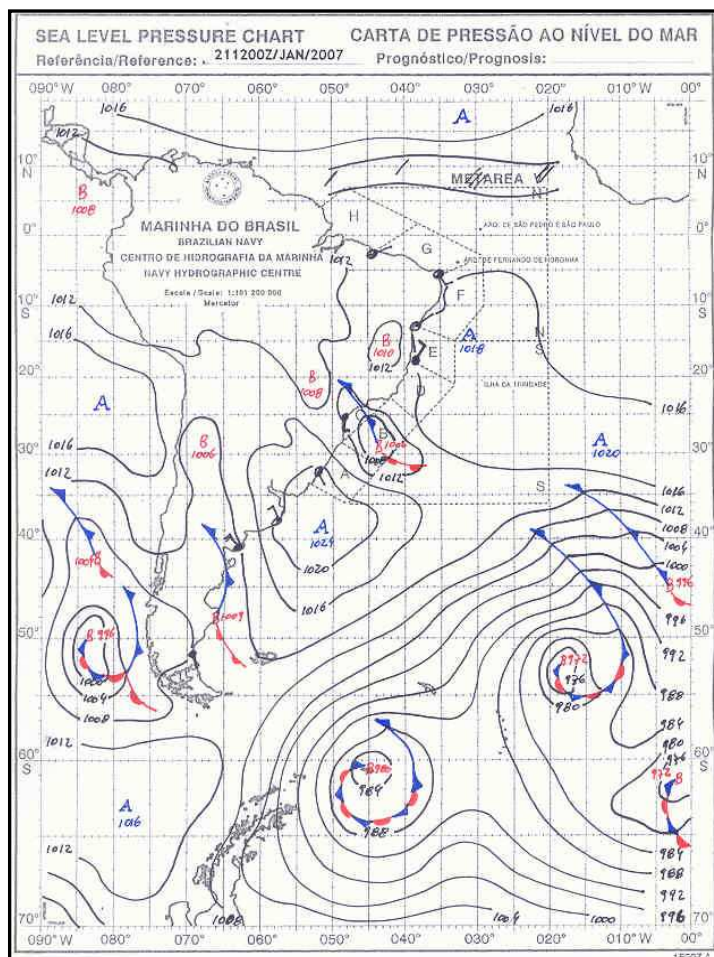


Figura 22 – Carta sinótica do episódio 6. Fonte: Serviço Meteorológico da Marinha do Brasil, disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>

A temperatura máxima registrada para a data episódica foi de 28,8°C, sendo que a partir da entrada da FPA, a temperatura declinou para mínima registrada de 19,5°C, fazendo com que a temperatura média do dia ficasse na faixa de 24,1°C. A amplitude térmica diária foi de 9,3°C, o que demonstra a capacidade de influência da frente nas alterações das condições dos tipos de tempo na área de estudo.

1.7.8. Condições meteorológico-climáticas dominantes nos dias experimentais

Para a caracterização das condições meteorológicas nos dias de coleta das variáveis climáticas do ano experimental, foi construída a tabela 8, a qual expressa a média dos elementos climáticos, para cada uma das cinco unidades de paisagem representativas do transecto em análise em cada dia de coleta.

Com base nesses dados pode-se verificar as variações microclimáticas entre as unidades de paisagem, caracterizadas no capítulo 2, e também, estabelecer uma relação do comportamento médio destas variáveis com os aspectos meteorológicos do ano experimental, que nada mais é do que a expressão das condições climáticas que caracterizam o clima do Rio Grande do Sul.

Assim sendo, a tabela 8 demonstra que os dias experimentais são representativos dos principais tipos e condições do tempo regional, ou seja, no dia 28 de julho de 2006 foi verificado a influência da mPa, expressa no comportamento das variáveis climáticas, caracterizando-se como um dia típico de inverno. Em 14 de julho de 2007 (inverno) tem-se a demonstração de uma outra característica do ritmo climático regional: a entrada de uma frente. No dia 21 de outubro de 2006 tem-se o exemplo de domínio da mTc com forte influência na resposta das variáveis climáticas, caracterizando este dia com muita similaridade às condições de verão, embora numa época primaveril. Já no dia 22 de janeiro de 2007, observa-se um comportamento das condições atmosféricas extremas, sob forte domínio da mTc (verão extremo). Finalmente, em 15 de outubro de 2007, numa condição primaveril, tem-se o início de

atuação de uma frente fria que, gradualmente, ao longo do dia, alterou as condições e o tipo de tempo local.

Tabela 8 – Valores médios das variáveis para cada dia de coleta, por unidade de paisagem.

mês/ano	Variável	Média P1	Média P2	Média P3	Média P4	Média P5
jul/06	Temperatura (°C)	13,15	11,5	11,05	13,95	11,75
	Pressão Atmosférica (hPa)	1014	1014	1009	1006	1003,75
	Umidade Relativa (%)	51,75	59	48,25	45,25	46,75
	Velocidade do Vento (m/s)	3,325	2,125	0,625	0	1,875
	Precipitação (mm)	0	0	0	0	0
out/06	Temperatura (°C)	26	28,625	28,925	24,25	26,875
	Pressão Atmosférica (hPa)	994,5	998	1003	988	995,75
	Umidade Relativa (%)	37,5	30,5	30,75	46,75	32
	Velocidade do Vento (m/s)	1,5	1,825	0,35	0	2,3
	Precipitação (mm)	0	0	0	0	0
jan/07	Temperatura (°C)	33,2	32,5	34,625	27,375	36,875
	Pressão Atmosférica (hPa)	994,5	1001,5	992,25	997,25	990,75
	Umidade Relativa (%)	54,5	41,5	39,5	67,25	38,25
	Velocidade do Vento (m/s)	4,675	5,25	2,575	1,375	1,15
	Precipitação (mm)	0	0	0	0	0
jul/07	Temperatura (°C)	17,125	16,375	17,25	19,5	18
	Pressão Atmosférica (hPa)	997	993	995,75	988,25	995,25
	Umidade Relativa (%)	93	82,75	85	81	90,5
	Velocidade do Vento (m/s)	2,8	3,075	2,275	0,675	4,6
	Precipitação (mm)	7,875	7,625	0	0	0
out/07	Temperatura (°C)	19,75	20,8	18,25	17,75	18,075
	Pressão Atmosférica (hPa)	998,75	995,25	999,25	984,75	991,75
	Umidade Relativa (%)	74	72	74,75	68,75	80
	Velocidade do Vento (m/s)	0,8	1,025	0,825	0	1,45
	Precipitação (mm)	0,375	0,25	0,075	0	0

Fonte: organizado pelo autor.

Em síntese, ao avaliar o gráfico de análise rítmica é possível observar o ritmo climático da região no ano experimental. Neste ano ocorreram 3 episódios de temperaturas extremas no inverno ($T_{\text{máx.}} > 35^{\circ}\text{C}$), 9 episódios de temperaturas extremas no verão ($T_{\text{mín.}} < 20^{\circ}\text{C}$) e 4 episódios de precipitações extremas ($< 50\text{mm}$). A variação dos elementos representados no gráfico demonstra um ritmo que resulta da dinâmica das massas de ar atuantes na região. Este ritmo, embora apresente um padrão sazonal habitual, revela, por vezes, alterações importantes como a elevação da temperatura no inverno e/ou a sua diminuição no verão, além da variabilidade na concentração da chuva.

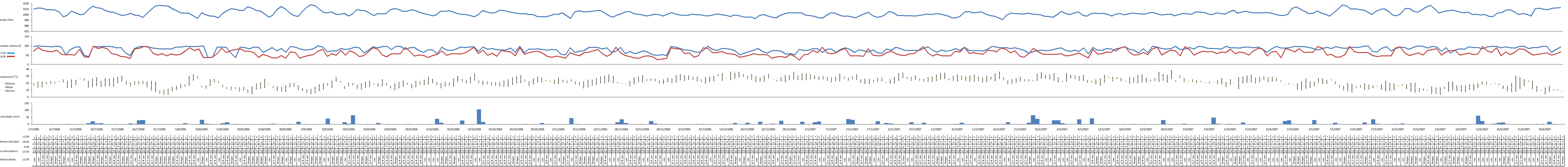


Figura 18 - Análise Rítmica para o Ano Experimental - 01/07/2006 a 30/06/2007 - São Francisco de Assis, RS

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E DEFINIÇÃO DO TRANSECTO DA PAISAGEM

O presente capítulo visa caracterizar a área, objeto desta pesquisa, sob o ponto de vista dos elementos naturais. Neste, é feita a caracterização das diferentes unidades enfatizando a cobertura vegetal, em especial, a distribuição e a classificação de cactáceas e outras espécies bioindicadoras de ambientes secos pretéritos.

2.1. As unidades de paisagem na área de estudo

A idéia básica da tese está centrada numa análise topo e microclimática em áreas com ocorrência de areais. Desta forma, conforme a metodologia de Bolós i Capdevila (1981), é necessário delimitar e caracterizar compartimentos de paisagem que sejam compatíveis com a escala em questão.

Assim, com base nessa concepção, foi necessária a delimitação de diferentes unidades de paisagem, considerando as variações que conformam a área de estudo.

Para tanto, optou-se pela definição de um transecto constituído de uma área definida do topo a base de uma vertente, compartimentado pelas suas características topográficas e de cobertura vegetal (Figura 23). Os critérios utilizados para a compartimentação dessas unidades são: altimetria, rupturas de declividade, cobertura vegetal e tipos de solo. A partir daí definiu-se cinco compartimentos de paisagem assim denominados:

- * paisagem de rampa com cobertura de campo (P1);
- * paisagem de rampa com presença de areais (P2);
- * paisagem de encosta com presença de rocha aflorante (P3);
- * paisagem de encosta com cobertura arbóreo-arbustiva (P4);
- * paisagem de topo com cobertura vegetal de campo (P5).

Estas são as unidades referência para a coleta de dados microclimáticos ao longo do transecto, expressas na figura 23.

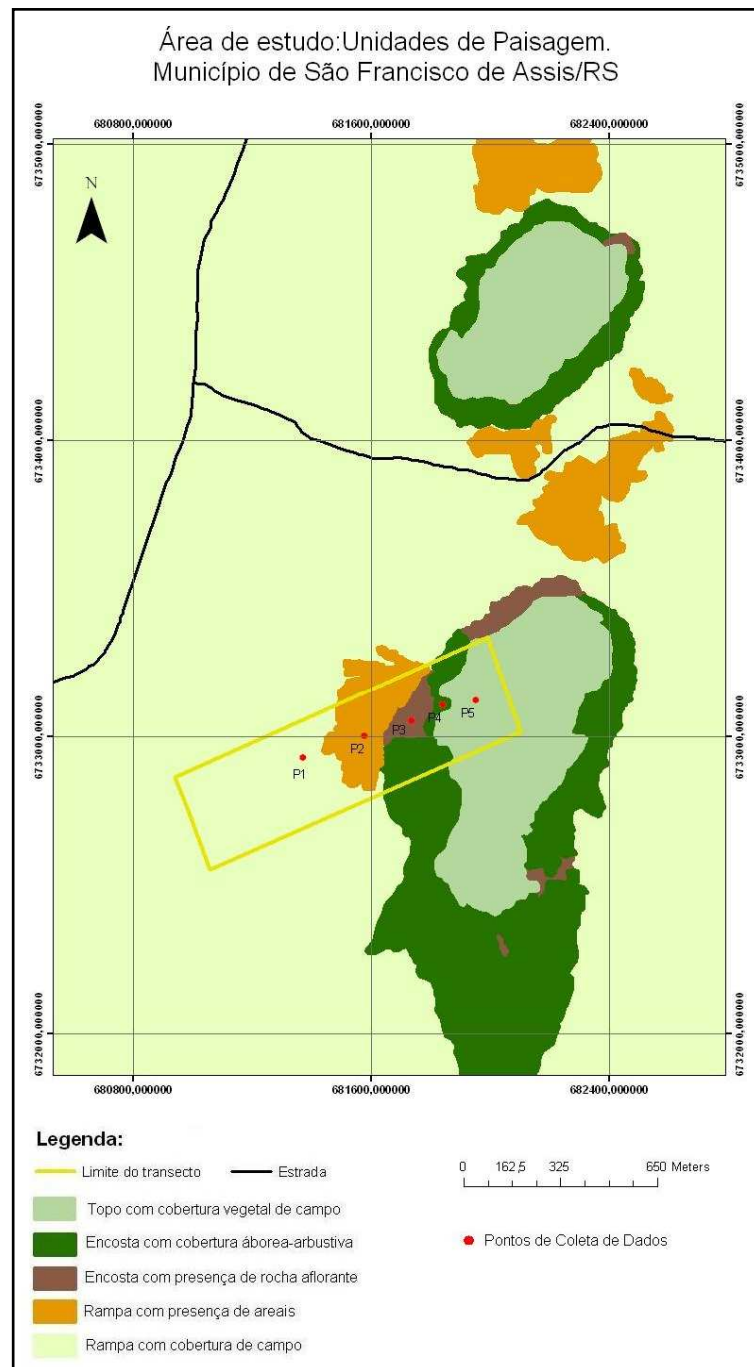


Figura 23 – Mapa da área de estudo com as unidades de paisagem compartimentadas. Elaborado por Mateus de Oliveira, bolsista CNPq, 2008.

2.2. Caracterização das unidades de paisagem

A área escolhida para os estudos de unidades de paisagem corresponde a uma feição de relevo denominada de morro testemunho, localizado ao norte da sede do Município de São Francisco de Assis, na bacia hidrográfica do Arroio Jacundá, entre as latitudes 29° e 31°S e as longitudes 54°30' e 58°45'W. A altimetria deste relevo é de 222m. A orientação da encosta escolhida para a delimitação do transecto está voltada para NNW. Esta face da encosta, diferentemente da encosta orientada para SSE, apresenta, em alguns trechos áreas não uniformes, em termos de cobertura vegetal, variando de cobertura arbóreo-arbustiva a áreas com a presença de matações e cactáceas (Figura 24).

A encosta deste relevo testemunho, objeto de estudo de Freitas (2006), tem sua face voltada para N40°W. Nesta,

"cerca de 20% apresenta rocha exposta, 30% é coberta de vegetação arbórea e em torno de 50% apresenta uma cobertura esparsa, mesclada por grandes fragmentos de rocha arenítica e solo exposto. A cobertura vegetal é constituída de plantas herbáceas, arbustivas e subarbustivas, pertencentes às famílias Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, entre outras" (Ibidem, p.75)

Segundo Freitas (Ibidem, p. 76),

"no contato mais ao sul com a mesma encosta... não são verificados processos erosivos que constituem a arenização. A face da encosta que faz contato com esta porção e completamente coberta por formação arbórea e está voltada para S20°W. A borda inferior do fragmento de mata que cobre a encosta é constituída de inúmeras espécies arbustivas e, principalmente por Bromélia antiacantha (bromeliácea de nome popular banana do mato), formando uma cobertura consistente que contribui significativamente na proteção do solo contra os processos erosivos".

O novo mapa geológico do estado do RS indica como constituinte do substrato rochoso na região de São Francisco de Assis e, particularmente, na área de estudo, a Formação Guará (J3g).

Esta formação, datada do Mesozóico período Jurássico Superior, é caracterizada como *"arenito fino e conglomerático, cores esbranquiçadas e avermelhadas, intercalados ocasionalmente com níveis centimétricos de pelitos, contendo pegadas de dinossauros. Ambiente continental desértico, com depósitos fluviais, eólicos e lacustres"* (CPRM, 2008).



Figura 24 - Mosaico de fotografias que mostram uma visão panorâmica do Cerro da Esquina e suas unidades de paisagem, com detalhe para o mosaico do P₄. Fotografias tiradas em 17/07/2008. Autoria: Luis Pires da Silva

Sob o ponto de vista geomorfológico, o contato da encosta do morro testemunho estudado conecta-se com a várzea, através de uma feição denominada de "glacis" (rampa). O substrato característico desta feição é arenoso, decorrente, em sua grande parte, da deposição eólica pretérita (provavelmente Quaternário).

Pela leitura do mapa observa-se que a estrutura geológica atual da região em estudo está caracterizada pela Formação Guará, nas áreas mais rebaixadas. A formação Botucatu compreende as faixas representadas por áreas de maior altitude, ou seja, as escarpas do planalto meridional e as escarpas dos Morros testemunhos.

Os solos que caracterizam essas áreas foram mais recentemente classificados como Solos Neossolos Quartzarênicos Órticos (EMBRAPA, 1999 *in* STRECK *et. al*, 2002). São solos novos, pouco desenvolvidos, muito frágeis e altamente suscetíveis à erosão hídrica e, quando expostos, à erosão eólica. A cobertura vegetal original desta feição é o campo.

A erosão que se observa nesses solos é erosão em sulcos. Estas dão origem as ravinas e voçorocas. A erosão eólica só ocorre quando este solo não está coberto.

Os substratos das diferentes unidades de paisagem são: P₁ – Campo, Formação Guará e recobrimento com solos arenosos; P₂ – Areal, Formação Guará e solos arenosos; P₃ – Rocha exposta, formação Botucatu e solos pedregosos litólicos; P₄ – Mata, Formação Botucatu e solos litólicos com cobertura de serrapilheira; e P₅ – Topo, Arenito Silicificado e solos argilo-arenosos rasos.

Estudos de Klamt e Schneider (1995), revelam que os solos onde ocorre arenização apresentam teores de argila entre 6 e 12%, enquanto a acumulação de matéria orgânica está entre 0,1 e 0,7%. Confirmam esses índices, a classificação desses solos como Neossolos Quartzarênicos Órticos. As análises elaboradas por Freitas (2006) se aproximam dessa caracterização. Estas indicam os seguintes valores nas subáreas (1 e 2) analisadas, 19 e 16% de argila e 0,8 e 0,7% de matéria orgânica. Verdum (1997), ao analisar os solos no entorno dessas áreas, indica que esses solos apresentam textura arenosa ou areno-argilosa, apresentam PH ácido e são carente em fósforo (P) e Potássio (K) além de apresentarem altos teores de alumínio (Al).

Na região estudada, esses solos, foram sempre associados à formação Botucatu. Mais recentemente, conforme mapa geológico do RS (CPRM, 2008), o substrato dessa área é constituído da Formação Guará. É provável que essas duas formações Guará e Botucatu estejam na origem dos sedimentos que recobrem essas formações. Estes pelas suas características e posição estratigráfica nos remetem ao Quaternário e à constituição de formações superficiais, resultantes da erosão e transporte desses sedimentos por processos de ambientes semi-áridos subatuais (Pleistoceno e Holoceno), conforme já analisado em Quaraí por Suertegaray (1987).

O levantamento qualitativo de cactáceas feito no Cerro da Esquina em São Francisco de Assis foi realizado em três compartimentos de paisagens em 10 unidades amostrais de 25m². A sistematização do número de indivíduos por espécie em cada unidade de paisagem está expressa na tabela 9.

Tabela 9 - Distribuição das espécies de cactáceas por unidade amostral por compartimento de paisagem.

Compartimento da paisagem	Espécie	Unidade amostral 1	Unidade amostral 2	Unidade amostral 3	Unidade amostral 4	Unidade amostral 5	Unidade amostral 6	Unidade amostral 7	Unidade amostral 8	Unidade amostral 9	Unidade amostral 10	Total
P ₃	<i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc.	12		4	33	10		12	8	1		80
	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman	1	2		4	2		1	1			11
	<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor			3		9	1	4	1	3	4	25
	Espécie nova							3				3
P ₄	<i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc.		7		2		48		6	16		79
	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman	9	2	6	8	14	16	5	4	10	3	77
P ₅	<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman	1				2	4		2		1	10
	<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	4	1	3	2	7	2		4	1	1	25

Retomando-se à análise das cactáceas observa-se que, do conjunto dos dados levantados no Cerro da Esquina, tem-se um total de 310 indivíduos distribuídos em 4 espécies. A espécie predominante e presente em 3 compartimentos, embora no topo,

fora da área de amostragem, é a *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc com 51% (159) dos exemplares identificados, seguida da *Cereus hildmannianus* K. Schuman com 32% (98) do total nos 3 compartimentos (P₃, P₄ e P₅), *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor com 16% (50) do todo, em 2 compartimentos (P₃ e P₅), e a espécie nova de cactácea com 1% (3) dos indivíduos presentes no compartimento P₃.

Embora predominante, a *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc concentra-se nos compartimentos de paisagem P₃ e P₄ com números aproximados. A espécie *Cereus hildmannianus* K. Schuman predomina no compartimento P₄ com 77 exemplares, marcando presença, também, no ponto P₃ com 11 indivíduos e no P₅ com 10, números muito próximos. A espécie *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor apresenta o mesmo número indivíduos nos dois compartimentos em que foi identificada (P₃ e P₅), ou seja, 25 em cada um.

Em uma análise mais geral da tabela (Tabela 9), pode-se dizer que a espécie *Cereus* está distribuída mais harmonicamente, considerando as células amostrais. Esta distribuição permite indicar que o ambiente está adequado à fixação dessa espécie. Possivelmente, essa distribuição está suportada por uma boa disseminação de sementes, vinculada à presença significativa da avifauna e de mamíferos que acolhem a área. Tal presença, certamente, promove a disseminação de sementes.

Ainda verificou-se que a presença de indivíduos na forma jovem no compartimento de paisagem P₄ se deve ao fato de que há uma restrição de insolação, elemento vital para o ciclo metabólico do tipo C₄. O referido grupo vegetal, segundo Oliveira Filho (2003, p. 104), "*caracteriza-se por ser abundante em climas quentes, desérticos e pradarias e mais raras em florestas úmidas e áreas de neblina.*". Além disso, o grupo apresenta como primeiro produto estável da fotossíntese uma molécula de 4 carbonos (ácido málico) que, fornece vantagens notáveis para a adaptação das plantas, em ambientes mais secos. Dessa forma, podemos dizer que as plantas do grupo C₄ armazenam CO₂ durante o dia e, principalmente, à noite. Essa estratégia economiza água, pois não há necessidade de perda por evapotranspiração na abertura de estômatos ao longo da noite – isso as torna mais produtivas, pois armazenam mais CO₂ com pouca demanda hídrica. Existem ainda outros exemplos no grupo das bromeliáceas, cactáceas e orquidáceas como também nas gramíneas.

No que se refere à espécie *Echinopsis* os dados indicam a formação de grupos (agrupamentos de indivíduos). Isto se deve ao fato da presença do fruto com semente e sua germinação perto do indivíduo mãe ou a reprodução assexuada por brotamento do indivíduo mãe.

2.2.1. Paisagem de rampa com cobertura de campo (P1)

A paisagem de rampa, contato entre depósitos de encosta e de planície aluvial, corresponde ao compartimento de paisagem mais rebaixado (Figura 25).



Figura 25 – (A) Vista parcial da base do Cerro da Esquina onde predomina a vegetação de campo que corresponde a unidade de paisagem 1 – Campo. (B) detalhe do tipo de vegetação que é encontrada nesta unidade de paisagem no seu limite de transição com o areal. Nota-se a vegetação intercalada pela areia. (17/07/2008). Autoria das fotografias: Dakir Larara Machado da Silva.

Seu substrato é arenoso, embora um pacote de diferentes tipos de sedimentos possam ser observados no perfil da planície aluvial, mais a jusante. Os solos são arenosos e apresentam maior umidade do que os solos da unidade sobre o areal (P2). A cobertura vegetal dominante é de campo, apresentando as mesmas características de substrato que o ponto P2; o que os diferencia é que esta última apresenta, sobre solos arenosos, uma cobertura vegetal de campos.

Segundo Freitas (2006), os solos destas áreas apresentam baixos teores de argila, quantidade menor que 20%. No que se refere à matéria orgânica, conforme

Azevedo e Kaminski (1995), esses solos (Neossolos Quartzarênicos Órticos) apresentam baixa acumulação variando entre 0,1 e 0,7%.

Conforme Verdum (1997), no se refere à sua composição, os solos em foco apresentam carências em P (fósforo) e K (Potássio) e excedente em alumínio responsável pelo PH ácido 4,5 a 6,0. Freitas (2006) ao comparar duas áreas experimentais com cobertura de gramínea vinculadas aos areais (P2) no transecto em estudo indica que:

- a área 02 oferece mais condições para o desenvolvimento das plantas uma vez que a saturação de bases, embora baixa, é maior que a saturação de alumínio;
- a área 02 apresenta, comparativamente à área 1, mais facilidade de trocas com as plantas. Os valores encontrados por Freitas (*Ibidem*) do CTC foi de 2,7 e 12,5 cmol_d/dm₃ respectivamente.

Freitas (*Ibidem*), a partir de seus estudos fitossociológicos, conclui que a área 2 apresenta menor incidência de solo exposto. Nessa área a densidade da cobertura é mais evidente quanto mais próxima da encosta, embora, tenha ocorrido aumento na proporção de solo exposto e redução da cobertura vegetal, na medida em que a distância da encosta se ampliou. Entretanto, estes fatos não promoveram remoção de solo por erosão. Para a autora esta estabilidade estaria provavelmente explicada pelas características pedológicas locais e características da cobertura vegetal, fatores que podem explicar a inexistência nessa parcela de processos de arenização.

Os dados de presença de cactáceas no compartimento 1, área de campo, foram levantados com base na dissertação de Freitas (*Ibidem*). Essa autora, ao apresentar a fitossociologia da vegetação de campo em São Francisco de Assis (RS), indica que as espécies de cactáceas *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. e *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor estão incluídas na lista de espécies em extinção, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2002). Corroborando tal afirmação, não foram identificados no levantamento exemplares da *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc., e a espécie *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor apresentou Índice de Valor de Importância (IVI) baixo, o que a caracteriza como espécie rara na área de estudo. Este índice indica a posição sociológica da espécie na comunidade em estudo e sua capacidade de explorar os recursos do seu habitat.

2.2.2. Paisagem de rampa com presença de areais (P2)

A paisagem de rampa, conforme já nos referimos, é caracterizada por um depósito de base de encosta. Este é predominantemente arenoso embora, em perfil, recubra matacões de arenito (Formação Botucatu) (Figura 26). Constituem-se de formas deposicionais que resultaram de processos erosivos fluviais e ou eólicos, provavelmente recentes (Holoceno). Estes depósitos foram estudados em maior detalhe por Suertegaray (1987) para o município de Quaraí. Para a autora são provenientes da decomposição de formações areníticas pretéritas, mas constituem depósitos recentes, resultado de processos de ambientes semi-úmidos ou semi-áridos mais atuais. A ausência de cobertura vegetal, expondo o substrato arenoso, caracteriza um areal constituído de depósitos de areia expostos aos processos geomorfológicos hídricos e eólicos. Portanto, esta unidade de paisagem possivelmente revele um ambiente microclimático, bastante diferenciado das demais unidades.



Figura 26 – (A) Unidade de Paisagem 2, caracterizada pela presença de depósitos arenosos inconsolidados e ausência de vegetação. (B) Vista parcial do contato do areal com a vegetação de campo. Detalhe para as *ripples marks*, ondulações causadas pela ação do vento sobre superfícies sedimentares, além da presença de pequenos tufos de vegetação. Observa-se, à esquerda, a estaca utilizada para a fixação dos instrumentos de medição meteorológicos. (16.07.2008). Fotografias: Dakir Larara Machado da Silva

A área com areal que corresponde à unidade P2 não apresenta cobertura vegetal dominante. Para fins de caracterização da cobertura vegetal optou-se por dividir esta unidade de paisagem em duas subunidades: a) sedimentos expostos ou areal propriamente dito e b) sedimentos alternados por matacões no limite com a unidade P3.

A unidade sedimentos expostos (areal) apresenta no seu interior algumas espécies do grupo das lenhosas e mirtáceas com formação de xilopódio e algumas células de vegetação campestre (Figura 27a). A subunidade b, sedimentos alternados com matacões, apresenta fragmentos de vegetação alternados com algumas espécies a exemplo da anacauíta e da pitanga, além das cactáceas. As mesmas são espécies adaptadas às condições micro ambientais mais secas. A espécie curupi (Figura 27b) está presente também na faixa de transição da unidade de paisagem P₃ para a unidade de paisagem P₂.



Figura 27 – (A) Xilopódio – grupo das mirtáceas em P₂. (B) Espécie Curupi, localizada na área de transição entre P₂ e P₃. Fotografias de Luis Pires da Silva.

2.2.3. Paisagem de encosta com presença de rocha aflorante (P₃)

O contato da unidade de paisagem do P₄ para a unidade do P₃ apresenta um estrato de arvoretas que corresponde a uma transição de cobertura vegetal. No estrato das arvoretas destacam-se o chal chal (*Allophylus edulis*), a cerejeira (*Eugenia involucrata*), a capororoquinha (*Rapanea quaternata*), o ariticum (*Rollinia silvatica*), o jasmim-cata-vento (*Peschiera australis*), a viuvinha (*Chomelia obtusa*), a primavera (*Brunfelsia sp.*).

Nesse estrato de arvoretas que se faz presente nas bordas desta unidade de paisagem encontra-se, também, um contingente expressivo de mirtáceas rastejantes. Essas espécies, gênero *Eugenia* (*E. arenosa*, *E. pitanga*), são dotadas de robusto sistema

radicular, frequentemente com xilopódio, sendo muito ramificada a parte aérea que apresenta folhas pequenas, coreáceas, brilhantes ou revestidas de espessa cutícula. Tais características são indicadoras de xeromorfismo (Marchiori, 1992).

"Em sítios bem drenados, tais como no alto das encostas, destaca-se o ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), o guabiju: (*Myrcianthes pungens*), a canela-de-veado (*Helieta apiculata*), o pau-ferro, (*Astronium balansae*), a aroeira-brava (*Lithraea molleoides*), o limoeiro-do-mato (*Randia armata*), o coentrilho (*Fagara hyemalis*), a mamica-de-cadela (*Fagara rhoifolia*) e os sucarás (*Gleditsia amorphoides* e *Xylosma tweedianum*).

Canela-de-veado, Helieta apiculata Benth. Planta perenifólia, heliófita, seletivamente higrófito, característica e exclusiva da floresta semidecídua das bacias do Paraná e Alto Uruguai, comum em solos úmidos e pedregosos. Floresce de novembro-dezembro e os frutos amadurecem de março-maio.

Vamos encontrar com certa frequência nos estratos inferiores, junto aos acúmulos de detritos na base do cerro arvoretas retorcidas, com aspecto xeromórfico, algumas com sistema radicular robusto armazenador de nutrientes, xilopódios em sua maioria. Essas características nos apontam acoplamento morfofisiológico botânico a condições climáticas reinantes em tempos pretéritos e marcados na geomorfologia local. São as janelas temporais (PIRES DA SILVA, 2008) ativas nessas unidades de paisagens.

Característico do primeiro caso é a **curupi (área de transição) (*Sapium longifolium*)**, arvoreta comum em sítios peculiares (Figura 28). Encontram-se indivíduos esparsos no campo, facilmente visualizados próximo aos moirões de cercas e junto a outras espécies arbóreas, formando pequenas capoeiras e capoeirões de várzeas úmidas, em matas semidecíduais e de galeria nos solos arenosos de São Francisco de Assis. Planta semidecídua, heliófita, seletivamente higrófito, pioneira, os frutos cápsula globosa é muito procurado pela avifauna local que dissemina suas sementes. Planta lactescente de 6 a 12m de altura, copaglobosa e baixa com ramos quase encostando no solo; tronco curto provido de casca grossa, rugosa e fissurada" (PIRES DA SILVA, informação verbal a partir de trabalho de campo).

A unidade 3 localizada como a anterior, nas encostas dos morros testemunhos, caracteriza-se pela presença de um substrato arenítico relativo ao arenito silicificado e ao arenito da Formação Botucatu, com presença de cobertura vegetal arbórea esparsa e cactácea que se individualiza pela presença de matações (Figura 29).

Trata-se de uma paisagem com presença de solos rasos e pedregosos e afloramento rochoso.



Figura 28 – (A e B) Espécie curupi. (17/07/2008). Fotografias de Luis Pires da Silva.



Figura 29 – (A) Unidade de Paisagem 3, caracterizada pela presença de matações de rocha arenítica, solo com vegetação rasteira intercalada com areias. No centro da foto identifica-se a cactácea da espécie *Cereus hildmannianus* K. Schuman, comum nesta unidade de paisagem. (B) Ênfase na presença constante de matações e, ao fundo, o gradual aparecimento de vegetação de maior porte, transição para a unidade 4. (17/07/2008). Fotografias de Luis Pires da Silva.

O terceiro compartimento, definido pela encosta pedregosa, é o que apresenta maior variedade de espécies, são quatro tipos de cactáceas divididos pelas 10 unidades amostrais (tabela 9). Foram identificadas 119 indivíduos no total, sendo a *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. a espécie mais numerosa, apresentando 80 indivíduos

em 7 das 10 unidades amostrais. Com 25 indivíduos em 7 das 10 unidades amostrais aparece a *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor, seguida da *Cereus hildmannianus* K. Schuman com 11 indivíduos em 6 unidades amostrais e a espécie nova com 3 indivíduos na unidade amostral 7. A unidade amostral 7 é a única que apresenta exemplares das quatro espécies, entretanto, fica abaixo das unidades 4 e 5 em número de cactáceas, com 20 indivíduos. As unidades 4 e 5 apresentam, respectivamente, 37 e 21 cactáceas no total. Os dados acima indicam, comparativamente, que essa unidade de paisagem é aquela que apresenta um maior número de cactáceas, além da presença de Bromeliáceas Heliófitas. A existência dessas espécies indica escassez hídrica e a umidade que lhes dá sustentação é retirada do interior do solo ou rocha.

2.2.4. Paisagem de encosta com cobertura arbóreo-arbustiva (P4)

Compreende, conforme a unidade anterior, um substrato arenítico (formação Botucatu). São encostas vegetadas que estão orientadas, em relação à insolação, para NW – SW (Figura 30). Os solos dessas encostas são relativamente rasos, mas diferentes dos solos das encostas da unidade P4, mais desenvolvidos e alimentados pelo processo de decomposição orgânica da vegetação que o recobre. Esse processo de decomposição é facilitado pelo acúmulo da serapilheira entre os matacões presentes nesta unidade, acumulando húmus. Tal processo favorece a retenção de umidade e a ciclagem de nutrientes.

Em termos de cobertura vegetal a unidade se caracteriza por uma mata semicaducifólia com presença de espécies de ambientes secos e úmidos. Enquanto indicadora de umidade tem-se o Gerivá, Timbaúva, Cedro etc. As espécies indicativas de ambiente seco apresentam casca grossa, a exemplo da Curupi, Grupo das Mirtáceas, a diversidade de cactáceas (Tabela 9).



Figura 30 – (A) vista frontal parcial do Cerro da Esquina, com destaque na parte superior da foto da Unidade de Paisagem 4, caracterizada pela presença de mata. (B) Vista interna da mata, evidenciando a característica de uma vegetação fechada, sombreada e com pouco espaçamento entre os indivíduos vegetais. (17/07/2008). Fotografias de Dakir Larara Machado da Silva.

Em relação às cactáceas o compartimento 4, caracterizado pela encosta vegetada, apresenta indivíduos jovens que, aparentemente, não atingem um bom desenvolvimento (altura) ou não atingem a maturidade. Isso pode ser ocasionado pela falta de luz solar direta ou remoção das espécies novas, diante da dificuldade de fixação em solo facilmente removível ou com presença de serapilheira. Além disso, apresenta somente exemplares de duas espécies de cactáceas: *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc e *Cereus hildmannianus* K. Schuman. Entretanto, o compartimento de mata é o que apresenta maior número de indivíduos no seu total, são 156 cactáceas distribuídas nas 10 unidades amostrais. A espécie *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc é representada por 79 indivíduos, quantidade levemente superior que a espécie *Cereus hildmannianus* K. Schuman, com 77. Um aspecto interessante a ser levado em conta é o fato da espécie com mais exemplares estar concentrada em 5 unidades amostrais (2, 4, 6, 8 e 9), sendo que uma delas (unidade 6) abriga 61% (48) dos indivíduos desta espécie. A outra espécie encontra-se mais distribuída ao longo das unidades, no entanto concentra mais indivíduos nas unidades 6 (16) e 5 (14). Dito isto, percebe-se que o predomínio de cactáceas está na unidade 6 com 64 exemplares, correspondendo a 41% do total nesta unidade de paisagem.

Como no item anterior, a caracterização das espécies arbóreas e arbustivas foi construída com a colaboração em campo do Biólogo L. A. Pires da Silva.

"A superfície vegetada das encostas dos morros testemunhos constitui uma comunidade diversificada de espécies de plantas. O conjunto se apresenta de modo coeso, equivalente a densidade característica em estrutura e composição florística às encontradas nas vertentes do Planalto Meridional em seu limite de contato com a Depressão Periférica.

Vegetação com estrutura complexa, organizada em estratos de espécies que são observadas em matas ciliares da região. Tendo o **estrato superior** dominado por vegetais lenhosos de grande vigor e variada tipologia de espécies: como a Timbaúva (***Enterolobium contortisiliquum***), o açoita-cavalo (***Luehea divaricata***), a grápia (***Apuleia leiocarpa***), o cedro (***Cedrela fissilis***), o camboatá-branco (***Matayba elaeagnoides***), o camboatá-velho (***Cupania vernalis***), a cabriúva (***Myrocarpus frondosus***), a figueira-do-mato (***Ficus monckii***) e o marmeleiro (***Ruprechtia laxiflora***). Esse conjunto apresenta um epifitismo muito peculiar e diverso, chamando a atenção para as bromeliáceas (***Tillandsia duratii***, ***Tillandsia ixioides***), além de ***Exolobus patens***, ***Passiflora caerulea*** e ***Dolichandra cynanchoides***, musgos variados e pteridófitas do grupo das filicíneas, indicando ambientes ombrófilo e umbrófilo.

O solo é constituído de serapilheira abundante e pouco profunda, tendo como base os matacões e blocos areníticos, silicificados ou não, intemperizados e fracionados. O fracionamento dos blocos facilita a penetração de água e da passagem ao sistema radicular das plantas, sendo uma barreira natural à massa de matéria orgânica que ali se acumula, sustentando esse estrato luxuriante. A serapilheira além de fonte de biomassa para reciclagem e incorporação pelo conjunto vegetal é uma espécie de esponja retentora de umidade e protetora, dificultando a evaporação e a erosão superficial. Encontramos no seu bordo e em algumas cavidades rochosas mais internas, muitos indivíduos do gênero ***Cereus*** em formação jovem.

A **Timbaúva**, ***Enterolobium contortisiliquum*** (Vellozo) Morong (Figura 31), que no território nacional está presente no Pará, Maranhão e Piauí até o Mato Grosso do Sul, além do Rio Grande do Sul, se caracteriza por ocupar áreas de ocorrência das florestas pluvial e semidecídua. Muito freqüente na floresta latifoliada do Alto Uruguai, na franja da Serra Geral e no Escudo Rio-grandense (Floresta Estacional Decidual) como árvore decidual no inverno (jun-ago) muito alta de 20 a 25 metros de altura. Seu nicho ideal são solos úmidos e profundos das planícies aluviais, dos vales ou, como é o caso do estudo, em morros testemunhos, no início das encostas. Planta da Família das Leguminosas (Leguminosae-Mimosoideae), heliófita, seletivamente higrófito, com raiz pivotante bastante desenvolvida. Planta pioneira dispersa em deferentes formações florestais. O tronco apresenta muitas lenticelas, o que favorece as trocas gasosas com o ambiente.



Figura 31 – No P4, Timbaúva, *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. Fotografia de Luis Silva, 2008.

O *açoita-cavalo*, *Luehea divaricata* Mart., com seus 15 a 25 m de altura associa-se a outras espécies nos terrenos pedregosos e íngremes da parte superior do cerro. Mais comum em florestas aluviais (matas ciliares e de galeria), está presente ao longo de rios do sul da Bahia até o Rio Grande do Sul. Planta decídua, heliófita, seletivamente higrófila, pioneira de rápido crescimento.

A *Cedrela fissilis* (Vell), popularmente conhecida como **cedro** também integra o grupo de vegetais do estrato superior. Planta pioneira, heliófita ou esciófita, comum em florestas semidecíduais, que prefere solos úmidos e profundos, podendo atingir 35 m.

Também preferindo solos úmidos, tem-se o **camboatá-branco** (*Matayba elaeagnoidês* Radlk). Planta semidecídua, mesófila seletivamente higrófila. São disseminadas pela avifauna que consome o arilo que envolve as suas sementes.

Neste compartimento podemos encontrar espécies arbóreas formando um **estrato médio** denso, tendo como principais componentes a **guajuvira** (*Patagonula americana*), o louro-pardo (*Cordia trichotoma*), o guapuriti (*Myrciaria rivularis*), a carne-de-vaca (*Styrax leprosus*), o tarumã (*Vitex megapotamica*), o gerivá (*Syagrus romanzoffiana*), e três espécies de canelas (*Ocotea pulchella*, *Ocotea puberula* e *Nectandra megapotamica*). Em maior detalhe, tem-se para cada uma delas as seguintes características:

A **guajuvira, *Patagonula americana* L.**, com altura entre 10 a 15m, está presente em todo o noroeste do RS até São Paulo, na floresta latifoliada semidecidual da bacia do Paraná. Espécime pioneiro, heliófita, decídua, prefere os solos profundos e úmidos, com ocorrência rara em solos secos e pobres.

Louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.ex steud., comum representante da floresta pluvial atlântica, semidecídua, atingindo a altura de 20-30 m. Planta decídua, heliófita, seletivamente xerófila, característica de formações mais abertas e secundárias das florestas pluvial e semidecidual. Pouco exigente em solos, evitando ambientes muito úmidos. Planta pioneira florescendo de abril-julho, quando está quase totalmente sem sua folhagem. Seus Frutos amadurecem de julho-setembro.

Guapuriti, ou guaramirim, *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman, com altura de 6 a 11 m, dotada de uma copa densa é planta típica da floresta pluvial Atlântica e de mata semidecidual de altitude. É perenifólia, heliófita até mesófila, seletiva xerófila, secundária. Com floração freqüente nos meses de fevereiro-abril, seus frutos, pequenas bagas, amadurecem de agosto a setembro sendo muito apreciados e pela avifauna.

A **carne-de-vaca** ou Pau-de-remo, ***Styrax leprosus* Hooker ET Arnott.**, árvore perenifólia de 10-20 m de altura, Família Styracaceae, com a casca interna rosa-escura, cor-de-carne. Copa geralmente cônica e pequena, folhagem densa discolor, sendo as folhas verde-escuras na face dorsal e grisáceas com pubescência escamosa na face ventral. Espécie com dispersão não homogênea pelas florestas do planalto, do Alto Uruguai e do Escudo Rio-grandense. Floração de janeiro-março, flores brancas vistosas que produzem frutos do tipo baga.

A **Tarumã, *Vitex montevidensis* Cham.** Árvore de 5 a 20 m de altura, com folíolos coreáceos, ocorre de Minas Gerais até o RS nas florestas de altitude e semidecíduais. Planta decídua, heliófita, euribiótica as condições edáficas; pode ser encontrada em locais secos pedregosos, mas se desenvolve preferencialmente em solos úmidos e profundos. "Trata-se possivelmente de árvore rara, que no ciclo climático atual se encontra em adiantada fase de substituição, tendo pertencido às espécies pioneiras." (REITZ e KLEIN, 1983) Floresce de outubro a dezembro, os frutos amadurecem de janeiro a março, bagas que passam do verde ao roxo-violáceo.

O **gerivá (*Syagrus romanzoffiana*)** é uma planta perenifólia, heliófita e seletivamente higrófila, abundante em agrupamentos vegetais primários em solos úmidos (Figura 32). Os seus frutos globosos de polpa fibrosa e carnosa de cor amarela são muito procurados pela fauna local.



Figura 32 – O Gerivá, *Syagrus romanzoffiana*.
Fotografia de Luis Pires da Silva, 2008.

A **canela-guaicá**, *Ocotea puberula* (Rich) Nees, planta da Família das Lauraceae semidecídua, heliófita, não exigente quanto às condições físicas do solo, atingindo altura de 15-25 m, florescendo de julho-agosto. Os frutos, drupas elipsóides, amadurecem de novembro a dezembro. Suas folhas são coriáceas.

Destas espécies, as indicadoras das condições edáficas de umidade são o Gerivá, Guajuvira e Carne-de-vaca; plantas euribionticas, com tolerância às diferentes condições físicas do solo dos quais podemos citar: Tarumã e Canela-Guaicá. As espécies que exigem condições de maior drenagem e ambientes com pouca disponibilidade de água são: Louro-pardo e Guapuriti, ou Guaramirim.

Considerando o conjunto de espécies, cabe salientar que a distribuição do período de floração ao longo do ano é diferenciada. Tal aspecto permite supor que existe pouca competição por agentes de polinização, tais como os insetos, além da manutenção de uma teia alimentar, o que caracteriza um ecossistema, conforme já descrito e defendido por Pires da Silva (2008).

Essas espécies refletem, numa pequena área, a alternância de períodos úmidos e secos em tempos pretéritos (Holoceno), ao considerarmos as suas exigências quanto à disponibilidade hídrica.” (PIRES DA SILVA, informação verbal).

2.2.5. Paisagem de topo com cobertura de campo (P5)

Esta fração de paisagem faz parte dos topos de morros testemunhos da área de estudo. Apresenta uma conformação plana e altitudes superiores a 200m (Figura 33). O substrato rochoso dominante é o arenito silicificado que, pelas suas características, preserva a forma plana destes topos. O solo é pouco desenvolvido e resulta dos processos de erosão de rochas areníticas e do basalto. A cobertura vegetal é, predominantemente de campo. Nestes topos são visíveis depressões topográficas que constituem pequenas bacias de acumulação de água com áreas úmidas localizadas.



Figura 33 – (A) Unidade de Paisagem P5, caracterizada pela vegetação de campo e intercalada por poucas árvores de médio porte ao longo do limite de transição com a Unidade de Paisagem P4 (21/10/2006). (B) Detalhe da vegetação de campo presente nesta unidade (17/07/2008). Autoria: Dakir Larara Machado da Silva

Segundo Klamt e Schneider (1995, p.78-79), "os morros residuais apresentam topos com afloramentos de rochas (de basalto ou arenito silicificado) e áreas com produtos de alteração do basalto ou do arenito Botucatu, onde ocorrem solos pouco desenvolvidos, cobertos com vegetação rala".

Esta unidade, em seu conjunto, é caracterizada pela presença de vegetação de campo. Os fatores limitantes ao desenvolvimento de outras espécies nessa unidade são os solos rasos e o regime dos ventos.

No compartimento 5, correspondente ao topo, foram observados indivíduos de *Echinopsis oxygona* no contato com a encosta antes do local em que foram marcadas as unidades amostrais. Nas unidades pesquisadas, foram identificados exemplares de duas espécies: *Cereus hildmannianus* K. Schuman e *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P.

Taylor. Este é o compartimento com menos indivíduos no total, somando apenas 35. Destes, a espécie predominante é a *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor com 25 indivíduos, isto é, 71% do total. Seus exemplares distribuem-se regularmente em 9 unidades, predominando na unidade amostral 5 (7 indivíduos). A espécie *Cereus hildmannianus* K. Schuman é mais irregular, aparecendo em 5 unidades amostrais (1, 5, 6, 8 e 10), mas em maior quantidade na unidade amostral 6. Neste compartimento, a unidade amostral 5 é a que apresenta maior número de indivíduos totais, considerando as diferentes espécies.

No topo dos relevos tabulares e morros testemunhos, entremeados com a diversificada vegetação de porte herbáceo, não são raros a criúva (*Leucothoe eucalyptoides*), a tuna (*Cereus uruguayanus*), o gravatá (*Dyckia maritima*) e numerosos arbustos xerofíticos.

A referida caracterização permite observar que nos diferentes compartimentos de paisagem em análise é possível verificar a presença de espécies cujas características são de ambiente seco ou úmido. Esta associação se revela importante para as finalidades deste estudo. Na continuidade será feita a análise dos dados relativos ao levantamento de parâmetros para o entendimento do microclima associado às diferentes unidades de paisagem aqui caracterizadas.

CAPÍTULO III

ANÁLISE TOPO E MICROCLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO

Neste capítulo é feita a análise microclimática da área de estudo. A análise é resultante da coleta de dados feita durante o ano experimental de julho de 2006 a outubro de 2007.

A construção desta análise está fundamentada em Bolós i Capdevila (1981), cuja perspectiva se indica no capítulo introdutório. Para uma melhor compreensão de sua metodologia, procuramos detalhar, na forma de gráfico as relações aqui estabelecidas (Figura 34).

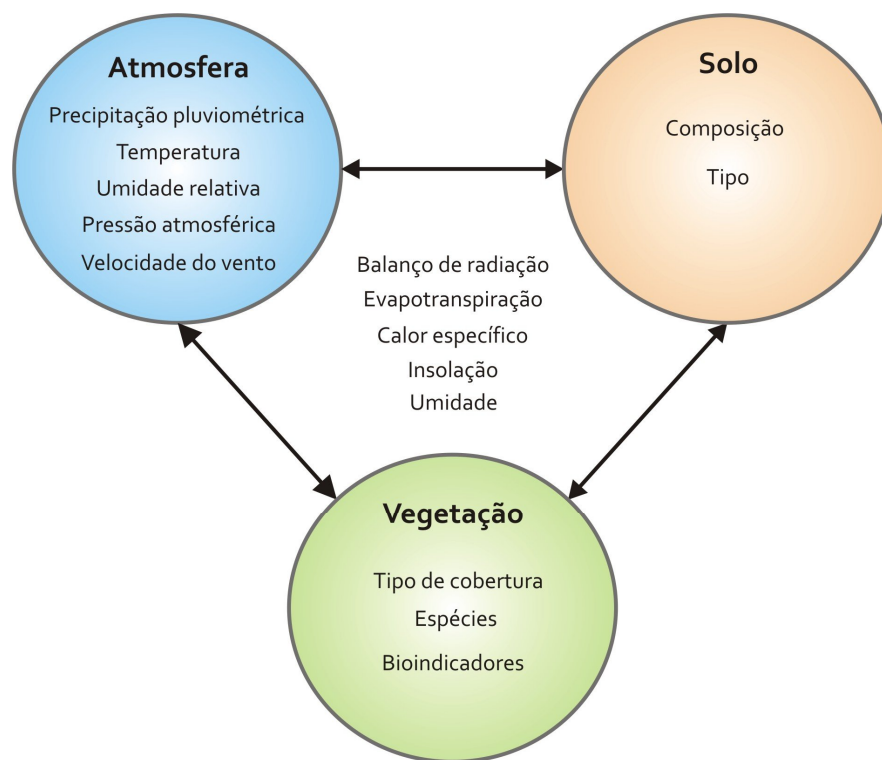


Figura 34 – Representação esquemática da análise metodológica desenvolvida, baseada em Bolós i Capdevila (1981). Fonte: organizado pelo autor.

Com base nesta representação considerou-se para análise do clima as variáveis: precipitação pluviométrica, temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa e velocidade do vento. A compreensão da interação destas variáveis com o solo foi construída através do balanço da radiação, insolação, calor específico, umidade e evapotranspiração,

considerando-se a cobertura vegetal de cada unidade de paisagem, individualizadas e caracterizadas em capítulo anterior.

Para esta construção foi elaborado, inicialmente, uma análise sazonal das variáveis climáticas com base nos dados coletados em cinco campanhas, ao longo do ano experimental e, num segundo momento, analisada a relação atmosfera- solo-vegetação. As três esferas (atmosfera, solo e vegetação) apresentam conexões através do estudo de processos como: balanço da radiação, insolação, calor específico, umidade e evapotranspiração.

Os dados coletados foram organizados em planilha eletrônica (Tabela 10), a partir da qual foram elaborados gráficos comparativos para análise do comportamento das variáveis, nos diferentes pontos do transecto e em diferentes estações do ano.

3.1. Análise microclimática: o comportamento sazonal das variáveis

3.1.1. A temperatura

No que diz respeito à temperatura, nas distintas estações do ano e nos diferentes pontos, percebe-se um comportamento cíclico, caracterizado pela temperatura com um valor mais baixo no início da manhã, subindo durante do dia e reduzindo novamente do meio para o final de tarde (Figura 35). O que muda, dependendo do substrato analisado, é a amplitude destes valores.

Tabela 10 - Distribuição das variáveis medidas em campo, identificadas pelas unidades de paisagem, datas e horários de coleta.

Variáveis	JUL/06				OUT/06				JAN/07				JUL/07				OUT/07			
	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h	9h	12h	15h	18h
p1 - Temperatura (°C)	11,50	16,00	13,70	11,40	21,00	26,00	30,00	27,00	28,00	32,00	36,80	36,00	18,00	17,00	17,50	16,00	20,00	21,00	21,00	17,00
p2 - Temperatura (°C)	9,50	14,00	13,50	9,00	24,50	27,00	33,00	30,00	27,00	32,00	36,00	35,00	17,00	16,00	17,50	15,00	21,00	21,80	22,90	17,50
p3 - Temperatura (°C)	6,80	15,80	14,60	7,00	21,70	30,00	35,00	29,00	27,50	34,00	37,00	40,00	19,00	17,00	17,00	16,00	16,00	20,00	19,00	18,00
p4 - Temperatura (°C)	11,80	18,00	15,00	11,00	20,00	24,00	30,00	23,00	22,50	26,00	30,00	31,00	20,00	20,00	19,00	19,00	16,00	18,00	18,00	19,00
p5 - Temperatura (°C)	11,00	13,00	13,00	10,00	24,00	26,50	31,00	26,00	29,00	35,50	40,00	43,00	20,00	17,00	18,00	17,00	15,00	18,00	20,10	19,20
p1- Pressão Atmosférica (hPa)	1014	1014	1013	1015	997	995	993	993	993	1000	995	990	994	994	1000	1000	1001	1000	997	997
p2- Pressão Atmosférica (hPa)	1014	1015	1013	1014	1003	993	998	998	1002	1001	1002	1001	992	993	996	991	1000	995	993	993
p3- Pressão Atmosférica (hPa)	1009	1010	1007	1010	1008	1003	999	1002	1001	995	989	984	996	997	995	995	995	994	1004	1004
p4- Pressão Atmosférica (hPa)	1007	1006	1005	1006	992	989	985	986	1000	999	995	995	989	990	987	987	988	985	983	983
p5- Pressão Atmosférica (hPa)	1005	1004	1003	1003	998	996	993	996	995	991	990	987	993	997	995	996	991	1001	988	987
p1- Umidade Relativa (%)	64	40	31	72	59	43	23	25	70	50	52	46	89	96	93	94	71	65	72	88
p2- Umidade Relativa (%)	71	50	40	75	41	41	20	20	57	50	30	29	83	83	83	82	70	66	67	85
p3- Umidade Relativa (%)	60	28	33	72	55	28	20	20	62	45	31	20	83	86	84	87	76	64	73	86
p4- Umidade Relativa (%)	55	32	29	65	66	52	24	45	83	78	58	50	76	87	79	82	70	66	68	71
p5- Umidade Relativa (%)	53	40	34	60	46	42	20	20	58	47	28	20	80	95	92	95	85	69	70	96
p1- Velocidade do Vento (m/seg.)	0,80	5,00	4,10	3,40	1,70	1,40	1,60	1,30	3,30	6,60	0,40	8,40	2,40	1,80	3,10	3,90	0,40	2,10	0,50	0,20
p2- Velocidade do Vento (m/seg.)	0,50	4,40	1,10	2,50	1,60	1,60	2,50	1,60	2,80	4,00	10,50	3,70	2,30	0,50	3,50	6,00	1,40	2,00	0,70	0,00
p3- Velocidade do Vento (m/seg.)	0,00	1,50	1,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,70	3,70	4,20	1,20	1,20	1,20	2,20	2,00	3,70	0,40	0,40	1,50	1,00
p4- Velocidade do Vento (m/seg.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	2,40	1,20	0,90	0,60	0,00	1,20	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00
p5- Velocidade do Vento (m/seg.)	1,70	1,80	2,00	2,00	3,20	2,10	2,40	1,50	0,00	3,00	0,60	1,00	1,30	2,70	2,60	11,80	1,60	3,00	0,20	1,00
p1- Precipitação (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,50	12,00	16,00	0,00	0,00	0,00	1,50
p2- Precipitação (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,00	12,00	14,50	0,00	0,00	0,00	1,00
p3- Precipitação (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
p4- Precipitação (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
p5- Precipitação (mm)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: organizado pelo autor.

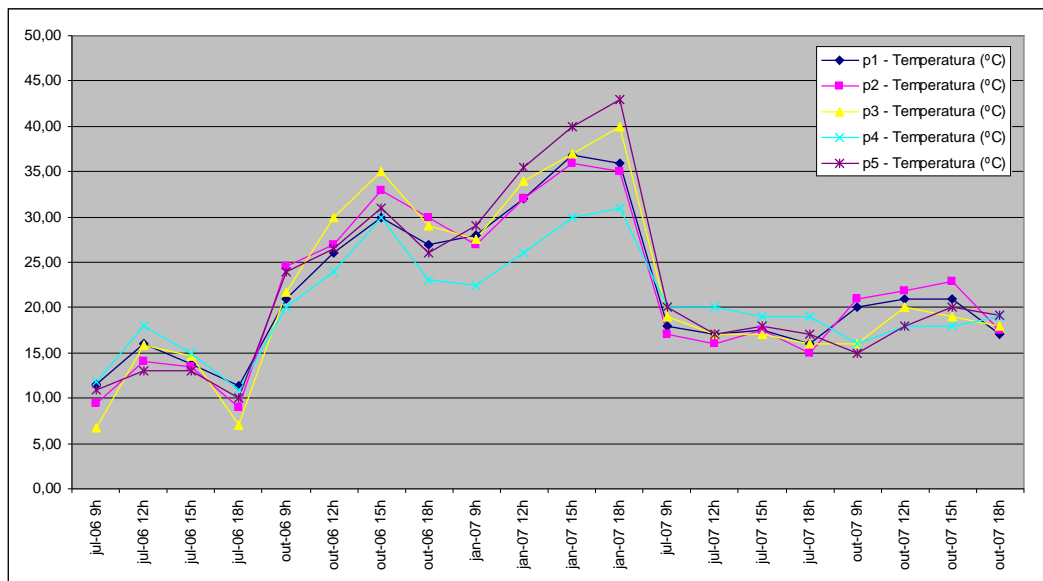


Figura 35 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de temperatura do ar coletados nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.

Em julho de 2006 (inverno), as máximas temperaturas ocorreram entre 12 e 13 horas, após esse horário diminui a insolação, propiciando a queda de temperatura após as quinze horas. Na coleta de outubro de 2006 (primavera), as temperaturas máximas apresentaram um aumento a partir das 15 horas, o que caracteriza um comportamento de primavera-verão, em função do maior tempo de insolação. Em janeiro de 2007 (verão), as máximas de temperatura ocorreram nos pontos 1 e 2 às 15 horas e nos pontos 3, 4 e 5 às 18 horas (horário de verão), demonstrando as características de variação diurna de temperatura nessa estação.

Na coleta de julho de 2007 (inverno) registrou-se chuva. A precipitação iniciou às nove horas e trinta minutos. Nesta circunstância ocorre liberação de calor latente para o ar, em função do incremento de umidade na atmosfera, por conseguinte, tem-se um leve registro de aumento de temperatura entre os horários de 12 e 15 horas em quatro dos cinco pontos. Em decorrência da entrada da frente fria e intensificação da massa de ar polar observou-se a queda da temperatura registrada a partir das 15 horas.

Na coleta de outubro de 2007 (primavera), o comportamento da temperatura, de modo geral, seguiu o padrão já explicitado, atingindo suas máximas no horário das 15 horas e declinando depois.

A partir do que foi apresentado, tem-se de modo geral, que o período da manhã é caracterizado pelo acelerado aquecimento do ar que se inicia ao nascer do Sol e decorre, preferencialmente, da perda de energia da superfície por processos de emissão e condução de calor sensível. Embora o Sol esteja mais elevado no horizonte em torno das 12 horas, somente por volta das 14 e 15 horas é que ocorrerá a temperatura máxima do dia (Figura 36). “As duas horas de defasagem entre a máxima quantidade de energia recebida pela superfície e máxima temperatura registrada no ar são necessárias para que sejam processados os fluxos máximos de energia que tramitam no sistema superfície-atmosfera” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 52-53).

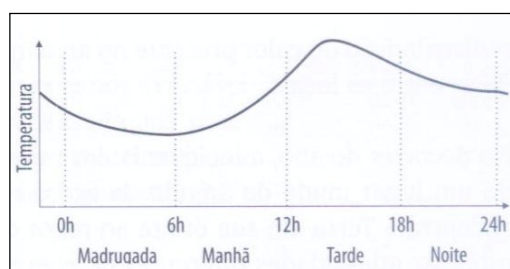


Figura 36 - Modelo da variação diurna da temperatura do ar, considerando um dia de equinócio, sem nebulosidade e ventos. Fonte: MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 53.

Apesar dos processos de aquecimento e resfriamento da superfície serem simultâneos durante a manhã e à tarde há por parte da superfície, um ganho de energia comandado pela presença do Sol que, ao se pôr, faz com que passe a predominar a perda de energia do solo para o ar e desse para o espaço. A referida perda pode ser retratada pelo rebaixamento dos valores de temperatura, que é iniciado à noite e tem seu valor mínimo momentos antes do nascer do Sol (Ibidem).

A amplitude térmica diária nos pontos mostrou comportamento semelhante ao longo das estações, indicando um aumento do inverno para a primavera de 2006, estação em que quatro dos cinco pontos apresentaram máxima variação, gradual redução do verão para o inverno de 2007, com exceção do ponto 5 que teve sua máxima variação no verão de 2007 e novo aumento do inverno para a primavera (Figura 37).

No entanto, o padrão da variação diária pode ser significativamente alterado pela presença de nebulosidade e de vento. As nuvens diminuem a penetração da radiação solar direta durante o dia e retêm parte da radiação longa emitida pela Terra durante a noite

e possibilitam uma maior contra-radiação, que tende a diminuir a amplitude entre as temperaturas máximas e mínimas. A ação do vento, por sua vez, proporciona uma redistribuição do calor presente no ar, à medida que promove a troca de ar entre os locais. Este comportamento pode ser percebido pelos valores de temperatura coletados em julho de 2007 que indicaram a menor amplitude térmica diária, em todos os pontos e nos valores de outubro de 2007, quando houve registro de precipitação, portanto a presença de nebulosidade intensa na área.

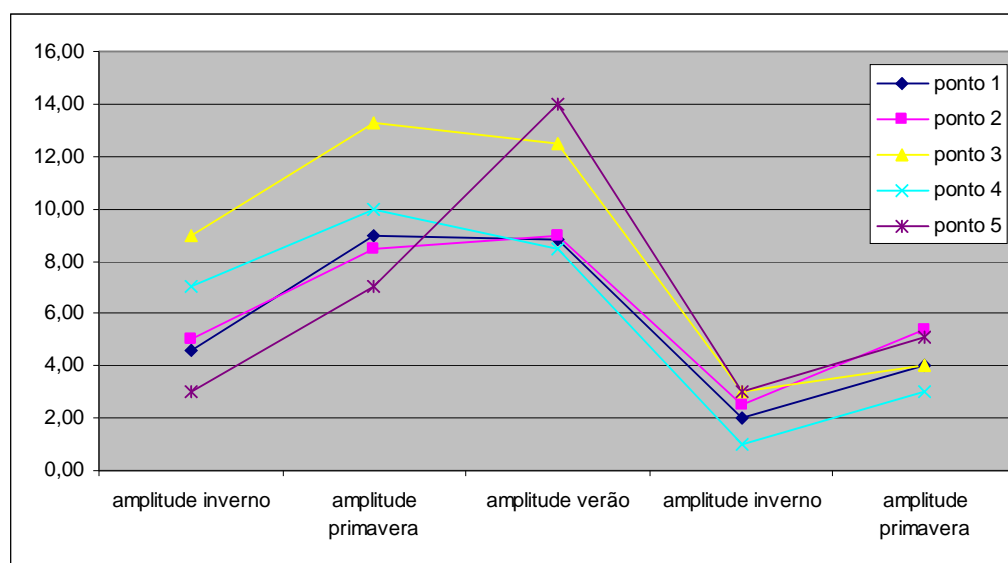


Figura 37 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de amplitude térmica diária nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.

As maiores amplitudes térmicas diárias foram registradas na primavera e verão. Nestes dois períodos de coleta a nebulosidade, ao longo do dia, manteve-se muito baixa, com períodos de ausência de cobertura de nuvens, no entardecer. Este fato faz com que a perda de radiação longa da superfície, instantes depois do Sol se pôr, se intensifique reduzindo substancialmente a temperatura do ar adjacente.

A localização e o tipo de substrato dos pontos fizeram a temperatura variar mais ou menos ao longo do dia. O ponto 3 apresentou as maiores amplitudes em julho de 2006, outubro de 2006 e julho de 2007 (9°C, 13,3°C e 3°C, respectivamente) e a segunda maior em janeiro de 2007 (12,5°C). O ponto 5 mostrou maior variação em janeiro de 2007, a qual foi a mais alta registrada entre os pontos (14°C). O ponto 2 apresentou valores importantes de variação diária de temperatura: 8,5°C e 9°C em outubro de 2006 e janeiro de 2007 e 5,4°C em outubro de 2007 (a maior registrada entre os pontos nesta coleta).

Os processos de troca de energia e umidade entre o solo e o ar são mais diretos e efetivos naquelas superfícies marcadas pela ausência de vegetação, como nos areais e nas áreas de rochas aflorantes. Isso se explica pelo baixo índice de calor específico destes materiais o que se reflete numa maior variação de sua temperatura.

A análise do elemento climático temperatura do ar permite, entre outras coisas, verificar que o seu comportamento varia tanto espacial como temporalmente. Além disso, é relevante afirmar que a temperatura do ar também apresenta um gradiente vertical médio, ao longo da troposfera, na faixa de $0,65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Isso nos revela que o ar nessa camada atmosférica apresenta uma relação de resfriamento com a altitude na ordem $0,65^{\circ}\text{C}$ a cada 100m de elevação.

Para o caso da área de estudo, este gradiente médio vertical não se aplica de forma efetiva, pois além da variação altimétrica não ser significativa (222 metros), sobressaem-se as variáveis microclimáticas para o condicionamento na resposta da temperatura. Este elemento climático, neste quesito de análise, teve um comportamento/resposta bem aleatório, como podemos constatar na tabela 10. Na coleta do mês de Julho de 2006, por exemplo, a temperatura dos pontos P1 a P5, às 9h, registrou uma diminuição vertical de $0,5^{\circ}\text{C}$, enquanto em Julho de 2007, registrou um aumento de 2°C da base ao topo. Situações semelhantes foram registradas nas demais coletas.

3.1.2. A umidade relativa do ar e precipitação

Sobre umidade percebeu-se, ao longo das estações, um comportamento básico: valores de maior umidade acontecem nos registros de menor temperatura, variando a amplitude conforme o substrato (Figura 38). A variação da umidade relativa está intimamente ligada à temperatura do ar, pois esta variável regula a quantidade máxima e mínima de massa de vapor d'água que entrará para o ar adjacente. Assim, observaram-se, nos períodos de inverno, valores de umidade relativa elevados e no verão, comportamento contrário.

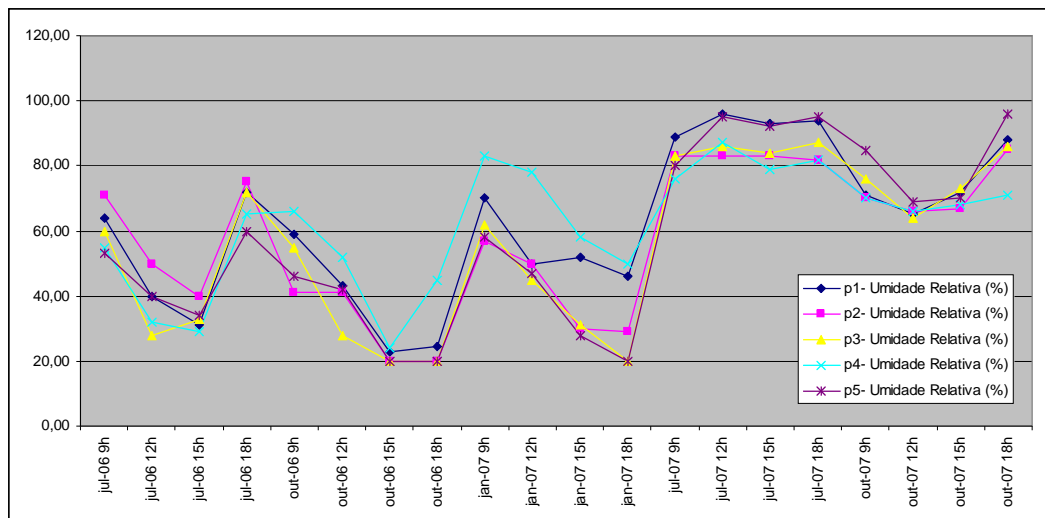


Figura 38 - Gráfico que mostra a distribuição dos valores de umidade relativa do ar nos cinco pontos do transecto em cinco dias de coleta.

No inverno de 2006 os maiores valores acontecerem às 9 horas (64%) e 18 horas (71%). Na primavera de 2006, valores de umidade apresentam-se baixos e diminuem a partir das quinze horas para valores ao redor de 20%.

No verão de 2007, observam-se altos valores de umidade, com exceção dos pontos 2 e 3 cujo substrato é areia e rocha, respectivamente. Esses materiais proporcionam um rápido aquecimento do ar adjacente, o que causa um aumento da capacidade higrométrica do ar e consequente diminuição da umidade relativa. Na unidade recoberta por mata, ponto 4, há registro de umidade mais elevada, variando ao longo do dia de 50% à 83%. A cobertura vegetal, nesse caso, explica o incremento da unidade do ar em função da adição de vapor d'água por transpiração.

No inverno de 2007, face à precipitação pluvial, a umidade do ar esteve muito alta acima de 80%. Da mesma forma, na primavera de 2007, os índices de umidade foram elevados, variando de 65% e 88% e em alguns momentos houve registro de precipitação.

A precipitação nesta área durante o ano experimental manteve, como foi dito no capítulo 1, um comportamento dentro da normalidade. Nas coletas de campo, contudo, houve registro de precipitação somente em julho de 2007 nos pontos 1 e 2 nos horários de 12, 15 e 18 horas e em outubro de 2007, nos pontos 1, 2 e 3 no horário das 18 horas (tabela 10). Ao analisarmos os dados de chuva da série diária, percebemos que não foi registrada precipitação nestes dias nas estações utilizadas como referência nesta tese. Assim,

constata-se que os valores registrados foram um acontecimento localizado e temporalmente curto.

3.1.3. Relação entre solo, ar e vegetação

O balanço de radiação é a diferença entre a quantidade de radiação que é absorvida e emitida em um dado corpo ou superfície. Em geral, o balanço de radiação na superfície terrestre é positivo de dia e negativo à noite. Também no decorrer do ano como um todo, o balanço de radiação na superfície da Terra é positivo, enquanto o da atmosfera é negativo (Figura 39). Para o sistema Terra-atmosfera, de maneira geral, o balanço é positivo entre as latitudes de 30° sul e 40° norte, e negativo no restante (AYOADE, 2002).

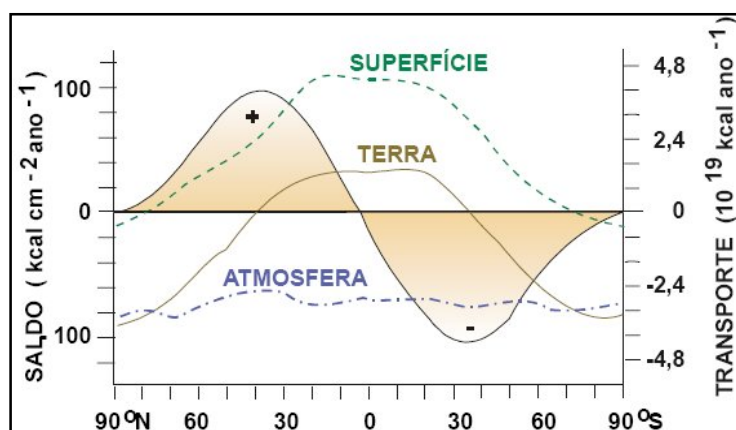


Figura 39 - Estimativa da distribuição latitudinal dos saldos de radiação no sistema superfície-atmosfera, em kcal cm⁻² ano⁻¹ (linhas cheias) e transporte meridional na direção dos pólos norte (+) e sul (-), em kcal ano⁻¹ (linha interrompida), segundo Sellers (1965).

A equação do balanço de radiação é da forma:

$$R = (Q + q)(1 - \alpha) + I_{\downarrow} - I_{\uparrow} \text{ onde,}$$

R é o balanço de radiação e a radiação líquida, $(Q + q)$ é a soma da radiação solar direta ou difusa incidente sobre a superfície da Terra, α é o albedo superficial, I_{\downarrow} a contra-irradiação da atmosfera e I_{\uparrow} é a radiação terrestre.

A atmosfera, de maneira uniforme, é uma depressão radiativa em todas as latitudes, enquanto a superfície terrestre é uniformemente uma fonte de calor, exceto nos

polos. Para que a superfície da Terra não se aqueça e a atmosfera não se esfrie, energia excedente da superfície da Terra é transferida para a atmosfera, a fim de que o déficit seja reposto (AYOADE, 2002). Esta troca vertical da energia ocorre principalmente por:

1. evaporação da água da superfície terrestre e condensação do vapor na atmosfera para liberar o calor latente;
2. condição de calor sensível da superfície terrestre para a atmosfera (Figura 40);
3. convecção, ou seja, difusão turbulenta de calor da superfície terrestre na atmosfera.

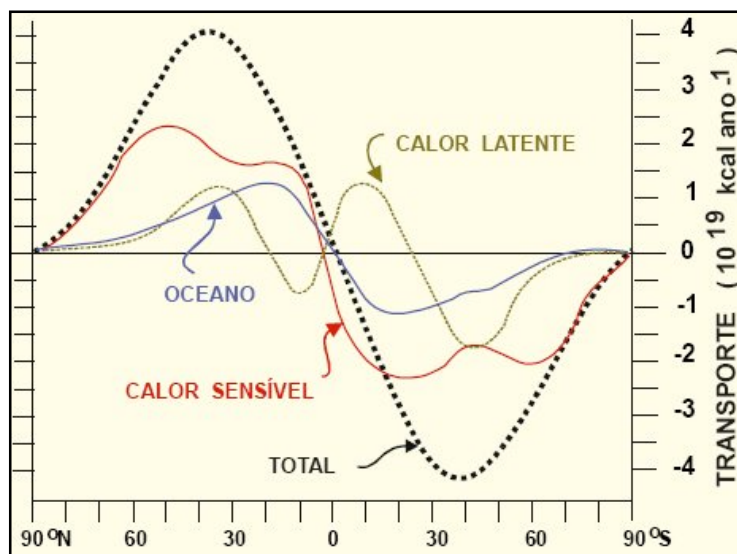


Figura 40 – Estimativa do transporte meridional anual médio de energia realizado pela atmosfera (calor sensível e latente), pelo oceano (calor sensível) e por ambos (linha interrompida), na direção dos pólos norte (+) e sul (-), em kcal/ano, segundo Sellers (1965).

Desta forma, de acordo com o que foi exposto, a temperatura varia ao longo dia, o que pode ser evidenciado nos trabalhos de campo. Observando os gráficos produzidos a partir das medições em campo, nota-se que, normalmente a temperatura tem seu pico às 15h, variando conforme as características do substrato.

No perfil estudado, existem cinco pontos com substratos que podem ser agrupados de duas formas: 3 pontos com cobertura vegetal (pontos 1, 4 e 5) e 2 pontos com cobertura basicamente mineral (pontos 2 e 3). Nos períodos de maior insolação (primavera e verão) os pontos 2 e 3 apresentaram uma maior variação da temperatura ao longo dia. No

ponto 4 (área de mata), observou-se que, em relação aos de mais pontos, a amplitude térmica é menor.

O balanço de radiação médio, segundo Sauberer (apud GEIGER, 1961, p. 148), é “maior em solo arenoso, seguido da terra nua e do prado (0,103; 0,098 e 0,072 cal. cm⁻² min⁻¹, respectivamente)”. Assim sendo, através dos dados analisados e representados nos gráficos, percebe-se que há uma maior liberação de calor para o ar adjacente dos solos arenosos e com predomínio de rochas. Um dos fatores que explica essa diferença é o calor específico dos diferentes substratos.

Cabe salientar que calor específico é, por definição, a quantidade de calor sensível cedida ou recebida pela unidade de massa ou volume de solo quando sua temperatura varia em 1°C/g. Como a umidade do solo é variável, o calor específico do solo em seu estado natural, não é uma característica só do solo, mas do conjunto solo-água. Para solos secos ele pode ser considerado constante. De solo para solo ele varia, dependendo das proporções de matéria orgânica (REICHARDT & TIMM, 2004), sendo que a matéria orgânica faz aumentar o calor específico do solo, em comparação com um solo mineral. Assim, pode-se dizer que um solo mineral precisa de menos energia para variar em 1°C, se comparado a um solo com cobertura vegetal. Por isso, tanto o seu aquecimento, quanto seu resfriamento são mais rápidos.

Associado a isto, resgata-se o conceito de condutividade térmica ou calórica dos solos. A condutividade térmica depende, além da fração sólida do solo e da umidade, da densidade. Quando aumenta o teor de água no solo, aumentam também a sua densidade e o seu calor específico. O mesmo acontece com a condutividade calórica.

Por consequência, tem-se que solos com maior densidade são melhores condutores de calor. O volume de ar no solo constitui um componente importante para redução da densidade do mesmo. Este volume aumenta à medida que a textura do material que o compõe se torna mais grossa. Vries (apud GEIGER, 1961, p. 158) demonstrou que se “pode determinar teoricamente a dependência da condutividade calórica e da granulometria ao considerar-se que as partículas têm forma elipsoidal. Os grãos de areia intercalados com ar reduzem a condutividade calórica”. Conclui-se, assim, que áreas com solos arenosos (ponto 2) e com presença de matacões formados de rocha como o arenito (ponto 3) não conseguem distribuir de forma homogênea o calor ao longo do perfil de solo,

concentrando-o na superfície e, portanto, liberando mais calor junto à camada de ar subjacente.

Conforme já mencionado anteriormente, o fluxo de calor num solo úmido é maior do que no solo seco. O coeficiente de reflexão na superfície úmida é menor, sobretudo a condutividade calórica é mais elevada (Ibidem).

Quanto mais quente estiver a superfície do solo ao meio dia e maior for, por consequência, a difusão por convecção, mais calor será cedido ao ar junto ao solo. Analogamente, as superfícies do solo mais frias recebem durante a noite por radiação e convecção mais calor do ar junto ao solo do que as mais quentes, o que faz baixar a temperatura do ar sobre esses pontos. Por isso, os pontos 2 e 3, com menor calor específico e baixa condutividade térmica, registram, normalmente, valores baixos de temperatura no início da manhã.

A presença do vapor d'água na atmosfera é tratada como umidade. Os termos pressão de vapor, umidade absoluta, umidade específica, razão de mistura e umidade relativa são variações na forma de abordar a presença do vapor no ar. A unidade medida em campo foi a umidade relativa, que é certamente o termo mais conhecido para representar a presença do vapor na atmosfera, a qual expressa uma relação de proporção relativa entre o vapor existente no ar e o ponto de saturação do mesmo (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A partir das coletas, tem-se que, de modo geral, quando a umidade relativa do ar está mais baixa a temperatura do ar está mais alta, pois há um aumento da capacidade higrométrica do ar com o aumento de sua temperatura. A capacidade higrométrica indica o máximo de massa de vapor (g) que o ar pode reter por metro cúbico, de acordo com a temperatura que estiver submetido, estabelecendo uma relação inversamente proporcional. Quanto maior a temperatura do ar, mais massa de vapor d'água será preciso para se atinja o seu ponto de saturação.

O termo evapotranspiração é usado para a passagem da água do estado líquido para o gasoso e, em agronomia, inclui dois processos distintos. A água de um solo úmido pode evaporar, sendo esse processo regido por leis puramente físicas. A esse processo se reserva o termo evaporação. Já na evaporação da água através de uma planta, fenômenos

biológicos limitam as leis físicas. Esse processo é chamado transpiração. Quando ambos ocorrem simultaneamente, como ocorre com uma cultura ou cobertura vegetal utiliza-se o termo evapotranspiração.

A perda de água do solo por evaporação através de sua superfície ou por transpiração pelas plantas é um parâmetro importante no ciclo hidrológico, em especial, nas áreas cultivadas. Para cada grama de nutrientes absorvida do solo pela planta, centenas de gramas de água precisam ser absorvidas (osmorregulação). Por essa razão, a transpiração, com frequência, é chamada de evaporação produtiva, a fim de contrastá-la da evaporação do solo, chamada de evaporação não produtiva. “Essa evaporação da água pela superfície do solo pode, porém, ser do ponto de vista quantitativo de grande importância. Peters (1960) verificou que a perda de água por evaporação no solo pode alcançar a 50% da evaporação durante um ciclo vegetativo” (REICHARDT & TIMM, 2004, p. 293).

No inverno (JUL/2006 e 2007), a temperatura do ponto 4 é mais alta do que os demais pontos, pois a vegetação de maior porte, ao longo de seu processo metabólico, libera vapor d’água (elemento termo-regulador) e gases, como o CO₂, compostos que absorvem radiação longa.

Durante o experimento registraram-se valores de umidade nos pontos 1 e 4, na maior parte das coletas, superiores aos demais. Isso se explica, de modo geral, pela presença de vegetação nos dois pontos citados, a qual libera vapor d’água ao longo de seu ciclo metabólico. As plantas precisam absorver água pelas suas raízes e depois a libera para a atmosfera através da transpiração (dinâmica de circulação da seiva no sistema vascular). Assim, uma área coberta com vegetação evapora muito mais do que uma área desprovida de cobertura vegetal.

Observa-se, entretanto, que no verão de 2007, os valores de umidade dos pontos 1 e 4 foram expressivamente superiores aos demais. As elevadas temperaturas registradas neste dia reduziram a umidade relativa do ar, na maioria dos pontos do transecto, com exceção dos já referidos. Nessas condições de elevadas temperaturas, a presença de vegetação é responsável pela grande diferença nos registros de umidade relativa do ar, quando comparada com as demais áreas sem cobertura vegetal.

Quando ocorre precipitação, a exemplo das coletas efetuadas em JUL/2007 e OUT/2007, os valores de umidade registrados, embora altos, não apresentaram variação expressiva ao longo dos pontos com distintas coberturas vegetais, como acontece em dias sem ocorrência de precipitação.

A umidade do solo determina a evaporação e com isso a entrada de umidade no ar. No campo (ponto 1) o volume de água oscila muito mais com o estado do tempo, a evaporação e a constante entrada de umidade faz o ar sobre este substrato apresentar valores altos desse parâmetro.

A vegetação interpõe-se entre a superfície da terra e a atmosfera. Uma cobertura vegetal fechada constitui não só no espaço, mas também quanto às suas propriedades, uma zona de transição, porque cada um dos órgãos da planta, tais como as folhas, as agulhas e os ramos, se comporta como a terra firme, recebendo e emitindo radiação, evaporando e efetuando trocas de calor com o ar circundante. O ar, porém, consegue passar, com maior ou menor dificuldade, através da cobertura vegetal, por isso constitui-se numa parte essencial da camada de ar junto ao solo.

Ao considerar-se a massa total das partes das plantas nas quais se dão as trocas de radiação, de condução e de vapor d'água com o ambiente, verifica-se que sua capacidade calorífica (calor específico) é extremamente pequena. (GEIGER, 1961). Huber (apud GEIGER, *Ibidem*, p. 274) formulou uma regra a qual diz que

“a temperatura da folha costuma situar-se entre a temperatura do ar e a da superfície do solo exposto ao Sol ou emitindo radiações. A temperatura da folha responde mais rapidamente a um aumento do que a uma diminuição da radiação solar. O ar situado imediatamente abaixo da folha mostra naturalmente uma maior instabilidade térmica do que a própria folha, mas acompanha com uma regularidade extraordinária as variações térmicas da folha, ao passo que a temperatura do ar a 1 metro, apesar da sua instabilidade, praticamente está livre das oscilações da radiação”.

A partir daí, entende-se que a planta possui resposta rápida à variação da temperatura do ar, porém apresenta um mecanismo de compensação bastante eficiente que se revela, por exemplo, através da transpiração. Esse processo libera vapor d'água e calor para a atmosfera, resultando num balanço de energia mais equilibrado fazendo com as áreas com cobertura vegetal de mata (ponto 4) registrem valores de temperatura do ar com menor amplitude térmica ao longo do tempo em relação às demais áreas do transecto.

Por outro lado, a cobertura vegetal, durante a noite, comporta-se quase como um corpo negro, refletindo muito pouco os comprimentos de onda longos. “A folha absorve na sua face superior a radiação da atmosfera e na inferior a radiação do solo, emitindo, por sua vez radiação própria de onda longa, correspondente a sua temperatura” (Ibidem, p. 271). Daí o registro de temperaturas mais elevadas nos pontos com cobertura vegetal, em comparação com os pontos sem vegetação.

3.1.4. Pressão atmosférica e velocidade do vento

No que tange a variável pressão atmosférica, esta é definida como o peso que o ar exerce sobre um ponto na superfície decorrente da força gravitacional exercida pelas moléculas de ar sobre o referido ponto. O valor médio da pressão atmosférica corresponde a 1kg/cm^2 ao nível médio do mar, sendo a unidade padrão brasileira o hectopascal (hPa) ou, também, o milibar (mb). A pressão atmosférica tomada como padrão ao nível médio do mar é de 1013,2 hPa ou mb. A pressão do ar varia verticalmente na razão aproximada de 1mb para cada 10m de ascensão, decorrente da progressiva diminuição dos componentes atmosféricos com a altitude. Tais componentes estão concentrados na camada mais próxima da superfície da Terra, a troposfera.

“O ar tem sua densidade alterada com a altitude, como resultado da ação gravitacional. Já a variação da pressão do ar em superfície se dá em decorrência da distribuição de energia e de umidade no globo, bem como da dinâmica de seus movimentos. O aquecimento do ar conduz ao aumento da energia cinética das moléculas, o que produz um maior número de choques entre elas. Com isso, as moléculas passam a se distanciar umas das outras, ocasionando uma expansão do ar e, conseqüentemente, uma diminuição exercida por ele. Ao contrário, quando o ar se resfria, as moléculas têm seus movimentos cinéticos reduzidos, diminuindo as possibilidades de choques entre elas. Em conseqüência, a densidade do ar eleva-se junto com a pressão atmosférica” (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.74).

A pressão apresentou em todos os pontos pouca variação. O ponto 4, em OUT/2006, nas duas últimas leituras, registrou valores muito abaixo do esperado, indicando erro de medida do aparelho. Normalmente a pressão mais alta foi registrada nas áreas mais baixas e a pressão mais baixa registrada nas áreas mais elevadas. Isso decorre, conforme já fora mencionado anteriormente, da diminuição da espessura da coluna de ar na medida em que a altitude aumenta.

A pressão atmosférica mais baixa ocorre em área de mata, pois neste ponto existe um grande aporte de umidade do ar e o ar úmido é mais leve, portanto menos denso que o ar seco. No ar úmido há um predomínio de moléculas de água que possuem massa inferior a todos os outros elementos que compõem o ar.

Diretamente relacionado com a pressão atmosférica está o vento. Este é resultado do deslocamento do ar pela diferença de pressão entre distintos pontos da superfície. Soprando sempre de locais com alta pressão atmosférica para locais com baixa pressão atmosférica, o vento tem seu escoamento e sua velocidade influenciados, principalmente, pelo gradiente barométrico entre estes pontos, pela topografia/relevo (rugosidade) e níveis altimétricos de escoamento.

De modo geral, as maiores velocidades de vento são registradas nos pontos 1, 2 e 5, locais onde a vegetação é rasteira ou inexistente ou no topo do morro, respectivamente. Isto se explica, no ponto 1, pela presença da cobertura vegetal de campo que se apresenta como baixa rugosidade ao fluxo do vento e, no ponto 2, pelo atrito bastante reduzido, uma vez que este ponto é representativo da unidade de paisagem areal, ou seja, areia exposta. O ponto 5, situado no topo do morro, registrou altas velocidades de vento comparativamente aos outros pontos, pois apresenta a cobertura vegetal de campo e maior altitude que facilita o escoamento do vento.

Comparativamente, a área de matacões, ponto 3, e a área de mata, ponto 4, constituem obstáculos ao fluxo de ar, registrando valores de velocidade de vento baixos ou inexistentes. No que se refere ao ponto 3, a rugosidade é representada pelos blocos rochosos expostos presentes nesta unidade de paisagem. No ponto 4, a mata funciona como bloqueio ao deslocamento do vento.

“A mata constitui um elemento com alto parâmetro de rugosidade ao deslocamento do vento. A calma do ar no interior do povoamento significa, ao mesmo tempo, pequena convecção. A umidade do ar entre os órgãos das plantas que transpiram é elevada e as oscilações turbulentas de todos os fatores são diminuídas, domina um clima calmo e úmido de proteção” (GEIGER, 1961, p. 284-285).

3.2. Análise topoclimática

Em relação ao topoclima o transecto em estudo encontra-se numa vertente com orientação NW e inclinação de aproximadamente 45° na sua parte mais íngreme.

O clima das encostas é determinado, principalmente, pelo fato das superfícies inclinadas receberem da radiação direta, mais ou menos calor do que as superfícies horizontais. Como indica a figura 41, numa vertente inclinada em 45° , a concentração de energia na vertente será maior, pois devido à declividade do terreno, o Sol estará incidindo com um ângulo de 90° , concentrando, assim, mais energia na vertente, que na planície onde a incidência se dá a 45° (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007).

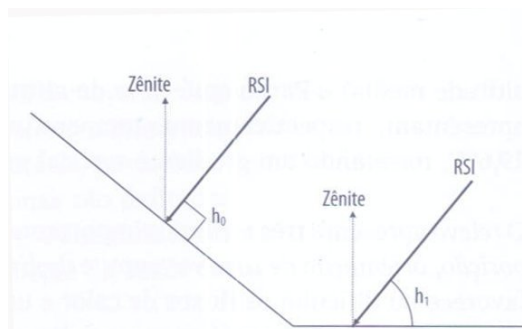


Figura 41 - Mostra a relação entre altura solar e declividade, indicando que dependendo da altura em que os raios solares atingem a superfície, as superfícies inclinadas podem receber uma maior incidência solar. Fonte: MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 48.

Isto explica parcialmente porque o ponto P3, que se localiza no setor mais inclinado da vertente (45°), apresenta valores bastante elevados de temperatura, em especial na primavera e no verão, períodos em que a insolação é maior no hemisfério sul.

Considerando a latitude em que se encontra o transecto em estudo e a orientação da vertente, à medida que se aproxima o solstício de verão, os raios solares tendem a atingir a superfície horizontal com um ângulo maior, chegando próximo aos 90° no período do referido solstício. Isto faz aumentar a incidência solar nestas áreas e promove um aumento da temperatura. A incidência dos raios solares vai sendo reduzida com a ampliação da declividade da encosta, pois durante este mesmo período, os raios solares

atingem as áreas mais declivosas de forma muito inclinada, aquecendo menos a superfície. Com a aproximação do solstício de inverno, os raios solares passam a atingir as superfícies horizontais com um ângulo cada vez menor, aquecendo menos, ao passo que nas superfícies muito inclinadas o ângulo de incidência dos raios neste período fica mais próximo dos 90° aquecendo-as mais intensamente. Assim, pode-se dizer que as encostas com orientação N-NW com menor inclinação são mais aquecidas no verão e as mais íngremes mais aquecidas no inverno.

Avalia-se que a encosta onde se localiza o transecto apresenta um topoclima diferenciado da encosta voltada para S-SE. A evidência em campo desta situação é a distribuição da cobertura vegetal. Esta se apresenta mais rarefeita na encosta N-NW, comparativamente à encosta S-SE, o que pode ser observado na figura 6. A vertente N-NW, além de uma cobertura vegetal menos densa apresenta áreas de afloramento do substrato rochoso. Estas diferenciações na cobertura constituíram diferentes unidades de paisagem no transecto em análise.

CAPÍTULO IV

UNIDADES DE PAISAGENS, BIOINDICADORES E INTERPRETAÇÃO PALEOCLIMÁTICA

Neste capítulo a finalidade é estabelecer a relação entre as espécies que foram identificadas, ao longo desta pesquisa, por suas características como bioindicadoras de ambientes secos e os microclimas caracterizados em diferentes paisagens do transecto objeto de estudo. Percorreu-se este objetivo na intenção de contribuir com a interpretação de Suertegaray (1987) sobre a gênese pretérita dos depósitos arenosos que originam areais e da mesma forma colaborar com estudos mais recentes que a partir dos estudos da flora (FREITAS, 2006) e da fauna (PIRES DA SILVA, 2008) visualizaram espécies identificáveis com ambientes do passado. Particularmente Pires da Silva (2008), a partir da identificação de espécies da fauna camufladas, por exemplo, associada aos areais, considerou essas áreas como *janelas temporais*, ou seja, através delas pode se inferir sobre esses ambientes, provavelmente de maior extensão, como paisagens de passado mais seco.

Suertegaray (2009, p.27) ao fazer uma síntese sobre as características das áreas em processo de arenização indica que:

"Os areais ocorrem no bioma Pampa, este Bioma é caracterizado por um substrato de solos rasos. No caso específico dos areais, a ocorrência é em substrato arenoso. Este é recoberto por vegetação de campo entremeado, nas áreas mais úmidas, vales de rios e encostas de morros, com vegetação de mata. A vegetação de campo é caracterizada como uma vegetação relictada, ou seja, é uma vegetação típica de ambientes mais secos. Atualmente sua persistência deve-se as adaptações feitas e aos solos característicos da região que favorecem a sua manutenção".

Tal constatação é decorrente de estudos com base em indicadores geomorfológicos, interpretados a partir da construção paleoclimática de Ab'Saber (1977a). Assim, campos e outras formações vegetais que caracterizam essa região representam a expansão dos climas secos presentes na América do Sul em períodos relativos ao Pleistoceno ou mesmo períodos subatuais (como o Holoceno médio). Para o referido autor, mais especificamente, esta região corresponde ao domínio das pradarias mistas subtropicais. Apresentam como cobertura dominante os campos, relictos de períodos mais

secos, com presença de florestas galerias subtropical associadas a ambientes mais úmidos.

Segundo Ab'Saber (1977a, p.13), em períodos pleistocênicos, correntes marítimas frias mais largas e estendidas favoreceram o ressecamento do clima na América do Sul. Nesses períodos, "a maior parte das coxilhas gaúchas do Uruguai e Rio Grande do Sul, estiveram sob ação de climas secos e parcialmente invadidos por formações xerófilas, com cactáceas" (Figura 42).

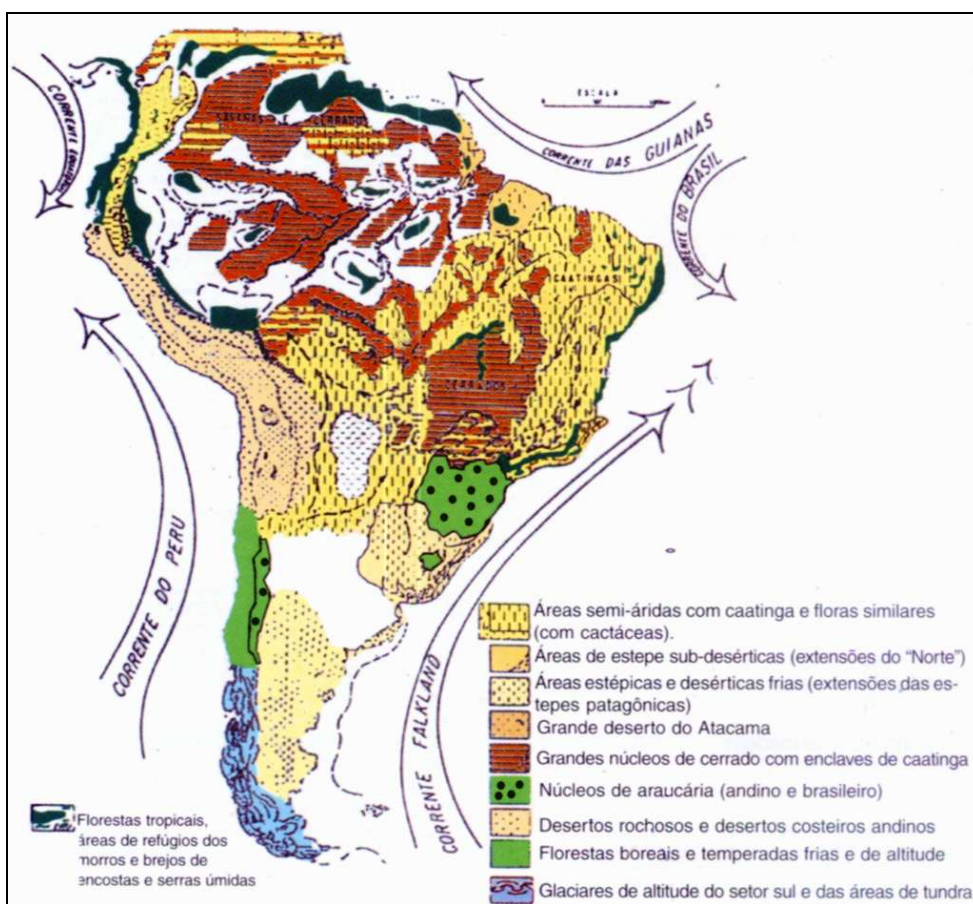


Figura 42 - Domínios naturais da América do Sul no período de 13 mil a 18 mil anos, elaborado por Ab'Saber em 1977. Fonte: Gonçalves, 2001.

Conforme autor em pauta, muitas das espécies com características de ambientes secos encontradas nesse domínio. Um dos exemplos das espécies desses domínios é o espinilho (*Acacia caven*) (SUERTEGARAY, 1987). Estas resultam da expansão, em momentos de ressecamento climático, do Domínio do Monte Argentino, área a NW desse país. O mesmo se individualiza pela presença de "ondulações áridas e semi-áridas pré-andinas, com bosques ralos e cactáceas, condições arreicas generalizadas, raros rios alóctones e arroios intermitentes, tributários de depressões lacustres residuais (tipo bolsões)"

(AB'SABER, 1977a, p.19). Afirma que "*paisagens do "monte" estiveram no Rio Grande do Sul, enquanto as estepes patagônicas invadiram fundo as áreas pampeanas úmidas, hoje conhecidas*" (AB'SABER, 1977b, p.13).

Constatação relativa à expansão da flora xérica pode ser visualizada em mapa publicado por Bigarella *et al.* (1975, p.459) (Figura 43). Neste pode ser observado que uma das rotas de dispersão desprende-se dessa região em direção ao Rio Grande do Sul pela sua porção sudoeste.



Figura 43 - Dispersão da flora xérica latino-americana: 1) hachurado - limite das grandes áreas atuais; 2) pontilhado - limite das admissíveis rotas pretéritas em suas várias progressões; 3) setas - possível migração pré-terciária. Fonte: Bigarella *et al.*, 1975.

Com os dados coletados para este trabalho, avaliaram-se as condições microclimáticas e as prováveis relações com espécies que são indicadas como bioindicadoras de ambientes secos. Inicialmente foram escolhidas para análise as cactáceas. No decorrer da pesquisa outras espécies arbustivas e ou arbóreas puderam também ser acopladas a essa situação. Para construir esta análise tomam-se como referência as unidades de paisagem estabelecidas ao longo do transecto. O objetivo aqui é caracterizar a variabilidade do microclima em cada unidade analisada, correlacionar estes

ambientes com a possibilidade de permanência de determinadas espécies objetivando acrescentar informações as propostas teóricas que buscam exemplificações à Teoria dos Refúgios.

4.1. Considerações sobre a Teoria dos Refúgios

Entre os principais estudos relativos à Teoria dos Refúgios cabe destacar os trabalhos de Haffer (1969), Vanzolini (1970) e Ab'Saber (1962,1977a). Haffer centrou sua análise nos estudos ornitológicos na Amazônia. Vanzolini dedicou-se aos estudos dos lagartos (*Lilolaemus* e *Anolis chrysolepis*) também na Amazônia florestal. Ambos os pesquisadores "*sugeriram áreas de Refúgios para a região... entre as áreas sugeridas três delas são coincidentes: Napo, Leste Peruano e Guianas*" (BIGARELLA *et al.*, 1975, p 451).

Ab'Saber (1962) vai interpretar os paleopavimentos detríticos no Rio Grande do Sul, correlacionando estes com climas mais secos do Pleistoceno, em relação com a fitogeografia. Em 1977 (a), esse mesmo autor vai esboçar sua interpretação sobre os espaços ocupados pelos climas secos na América Latina indicando a dinâmica climática em períodos glaciais holocênicos. Mais recentemente o autor destaca que:

"A teoria dos refúgios e redutos nasceu de considerações sobre as flutuações climáticas do Quaternário na América do Sul e Central... em sua essência cuida das mudanças e das repercussões das mudanças climáticas quaternárias sobre o quadro distributivo de floras e faunas, em tempos determinados, ao longo de espaços fisiográficos, paisagista e ecologicamente mutantes... Diz respeito, sobretudo à identificação dos momentos de maior retração das florestas tropicais, por ocasião da desintegração de uma tropicalidade preexistente... Para atingir tais objetivos a Teoria dos Refúgios e redutos envolveu considerações sobre os atuais espaços geocológicos inter e subtropicais, e conhecimentos sobre a estrutura superficial de suas paisagens, com vistas ao esclarecimento de cenários e processos que ocorreram no Quaternário Antigo quando existiam outros arranjos e dinâmicas de distribuição de floras e de faunas." (AB'SABER, 2006, p.64).

A dispersão da fauna e flora, mencionada por AB'Saber, é descrita por Müller (*apud* BIGARELLA *et al.*, 1975, p. 450):

"o movimento das espécies vegetais e animais é controlado pela variação das barreiras ecológicas. As espécies avançam a partir de centros de dispersão. Quando as condições ambientais deterioram as espécies recuam ilhando-se em

refúgios naturais onde possam encontrar condições de sobrevivência. Os centros de dispersão constituem casos especiais de refúgios. São centros de conservação de biomas. Terminado o isolamento ocorrem expansões areias”.

Para Haffer (1992, p. 12), os Refúgios têm vínculo com mudanças cíclicas:

“muitas áreas na região neotropical têm sido afetadas por mudanças cíclicas na vegetação durante o curso da história geológica. Durante os ciclos climáticos dos últimos 60 milhões de anos (períodos Terciário e Quaternário; era Cenozóica), a floresta pluvial úmida em muitas regiões foi, provavelmente, substituída, repetidamente, por floresta aberta de palmeiras e floresta de lianas e, em algumas regiões até mesmo por savanas, antes que o ciclo da vegetação voltasse via floresta aberta à floresta pluvial úmida. Todavia, os dados básicos em apoio a essas assertivas são ainda escassos”.

O mesmo autor (*Ibidem*, p.16), para explicar as razões dessas mudanças, fundamenta-se no Ciclo de Milankovitch. Esses ciclos agem

“continuamente durante pelo menos uma porção principal da história da Terra (na medida em que se tornou conhecida nos últimos anos) e não apenas durante a Época Glacial dos últimos dois milhões de anos (Quaternário). Foram os causadores das oscilações no nível do mar, alterações rítmicas de fácies dos estratos sedimentares do Mesozóico e Cenozóico e mudanças climático-vegetacionais nos continentes (Fischer 1981, Herbert & Fischer 1986, Olsen 1986, Levinton 1988: 453, Bartlein & Prentice 1989, Berger et al. 1989, Bennett 1990)”.

Sob outra perspectiva e buscando elementos que não corroboram com as premissas da Teoria dos Refúgios, mais recentemente os autores Santos *et al.* (2005, p.434) apresentam como resultados de suas pesquisas com pólen de vegetação florestal na foz do Amazonas, as seguintes considerações:

“A abundância relativa da flora de montanha em relação à floresta tropical sugeriu uma expansão nos estádios glaciais do Quaternário, sendo a queda de temperatura o principal fator desencadeante da mudança de vegetação tanto da planície Amazônica como da cordilheira dos Andes. De acordo com os resultados palinológicos alcançados no poço estudado, a teoria do refúgio defendida por vários autores, onde a floresta tropical teria sido substituída pela vegetação típica de savana, não foi confirmada no presente trabalho”.

É o próprio Haffer (1992) que, de encontro a essa interpretação, já apresentava um conjunto de evidências que corroboram sua interpretação. Essas evidências não são somente relativas à cobertura vegetal. A seguir suas considerações relativas a

- alterações climático-vegetais:

“evidências obtidas de muitas regiões da América tropical indicam que alterações climático-vegetacionais extensivas ocorreram durante os últimos milhões de anos (revisões recentes incluem as de Ab'Saber 1982, Tricart 1985, Bigarella & Ferreira

1985, Haffer 1987a, Schubert 1988, Hoppe & Schobbinghaus 1991). Dentre os dados examinados nessas revisões há os seguintes: os sedimentos no Lago Valência, no norte da Venezuela, registram pelo menos quatro ciclos de enchimento e dessecação do lago; campos de dunas nos lhanos do leste da Colômbia e sudoeste da Venezuela, ao norte da Amazônia, foram ativos durante o fim do Pleistoceno; flutuações vegetacionais nessas regiões têm sido documentadas através de estudos de paleopólen. Observações geomorfológicas extensivas indicam uma alteração de períodos climáticos úmidos e áridos também para as regiões norte, leste e central do Brasil, incluindo porções da Amazônia inferior, durante o Pleistoceno. Na última região, Tricart (1974/1975), examinou a área geral de Santarém, na foz do Rio Tapajós e notou intensa dissecação da superfície do solo que teria ocorrido durante condições climáticas secas do passado geológico recente. Journaux (1975), também concluiu que uma fase semi-árida maior e relativamente longa, precedeu o período úmido presente” (Ibidem, p.13).

- evidências geológicas e geomorfológicas

“As florestas pluviais em Pitinga, a cerca de 250 km ao norte de Manaus têm camadas subjacentes de sedimentos variados, grosseiros e extremamente pobres que incluem camadas de fanglomerado associadas a depósitos plácemes ricos em ouro e estanho (Veiga et al. 1988: 166, Hoppe & Schobbinghaus 1991: 1820). Tais sedimentos datam, provavelmente, do Pleistoceno médio e têm apreciável distribuição lateral ao longo de um extensivo padrão de paleodrenagem. A natureza desses sedimentos elásticos indica que foram depositados sob condições climáticas semi-áridas e na ausência de floresta pluvial densa na maior parte dessa região. A mesma interpretação se aplica para a origem de outros depósitos plácemes na Amazônia brasileira tais como, por exemplo, na região do Xingu, Teles Pires-Juruena, médio Tapajós e norte de Rondônia (Veiga et al. 1988, Bettencourt et al. 1988). Bibus (1983), também, relatou a ampla ocorrência na região do médio Rio Tapajós e nas baixadas ao redor da Serra do Cachimbo de detritos grosseiros na superfície de depressões, acumulados durante um período de forte erosão quando o clima do fim do Quaternário era semi-árido e a vegetação da floresta pluvial tinha desaparecido largamente dessas regiões. Depois dessa fase, camadas arenosas cobriram a região toda sob um clima ainda mais seco (Bibus 1983). Observações geomorfológicas de Emmerich (1988) em Rondônia (regiões de Porto Velho e Humaitá; também indicam um clima semi-árido e vegetação aberta nessa parte sul da Amazônia durante o fim do Terciário e fases climáticas áridas do Pleistoceno. Florestas voltaram a cobrir essas últimas regiões seguindo bacias e vales de rios” (Ibidem, p.13).

Em seu artigo há uma gama de estudos não só da cobertura vegetal, mas de outros indicadores geológicos e geomorfológicos, que apresentam evidências da variação sazonal e espacial da cobertura vegetal da Amazônia. Mencionam-se aqui alguns exemplos.

“Esses novos dados geocientíficos, resumidos acima, junto com os indícios de que já se dispunha, comprovam as amplas flutuações climático-vegetacionais na Amazônia durante o Quaternário. Os dados vêm principalmente das regiões periféricas ao norte, sul e baixa Amazônia, embora a forte evidência de Pitinga e da região do baixo Tapajós refira-se igualmente a porções da Amazônia central. Até o presente não se dispõe de indicações de fragmentação de floresta pluvial para a Amazônia superior; a acidentada região fronteira entre o Brasil e o Peru (alto Purús e Rio Juruá) parece ser uma área particularmente promissora para estudos detalhados de campo a esse respeito” (Ibidem, p.15-16).

A crítica feita em trabalho anteriormente citado, Santos *et al.* (2005, p.425), que refuta a Teoria dos Refúgios baseou-se na argumentação de que “*estudos palinomorfos, permitiram constatar que a queda da temperatura foi o principal fator ocorrido durante as glaciações, ao contrário do que sugere a teoria do refúgio, que defende a aridez como sendo o fator determinante nesses estádios*”. No entanto, observa-se nesta crítica uma contradição. O argumento que valoriza a redução da temperatura não invalida aquele que se refere ao ressecamento. Sabe-se que nos períodos glaciais em ambientes intertropicais as condições climáticas eram mais frias e mais secas.

Haffer (1992, p.17) oferece em contraposição, sua leitura substanciada por vários estudos de diferentes áreas, a compreensão de que

*"Durante as oscilações climáticas do Cenozóico (Terciário e Quaternário) causadas pelos ciclos de Milankovitch, as florestas nas latitudes temperadas e tropicais sobreviveram a fases secas em áreas remanescentes (fragmentos florestais ou "refúgios") e reexpandiram-se durante períodos úmidos, quando, reciprocamente, a vegetação não-florestal aberta era mais limitada em extensão. É provável que tenha ocorrido uma redução de 50% na massa de árvores florestais durante os períodos frios-secos do Pleistoceno (Livingstone 1980). Os remanescentes de uma zona de vegetação tropical durante um período climático adverso representaram, provavelmente, todas as situações intermediárias, desde grandes e extensos blocos a pequenos e **dispersos sítios em "mini-refúgios" localizados onde condições favoráveis permitiram a existência contínua das respectivas biotas ou porções de biotas. Pormenores permanecem desconhecidos** (o grifo é nosso).*

Ab'Saber (2006, p.65), retomando sua pesquisas de anos anteriores nessa perspectiva, apresenta uma série de exemplos que fundamentariam essa teoria. Nesse sentido faz referência à Depressão do Pantanal. Afirma

"quando o Nordeste seco esteve ampliado ao máximo nos territórios inter e subtropicais do Brasil, entre 13 mil e 23 mil anos antes do presente, padrões de caatinga arbórea e arbustiva chegaram respectivamente, nos bordos e no centro de um grande bolsone, dominado por leques aluviais gigantescos, na área onde hoje se situa os pantanais.

a retomada da exploração biológica de espaços herdados de clima seco, é um dos grandes episódios da dinâmica das floras e faunas, a partir de refúgios e redutos situados em diferentes sítios das terras altas circunvizinhas".

Indica também que os brejos do sertão nordestino, constituindo-se ilhas de umidade para diferentes autores (BIROT, AB'SABER, VANZOLINI e ANDRADE-LIMA), são um significativo modelo de redutos e refúgios florestais (*Ibidem*).

Nesta mesma linha de interpretação paleoambiental, mais recentemente, tem-se os resultados de pesquisa dos estudos no campo da arqueologia de Kipnis *et al* (2005, p. 89). Nas conclusões de seu artigo afirmam

"Estudos paleoambientais na região Amazônica, em específico em Carajás, têm demonstrado a grande variabilidade climática, tanto temporal quanto espacial, do período do Holoceno. Mudanças cíclicas entre períodos mais úmidos e períodos mais secos também caracterizam esse período. Segundo os dados obtidos pelas pesquisas na Amazônia, fica aparente a existência de sociedades caçadoras-coletoras associadas, tanto aos períodos mais úmidos, quando à floresta tropical úmida, que dominavam a paisagem, como durante os períodos mais secos, onde deve ter ocorrido um mosaico de floresta e cerrado".

A Teoria dos Refúgios, conforme pode se depreender dessas breves considerações, apresenta divergências. Esta teve uma grande aceitação, principalmente entre os pesquisadores de países do Hemisfério Sul. Recentemente, têm surgido estudos que falseiam esta teoria. Por outro lado, existem diversas evidências em diferentes áreas que indicam, através de estudos paleoclimáticos, cada vez mais detalhados, a mudança climática e de processos físicos, que certamente promoveram modificações na composição e cobertura vegetal.

Ab'Saber (2006) apresenta uma bibliografia seletiva referente à Teoria dos Refúgios, em particular as obras dos pioneiros e dos trabalhos que se seguiram os anos 50 a 90 do século passado. Proposições que foram desenvolvidas em diferentes campos do conhecimento. Por esta razão Ab'Saber, nessa mesma obra, afirma que sua teoria é uma forma de conhecimento marcadamente multidisciplinar.

4.2. Sudoeste do Rio Grande do Sul, campos, areais e bioindicadores paleoclimáticos

O Rio Grande do Sul apresenta uma série de indicadores de ambientes secos, concernentes à estrutura superficial das paisagens. Cabe destacar os estudos de Ab'Saber (1962) sobre os indicadores paleoclimáticos no âmbito da geomorfologia como as linhas de pedra; os solos escuros da região da campanha identificados por Gomes e Klamt (1974) com

formação vinculada às oscilações de clima úmido e seco no Holoceno (Figura 44); os depósitos arenosos, vestígios de dunas caracterizados por Veiga *et al.*(1987) e correlacionados por Suertegaray (1987) com períodos secos do Holoceno; pedimentos e pavimentos detríticos descritos na região sudoeste do RS por Suertegaray (1987); e as evidências de mudanças climáticas evidenciadas por Corrêa (1990) na Plataforma Continental que bordeja o RS.

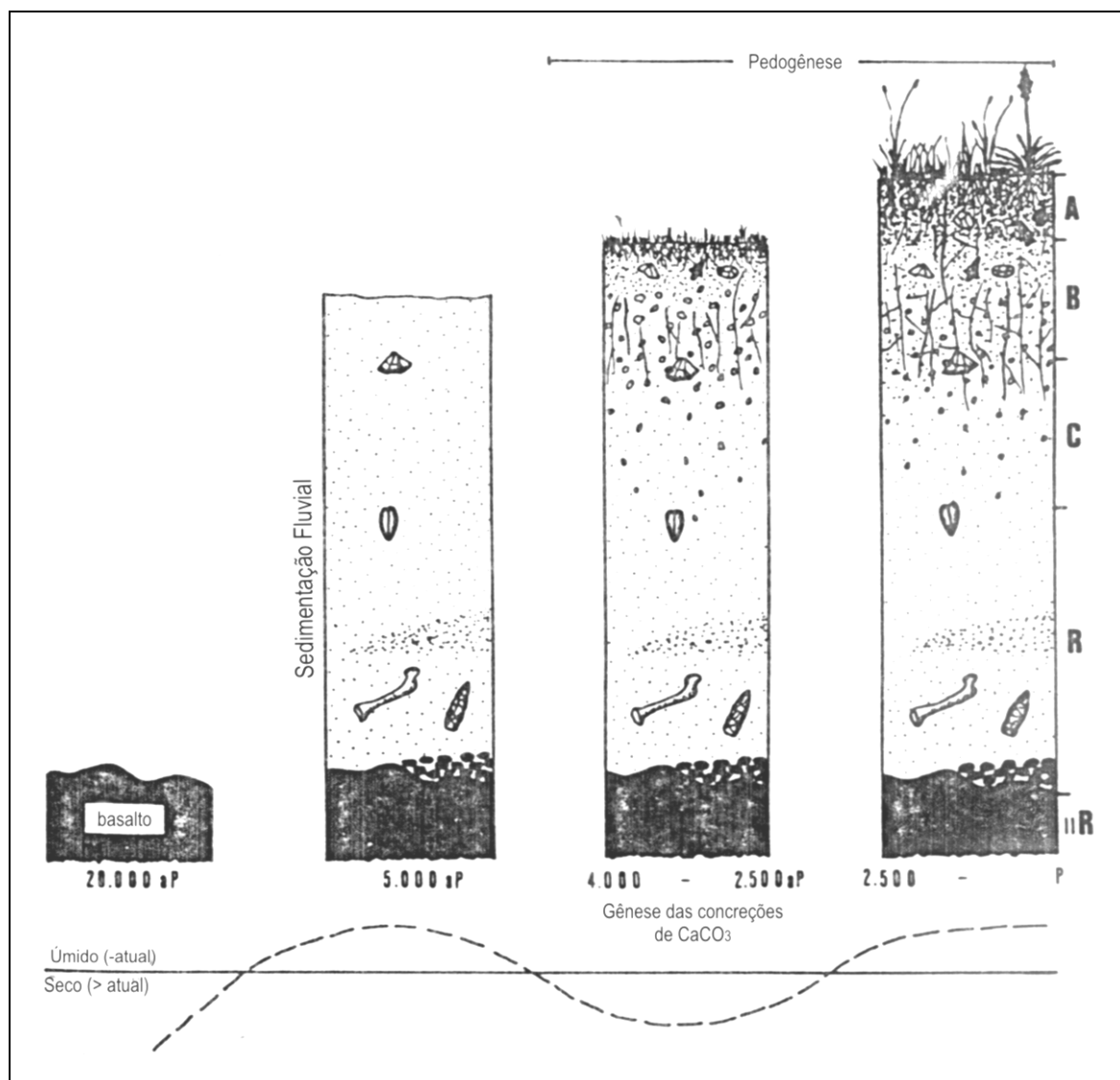


Figura 44 – Tentativa de reconstituição da evolução de um perfil idealizado dos solos argilosos escuros com horizonte Ca. Fonte: Gomes e Klamt, 1974.

Além destes levantamentos, há os estudos de cunho fitogeográfico referentes à flora da campanha. Destacam-se Rambo (1961) ao se reportar à espécie *Anadenanthera*

macrocarpa (Anjico) como espécie que deve ter estabelecido conexão entre Chaco – Nordeste do Brasil, mas com presença no Rio Grande do Sul; Bigarella et al. (1975), ao se referirem à espécie *B. Bellicosus* que tem como área central a região dos pampas. Estes autores sugerem que esta espécie indica uma época de maior expansão geográfica, mais seca, quando os campos apresentavam-se como cobertura vegetal dominante. Da mesma forma são exemplos as espécies *A. heyeri* e *A. striatus* “que aparecem no Brasil meridional de forma disjunta e indicam maior extensão das áreas de campo e fases mais secas em passado geológico recente” (Ibidem, p.445).

Mais recentemente, merece referência o trabalho de Bellanca (2002, p.81) que em sua dissertação de mestrado realizou o cruzamento de informações semelhantes estudadas pela Geografia, Geomorfologia, Pedologia, Geologia e Arqueologia. Desta conexão chegou ao seguinte:

“Os autores que citamos nos dizem que, após a última glaciação (WÜRM), iniciou-se um período quente e úmido. O novo ambiente climático tornou possível a proliferação da vida vegetal e animal e, conseqüentemente, os movimentos migratórios dos povos caçadores-coletores. No transcorrer dessas migrações, esses povos adaptavam-se às transformações climáticas, transgressões e regressões marinhas, extinção da megafauna oriunda do Pleistoceno, em uma relação homem/meio, talvez, mais harmônica do que a que vemos nos dias de hoje. No percurso do Holoceno, estes povos vivenciaram as mudanças climáticas ocorridas e, entre elas, o período de ressecamento (3.500 a 2.400 A.P.) que os levou à rarefação nesta área. Deste mesmo período, temos os artefatos líticos, como testemunhos de sua presença. Estes líticos, ora soterrados, ora sobrepondo-se aos areais, indicam a coexistência desses povos indígenas com essas áreas arenosas. O fato de termos correlacionado a unidade A (Suertegaray 1987) fluvio-lacustre com presença de lentes de cascalho e/ou pavimentos com a presença de sítios nos permite indicar a presença da matéria-prima in situ”.

O autor mencionado não tratou diretamente da Teoria dos Refúgios, entretanto, sua construção interpretativa permitiu revelar a conexão entre diferentes áreas do conhecimento nos estudos paleoambientais, centrado, nesse caso, na arqueologia.

Entre os pesquisadores que apresentam dados que permitem correlação com os paleoclimas em áreas de campo encontram-se: na área de Agronomia e Biologia, autores como Marchiori (1992) e Quadros e Pillar (2002) que se associam ao grupo de pesquisadores que, a partir de seus estudos, interpretam a origem dos campos como decorrentes de mudanças climáticas. Freitas (2006, p.123), ao se referir à cobertura de suculentas, estudando a mesma área dessa tese, informa que

"a cobertura de suculentas não apresentou variação significativa ao considerar os fatores tempo e distância da encosta. A ausência de variação para a autora se deve a existência de poucos indivíduos em ambas as subáreas (areal e cobertura de campo), todos com pouco crescimento da estrutura vegetativa e por não sofrerem a estiagem já que correspondem a indivíduos da família das Cactáceas".

Trindade (2003, p.38), ao estudar a vegetação do entorno dos areais, indica a possibilidade de considerar a vegetação de entorno como de campos de areia. Acrescentando que as espécies referidas (*Elyonurus SP* e *Butia lalemanti* são predominantes nesses campos) *"estão relacionadas à tolerância ao processo de arenização sendo, portanto, anteriores ao surgimento dos areais expressando não uma ineficiência da vegetação natural frente ao processo de arenização, como sugeriu Marchiori (1992), mas um potencial adaptativo da vegetação natural do entorno dos areais ..."*

Considerando os estudos faunísticos, o trabalho de Pires da Silva (2008, p.75) revela uma espécie muito significativa denominada, provisoriamente pelo autor, de "gafanhoto-dos-areais". Sobre este indivíduo (Figura 45) escreve:



Figura 45 - Foto de Luis Alberto Pires da Silva de um inseto com intensa camuflagem com o substrato típico de um areal, Ordem dos ORTÓPTEROS e da Família *Ommexechidae*; no Município de Alegrete, Fazenda Santo Antão, 2007.

"Jazem aqui muitos testemunhos, mas, em especial, chama atenção os testemunhos vivos, aqueles organismos conectados evolutivamente as variações ambientais, sobreviventes da sombra que assola todas as formas de vida, a necessidade de responder ao gradiente ambiental. Impondo novas restrições aos organismos vivos, o ambiente é o preposto que administra a seleção natural dos eleitos à sobrevivência diante da diversidade de formas e organizações que a vida lhe disponibiliza. O gafanhoto-dos-areais é um sobrevivente que imprime em seu exoesqueleto as marcas

de um ambiente escasso em cores e formas vivas, restando-lhe os sedimentos superficiais o modelo de sobrevivência aos pretensos predadores.

A Família desse gafanhoto foi identificada, com auxílio do Augusto Ferrari, bolsista da Pós Graduação no Departamento de Zoologia da UFRGS, como Ommexechidae; Família neotropical, tendo sua origem evolutiva a aproximadamente 200 milhões de anos antes do presente (Triássico), o que contribui com nossa intuição sobre o espécime: um relictivo vivo, indicador de ambientes pretéritos no Pampa gaúcho, mais secos e de solos pobres em cobertura vegetal ou uma espécie testemunha de configurações paleoclimáticas de ressecamento em um passado remoto”.

Com o intuito de colaborar com informações relativas à vegetação enquanto bioindicadora de ambientes diversos, mais adiante descreveremos, sinteticamente, os principais resultados desta análise. Para tanto, seguiremos uma ordenação das unidades de paisagem.

O táxon vegetal inicialmente selecionado para a construção desta idéia foi o das cactáceas, pelas seguintes razões, conforme Rizzini (2002, p.62-64 e 71):

“As cactáceas, na sua maioria vivem em solos secos e escassamente húmidos, prevalentemente minerais, muitas vezes pedregosos, arenosos ou mesmo argilosos. Inúmeras são saxícolas, isto é crescem em solos pétreos ou nas fendas das rochas.

Dominam lugares que recebem intensa radiação solar, sendo, portanto, fortemente actínicos.

São plantas suculentas, ou seja, são dotadas de parênquimas (aquéferos altamente desenvolvidos) e xerófilas (resistem à falta de água), entretanto, paradoxalmente, também habitam matas tropicais úmidas e sombrias. Isto se explica porque no deserto ou na mata a distribuição da água está sujeita a forte variabilidade – no deserto porque quase não chove. Na mata vivem sobre troncos e pedras onde a água não perdura. Vivem predominantemente em ambientes secos e ensolarados.

Adaptações morfológicas e fisiológicas permitem as cactáceas sobreviver em lugares pobres em nutrientes e em água com intensa radiação solar e temperaturas elevadas.

*As espécies campestres incluem quatro gêneros comuns somente no Rio Grande do Sul, membros da flora subandina dos países vizinhos *Notocactus*, *Frailea*, *Wiigginsia* e *Parodia*, que encerram pelo menos na mesma ordem 30, 11,8 e 6 entidades específicas. São cactos globosos e dotados de flores diurnas campanuladas ou afuniladas, cujo tubo é ornado com pequenas escamas, as quais têm pelos anosos e setas nas axilas. É, portanto, um grupo sui generis e bem definido entre as cactáceas brasileiras”.*

No Rio Grande do Sul os estudos sobre cactáceas são reduzidos. Em particular, na Campanha estes são ainda mais rarefeitos. Destaca-se para o estado o artigo de Bruxel e Jasper (2005). Estes autores ao estudarem as cactáceas na bacia do rio Taquari, fazem referência à *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor informando que essa espécie apresenta sua distribuição, mais especificamente, na Argentina, Paraguai, Uruguai e no Brasil. Em

referência à sua área de estudo, indicam que somente uma foi encontrada em São José do Herval. Destaca-se aqui o substrato onde esta ocorre, ou seja, um afloramento rochoso exposto ao sol. A *Parodia ottonis* foi também identificada em São Francisco de Assis, conforme já nos referimos nesta pesquisa. Na área em estudo nesta tese, esta espécie foi a terceira em ocorrência, registrando-se para as unidades de paisagens P3 (substrato rochoso com maior exposição ao sol) e unidade de paisagem 5 (topo de morro) um total de 50 indivíduos.

Um segundo estudo que merece referência é o trabalho de Bauer e Waechter (2006). Neste é feita referência à espécie *Lepismium lumbricoides* (Lem.) Barthlott, Bradleya. Esta ocorre na Bolívia, Argentina, Uruguai, Paraguai e Brasil, de São Paulo até o Rio Grande do Sul. Diferentemente da espécie anterior, no estado do Rio Grande do Sul esta ocorre em todas as formações florestais, porém é rara na Floresta Ombrófila Densa. Trata-se de espécie de cactácea epifítica. O registro desta espécie na região de campos é indicada para Quaraí, Barra do Quaraí, 6VIII/1985, J. N. Marchiori & S. J. Longhi s.n. (BAUER; WAECHTER, 2006).

No que se refere a outras espécies, encontra-se em relatório da Secretaria de Coordenação e Planejamento (2005, p. 48), em relação aos municípios que compõem a região com presença de areais, a seguinte descrição:

"Nos campos arenosos de Alegrete, Manoel Viana e São Francisco de Assis ocorrem manchas de butiazais formados por Butia yatay e B. paraguayensis, sendo que a primeira espécie, mais comum na Argentina e no Paraguai, tem na Campanha seu limite fitogeográfico oriental da América do Sul (MARCHIORI et al., 1995).

Cabe ressaltar, também, a presença de uma vegetação de savana, com campos ocupados esparsamente por árvores, predominantemente, leguminosas, na chamada formação vegetal "parque do espinilho". Além da árvore conhecida como espinilho (Acácia caven), verifica-se a presença de outras espécies típicas e exclusivas da formação, como o algarrobo (Prosopis nigra), o quebracho-branco (Aspidosperma quebracho-branco) e a canela-da-campanha (Nectandra falciforme). Encontra-se também a mata aluvial, ou em galeria, com espécies arbóreas típicas da região Pampeano-Chaquenha."

Sobre distribuição espacial das cactáceas ou de outras espécies comuns na região em estudo, verifica-se que estas apresentam uma área comum de ocorrência, localizada, predominantemente, nos países do sul do continente e estão vinculadas à região chaqueana ou pampeana. Em geral, são espécies originárias de regiões mais secas. Suas

presenças nessas áreas, portanto, onde as condições de umidade são elevadas, comparativamente, permitem dizer que têm sua presença associada às características de solo e ou substrato favoráveis a manutenção de ambiente similar ao original.

4.3. Unidades de paisagem, microclima e bioindicadores paleoclimáticos

Ao estabelecer a caracterização relativa às cactáceas e descritas no capítulo 2 verificou-se que no transecto, objeto de estudo, estas estão presentes em todas as unidades de paisagem individualizadas. Nesta seção apresenta-se uma síntese das espécies presentes em cada unidade que constituem bioindicadores de ambientes climáticos diversos.

4.3.1. A paisagem de rampa com cobertura de campo (P1)

Freitas (2006, p.131) indica que neste compartimento "*as espécies dominantes pertencem ao grupo das gramíneas reptantes, ou seja, espécies rizomatosas e de hábito prostrado*". De maneira geral, a autora identificou as seguintes espécies: *Paspallum stellatum* H & B ex Fl, *P. nicorae* Parodi além da *P. notatum* Fl presentes na área de rampa, com cobertura vegetal de campo, objeto deste estudo. A pesquisadora revela um dado interessante ao indicar que, das duas áreas estudadas, a espécie *P. Stellatum* dominou a área de menor fertilidade, sugerindo que seja a sua capacidade de sobreviver em ambientes com solos de menor fertilidade que lhe permite essa sobrevivência (entorno dos areais).

Nesta unidade de paisagem, em relação às cactáceas, as espécies encontradas pela autora são *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. e *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor (Figura 46a), que estão incluídas na lista de espécies em extinção, segundo a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA, 2002). A presença de cactáceas nesta unidade de paisagem, embora em número mais reduzido do que em outros compartimentos, permite perceber que a área em estudo apresenta em maior ou menor grau, de acordo com as condições ambientais

mais específicas, presença de espécies bioindicadoras de ambientes áridos, associadas com espécies de ambientes úmidos.



Figura 46 – Espécie de cactácea *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor. (A) A primeira com flor aberta encontrada no ponto 1 e a segunda (B) com um fruto, registrada no ponto 3 (17/07/2008). Fotografias de Luis Pires da Silva.

4.3.2. A paisagem de rampa com presença de areais (P2)

Unidade com sedimentos expostos – areal - apresenta no seu interior algumas espécies do grupo das lenhosas e mirtáceas com formação de xilopódio e algumas células de vegetação campestre. A presença de fragmentos de vegetação alternados com algumas espécies, a exemplo da anacauíta ou a pitanga, além das cactáceas permitem dizer que também nessa unidade de paisagem é possível perceber a existência de espécies adaptadas às condições micro ambientais mais secas.

4.3.3. A paisagem de encosta com presença de rochas aflorantes (P3)

Essa unidade de paisagem apresenta um maior número de cactáceas (Figuras 46b e 47), além da presença de Bromeliáceas Heliófitas. A existência dessas espécies indica escassez hídrica e a umidade que lhes dá sustentação é retirada do interior do solo ou da rocha. O substrato rochoso dominante nesta unidade constitui elemento importante na

manutenção dessas espécies, pelo que promove em termos de condições ambientais como escassez de água e temperaturas mais elevadas.

Esta área apresenta uma zona de transição caracterizada por um estrato de arvoretas, presente nas áreas limítrofes desta unidade de paisagem. Encontra-se, também, um contingente expressivo de mirtáceas rastejantes do gênero *Eugenia* (*E. arenosa*, *E. pitanga*). Suas características, conforme já descrito, são indicadoras de xeromorfismo (MARCHIORI, 1992).



Figura 47 – (A e B) Espécie de cactácea *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. Exemplares encontrados no ponto 3 (17/07/2008). Fotografias de Luis Pires da Silva.

Na interpretação do biólogo Luis Alberto Pires da Silva em trabalho de campo durante o ano de 2008, "*há, também, presença nos estratos inferiores, junto aos acúmulos de detritos na base do cerro arvoretas retorcidas, com aspecto xeromórfico, algumas com sistema radicular robusto armazenador de nutrientes, xilopódios em sua maioria. Essas características nos apontam para acoplamento morfofisiológico botânico a condições climáticas reinantes em tempos pretéritos e marcados na geomorfologia local. São as Janelas Temporais ativas nessas unidades de paisagens*" (PIRES DA SILVA, informação verbal).

4.3.4. A paisagem de encosta com cobertura arbóreo-arbustiva (P₄)

A unidade P₄ caracteriza-se por uma mata semicaducifólia com presença de

espécies de ambientes secos e úmidos. Como indicadores de umidade tem-se o Gerivá, Timbaúva, Cedro entre outras. As espécies indicativas de ambiente seco são a Curupi, Grupo das Mirtáceas, além de uma diversidade de cactáceas. Entre as características desse indicativo destacam-se as que apresentam casca grossa.

Conforme Pires da Silva (informação verbal), "*Em relação às cactáceas observou-se neste compartimento que os indivíduos jovens, aparentemente, não atingem um bom desenvolvimento (altura) ou não atingem a maturidade. Possivelmente isto se deva à falta de luz solar direta ou mesmo a remoção das espécies novas diante da dificuldade de fixação em solo facilmente removível ou com presença da serapilheira. Nesta unidade de paisagem registraram-se apenas duas espécies de cactáceas: Echinopsis oxygona (Link.) Zucc e Cereus hildmannianus K. Schuman (Figura 48). Entretanto, o compartimento de mata é o que apresenta maior número de indivíduos em relação ao total.*

A presença de espécies como Gerivá, Timbaúva, Cedro associadas às espécies de cactáceas, numa pequena área, permitem levantar como hipótese que este consórcio florístico é decorrente da alternância de períodos úmidos e secos em tempos pretéritos (Pleistoceno/Holoceno), ao considerarmos as suas exigências quanto à disponibilidade hídrica."



Figura 48 – (A) Espécie de cactácea *Cereus hildmannianus* K. Schuman jovem encontrada no ponto 4. (B) mesma espécie, *Cereus*, agora adulto junto ao local de medições no ponto 4. (17/07/2008). Fotografias de Luis Pires da Silva.

4.3.5. A paisagem de topo com cobertura de campo (P5)

Caracteriza-se, predominantemente, por ser uma unidade com cobertura vegetal de campo, com presença de poucos indivíduos de cactáceas

Nesta unidade foram observados indivíduos de *Echinopsis oxygona* no contato com a encosta, além desta foram identificados exemplares de duas espécies: *Cereus hildmannianus* K. Schuman e *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor. Este compartimento comparativamente aos demais analisados apresentou-se com menos indivíduos no total, somando apenas 35.

No topo dos relevos tabulares e morros testemunhos, entremeados com a diversificada vegetação de porte herbáceo, não são raros a criúva (*Leucothoe eucalyptoides*), a tuna (*Cereus uruguayanus*), o gravatá (*Dyckia maritima*) e numerosos arbustos xerofíticos.

4.3.6. As condições microclimáticas

Expõe-se nesta seção uma síntese das condições microclimáticas do transecto em análise.

- A localização e o tipo de substrato dos pontos fizeram a temperatura variar mais ou menos ao longo do dia. O ponto P₃, paisagem de encosta com presença de rochas aflorantes, apresentou as maiores amplitudes em três dos cinco dias.
- O ponto P₅, paisagem de topo com cobertura de campo, mostrou maior variação em janeiro de 2007, a qual foi a maior registrada entre os pontos (14°C).
- O ponto P₂, paisagem de rampa com presença de areais, apresentou valores importantes de variação diária de temperatura: 8,5°C e 9°C em outubro de 2006 e janeiro de 2007, e 5,4°C em outubro de 2007 (a maior registrada entre os pontos nesta coleta).

- O ponto P₃, paisagem de encosta com presença de rochas aflorantes, apresentou significativas variações de temperatura durante o dia. Este comportamento está associado ao calor específico da superfície em questão. Comparativamente ao P₂, paisagem de rampa com presença de areais, este maior gradiente explica-se pela menor umidade retida em superfície rochosa do que em superfície arenosa.

- No verão de 2007, observou-se em termos de gradiente térmico entre temperaturas máximas e mínimas, uma variação maior no compartimento P₅, paisagem de topo com cobertura de campo, seguido da área de superfície predominantemente rochosa, o P₃.

- No inverno de 2007, os maiores gradientes térmicos foram registrados no P₃ (substrato rochoso aflorante) e P₅ (topo). No topo há um maior resfriamento que vai acontecer por irradiação, processo em que o ar se resfria por perder calor para o entorno.

- Na primavera de 2007, os maiores gradientes térmicos foram observados nas unidades P₃ e P₅ pelas razões mencionadas anteriormente.

- Nos períodos de maior insolação (primavera e verão), P₂ e P₃ apresentaram uma maior variação da temperatura ao longo do dia. No P₄ (área de mata), observou-se que, em relação aos demais pontos, a amplitude térmica é menor. Através dos dados analisados, percebe-se que há uma maior liberação de calor para o ar adjacente dos solos arenosos e/ou com predomínio de rochas.

- Já no inverno (JUL/2006 e 2007), a temperatura do P₄ foi mais alta que os demais pontos. Durante o experimento, registraram-se valores de umidade em P₁ e P₄, na maior parte das coletas, superiores aos demais. De modo geral, isso se explica pela presença de vegetação nos dois pontos citados, a qual libera vapor d'água ao longo de seu ciclo metabólico.

- As áreas com cobertura vegetal de mata, P₄, em relação às demais áreas do transecto, registraram ao longo do tempo valores de temperatura do ar com menor amplitude térmica. A cobertura vegetal durante a noite comporta-se quase como um corpo negro, refletindo muito pouco os comprimentos de onda longos. Daí o registro de

temperaturas mais elevadas nos pontos com cobertura vegetal em comparação com os pontos desprovidos de vegetação.

- A pressão atmosférica mais baixa ocorreu no P₄, pois neste ponto existe um grande aporte de umidade do ar e o ar úmido é mais leve, portanto menos denso que o ar seco.

- Diretamente relacionado com a pressão atmosférica está o vento. De modo geral, as maiores velocidades de vento são registradas em P₁, P₂ e P₅, locais onde a vegetação é rasteira ou inexistente ou no topo do morro, respectivamente.

- A área de matacões, P₃, e a área de mata, P₄, constituem obstáculos ao fluxo de ar, registrando valores de velocidade de vento baixos ou inexistentes comparativamente. No que se refere ao P₃, a rugosidade é representada pelos blocos rochosos expostos presentes nesta unidade de paisagem. No P₄, a mata funciona como bloqueio ao deslocamento do vento.

4.3.7. Microclima e microrrefúgios

Segundo Haffer (1992, p. 17),

"os remanescentes de uma zona de vegetação tropical durante um período climático adverso representaram, provavelmente, todas as situações intermediárias, desde grandes e extensos blocos a pequenos e dispersos sítios em "mini-refúgios" localizados onde condições favoráveis permitiram a existência continuada das respectivas biotas ou porções de biotas. Pormenores permanecem desconhecidos".

A análise apontada nos remete à afirmação acima e ao entendimento de que pelo menos duas dessas áreas analisadas corresponderiam aos sítios dispersos em minirrefúgios como se refere Haffer. Por outro lado, todas as unidades de paisagem em destaque apresentam um conjunto de espécies que indicam áreas relictos como denominadas por Ab'Saber.

Para proceder esta proposição, agrupamos as unidades de paisagens,

permitindo-nos dizer que, no perfil estudado, existem cinco pontos com substratos que podem ser agrupados de duas formas: 2 pontos com superfície basicamente mineral (P2 e P3) e 3 pontos com cobertura vegetal (P1, P4 e P5). De posse dessas informações pode se concluir que a análise microclimática permitiu evidenciar diferenças significativas no microclima das unidades de paisagens analisadas.

Em síntese, P2 e P3, com superfície predominantemente mineral, apresentam uma maior variação da temperatura ao longo do dia, concentram calor na superfície, liberando mais calor junto à camada de ar subjacente além de, em particular a área P3, constituir um obstáculo ao fluxo de ar, registrando valores de velocidade de vento baixos ou inexistentes, comparativamente às outras unidades. Estas características, associadas ao solo arenoso em P2 e substrato predominantemente pedregoso em P3, apresentam características de cobertura diferenciadas. A unidade de paisagem P2, área de solo arenoso exposto (areal), apresenta cobertura praticamente inexistente, embora possam ser observadas espécies vegetais xerófilas em número reduzido. Estas apresentam em muitos casos características de ambiente seco, evidenciados pelas suas feições morfológicas em presença de substrato arenoso. Este ponto, no que se refere à cobertura vegetal, contém espécies vegetais com características de xeromorfismo. Por outro lado, a presença do “gafanhoto-dos-areais” descrito por Pires da Silva (2008) constitui um bioindicador da maior amplitude dessas áreas em tempos remotos, que corresponderiam os areais ao que denominou “*janelas temporais*” ou ecossistemas muito particularizados com presença de bioindicadores de fauna e flora de ambientes secos pretéritos.

O P3, pelas suas características ecológicas de maior temperatura e de menor umidade, apresenta-se como reduto ideal para a maior concentração de cactáceas e espécies xerofíticas, conforme os números indicados no levantamento realizado. Este se constitui no compartimento de paisagem mais singular e passível de ser identificado como um biótopo relictivo ou um minirrefúgio ou, conforme a denominação adotada nesta tese, unidade de paisagem relictivo.

Embora o clima regional apresente-se predominantemente úmido, estes espaços guardam características de calor e umidade que permitem com algumas modificações a presença e uma maior densidade de espécies de ambientes secos.

As unidades P₁, P₄ e P₅ são aquelas que apresentam cobertura vegetal, embora diferenciada e posição altimétrica também distinta. Destas, a unidade referida como P₄ (área de mata) registrou valores de temperatura do ar com menor amplitude térmica ao longo do tempo em relação às demais áreas do transecto. Além disto, no inverno, a temperatura do referido ponto foi mais alta do que os demais pontos e, a umidade registrada, juntamente com o P₁, apresentou valores mais elevados, na maior parte das coletas, comparativamente às demais.

Em relação à pressão atmosférica, os valores mais baixos foram registrados em P₄, evidenciando, também, que esta unidade, devido à presença de vegetação de maior porte, apresenta-se como obstáculo ao fluxo de ar.

Tais características microclimáticas resultam de uma funcionalidade que decorre da presença da umidade proveniente, como também da circulação hídrica superficial e subsuperficial que favorece, em tempos mais atuais, o crescimento de espécies de ambientes úmidos, conforme as anteriormente registradas. Nesta unidade registra-se uma cobertura constituída de espécies semidecíduas que alimentam uma cobertura superficial (serapilheira) que, por sua vez, preserva nutrientes e umidade favorecendo a manutenção e ampliação desde domínio de espécies úmidas.

Por outro lado, foi observado que espécies de cactáceas são encontradas em número significativo, embora restritos a espaços singulares, onde há afloramento de rocha ou reduzida serapilheira. Estas, embora presentes, não atingem a maturidade. As razões decorrem do próprio ambiente, sombrio e úmido desta unidade de paisagem, sofrendo ação de processos de escoamento entre setores de rochas, por vezes aflorantes. Não obstante, revela-se interessante a compreensão desta unidade, na medida em que nela estão presentes espécies de ambientes secos e úmidos. As espécies mencionadas ocupam atualmente o mesmo espaço e indicam que as paisagens de encosta, com cobertura de mata, também revelam acoplamentos de espécies. Representam unidades com presença de vegetação relicto ou bioindicadores paleoclimáticos.

Em síntese, o que se revela neste estudo pode ser sumarizado nos seguintes tópicos:

- A região campestre do Rio Grande do Sul é interpretada de longa data como uma área com presença de vegetação de ambiente diferenciado do atual, ambiente árido frio associado ao Pleistoceno.
- Parte da vegetação ainda presente nessa área é representativa de uma expansão proveniente do Monte Argentino, região seca de dispersão.
- Em que pese à expansão das espécies de clima úmido, estas se apresentam acopladas às espécies de ambiente árido que, em alguns casos, mantêm-se em nichos, constituindo minirefúgios. Estes são favorecidos pelos tipos de substratos: arenoso, relativamente seco e quente, devido à infiltração e à perda de energia para a atmosfera; e o rochoso, relativamente seco e quente, devido à dificuldade de retenção da água que, neste caso, facilmente escoar e à perda de energia para a atmosfera.

Com base nestas considerações, pode-se dizer que as espécies bioindicadoras em análise permitem inferir ambientes do passado. Na área de estudo, revelou-se a existência de relictos de ambientes pretéritos. Estes se expressam no contexto das paisagens atuais através de uma morfologia e fisiologia que lhes permitem existir como testemunhos em áreas com microclima favorável. No dizer de Ab`Saber (2008), essas unidades de paisagens com presença de cactáceas correspondem ao que metaforicamente denominou de **palimpsestos ecológicos**, ou seja, *"sucessão de fatos ocorridos em alguns espaços ecológicos, onde a interferência dos paleoclimas redundou em derruição das paisagens de antigas condições geoecológicas, acompanhadas de instalações bióticas mais recentes"* (*Ibidem*, p. 98).

CONCLUSÕES

*"(...) Meus novos textos parecem repetir as mesmas idéias escritas há vinte e muitos anos, agora com uma linguagem mais moderna e elegante, mas a essência, aquilo que é o mais básico e mais central, permanece, como se fosse um **palimpsesto** que, apagado várias vezes, revela, de novo, o mesmo conteúdo." (SILVEIRA NETO, 2009, p. 1)*

Para concluir esta tese optamos por destacar o microclima como elemento da paisagem; os estudos da flora (cactáceas e outras espécies) como bioindicadores paleoclimáticos e a possibilidade de estabelecer conexões com ambientes pretéritos, além de identificar, na metodologia Bolos sobre os estudos da paisagem, possibilidades e limites da sua viabilidade e implementação. Finalmente, ressaltamos ainda a importância do diálogo interdisciplinar na construção de um saber menos compartimentado.

Portanto, ao finalizarmos esta pesquisa podemos enfatizar que, através da análise microclimática, foi possível identificar distintas características e comportamentos dos elementos do clima nesta escala climática. Tais aspectos, quando relacionados diretamente com o solo e cobertura vegetal, criam uma rede de interação multidirecional que expressa diferentes respostas das variáveis já mencionadas. Desta forma, o microclima se constitui como um elemento relevante da paisagem e, portanto, deve ser inserido em seus estudos interpretativos, quando compatível com a escala de abordagem.

A relação do microclima com as características do clima local foi avaliada com base na construção da análise rítmica. Esta interação permitiu constatar que o comportamento dos elementos do clima, em escala micro, reproduziram a dinâmica do ano experimental. Porém, ao longo das unidades de paisagem, tais elementos foram condicionados a responderem de forma particular de acordo com das características funcionais de cada unidade. Os aspectos do comportamento climático na escala regional e local evidenciaram relação intrínseca com microclima, refletindo a influência das massas de ar (mTc e mP) que caracterizam o clima no estado do Rio Grande do Sul. Entretanto, condicionantes locais retrataram variações microclimáticas essenciais para o entendimento e identificação dos microambientes e dos bioindicadores paleoclimáticos.

É importante frisar que, em habitats terrestres, os microclimas podem ter pouca relação com os padrões climáticos em grande escala. Por outro lado, dois organismos que vivem a apenas alguns centímetros um do outro podem habitar ambientes físicos radicalmente diferentes, úmido ou árido, quente ou frio, exposto ou protegido do vento. Nesse contexto é pertinente ressaltar que várias espécies e tipos funcionais de plantas, devido às suas necessidades climáticas específicas e às suas distintas capacidades de tolerância ao estresse climático, proporcionam indicações das alterações relevantes ao clima.

A presença de espécies de cactáceas em paisagens de ocorrência de areais, e em especial na área de estudo desta tese, retrata a característica bioindicadora deste táxon quanto aos aspectos climáticos pretéritos. Estas se constituíram ao longo do seu processo evolutivo, como um conjunto de espécies que, na sua relação com as particularidades geológicas atuais, apresentaram uma extrema amplitude modulativa (resposta fisiológica). Tal característica as possibilitou existirem mesmo com as alterações climáticas presenciadas durante o Pleistoceno/Holoceno, constituindo-se em **palimpsestos** geológicos em áreas restritas, refletindo, de certa forma, a maneira como cada táxon se distribuiu, remontando a história destes relictos.

Reiteramos que, a idéia de que alterações climáticas no passado teriam contribuído para a dispersão e isolamento de ambientes favorecendo especiações e provocando endemismos, já estava presente nas hipóteses propostas por outros pesquisadores; de Darwin (Biologia) em *A origem das espécies*, aos estudos ambientais de Alexander Von Humboldt. Este teceu interessantes observações sobre a ocorrência dos *Páramos* (um tipo peculiar de vegetação que ocorre numa faixa entre a Venezuela e o Equador no alto dos Andes), relacionando que a presença desta vegetação e de seu ecossistema estiveram unidas, em um passado mais frio e seco, e que na atualidade se encontram condicionadas à altitude em baixas latitudes, devido ao calor instaurado nas terras de menor altimetria, isolando assim estas vegetações. Teriam sido estas observações as idéias primordiais da Teoria dos Refúgios, suporte teórico base de nossa interpretação.

A identificação das **paisagens relictas** na área de estudo foi viabilizada, a partir da integração das informações produzidas pelo diálogo coletivo com os biólogos (análise fitossociológica e interpretações ecológicas), utilização da técnica de análise

microclimática, construção/identificação das cinco unidades de paisagens no transecto e com a caracterização das condições ambientais das respectivas unidades de paisagem.

Essa construção nos possibilitou afirmar que, no perfil estudado, existem cinco pontos com substratos que podem ser agrupados em função de dois aspectos: dois pontos com superfície basicamente mineral (P2 e P3) e três pontos com cobertura vegetal (P1, P4 e P5).

A aplicação da técnica microclimática e a identificação das espécies pela análise fitossociológica e ecológicas permitiu constatar que os diferentes aspectos e condições microclimáticas resultam de uma funcionalidade que decorre da presença ou ausência de umidade proveniente, dentre outras origens, da circulação hídrica superficial e subsuperficial.

Os pontos P2 (associado a um solo de aspecto arenoso) e P3 (substrato predominantemente pedregoso), ambos com superfície predominantemente mineral, apresentam uma maior variação da temperatura ao longo do dia concentrando, portanto, mais energia longa na superfície, o que resulta numa maior liberação de calor junto à camada de ar adjacente. P2, mais detalhadamente, é uma unidade com sedimentos expostos, com a presença de areal, que apresenta algumas espécies do grupo das lenhosas e mirtáceas com formação de xilopódio e algumas células de vegetação campestre. A presença de fragmentos de vegetação (alternados com outras espécies) além das cactáceas permite-nos perceber a existência de espécies adaptadas às condições micro ambientais mais secas.

Já na unidade de paisagem P3, evidenciamos um maior número de cactáceas, além da presença de Bromeliáceas Heliófitas. A existência dessas espécies indica escassez hídrica e a umidade que lhes dá sustentação é retirada do interior do solo ou da rocha. O substrato rochoso que domina esta unidade constitui elemento importante na manutenção dessas espécies, pois se configura em um microambiente que proporciona a escassez de água e temperaturas mais elevadas.

Referindo-se ainda a unidade de paisagem P3, efetivamente pelas suas características geoecológicas de maior temperatura e de menor umidade, apresenta-se como reduto ideal para a maior concentração de cactáceas e espécies xerofíticas. Esta se constitui no compartimento de paisagem mais singular e foi identificado como uma

unidade de **paisagem relict**.

As unidades de paisagem P₁, P₄ e P₅ são aquelas que apresentam cobertura vegetal, embora com o diferencial de estarem em posições altimétricas distintas. Destas, a unidade P₄ (área de mata) registrou valores de temperatura do ar com menor amplitude térmica ao longo do tempo em relação às demais áreas do transecto. Além disto, no inverno, a temperatura do referido ponto foi mais alta do que nas demais unidades e, a unidade registrada, juntamente com o P₁, apresentou valores mais elevados, na maior parte das coletas, comparativamente às demais. Tal fato favorece, em tempos mais atuais, o crescimento de espécies de ambientes úmidos, conforme as anteriormente registradas.

Na unidade P₄, registra-se uma cobertura constituída de espécies semidecíduas que alimentam uma cobertura superficial de serapilheira que preserva, por sua vez, nutrientes e umidade as quais favorecem uma manutenção e ampliação desde domínio de espécies úmidas. Todavia, foi observado que espécies de cactáceas são encontradas em número significativo, embora restritos a espaços específicos, onde há afloramento de rocha ou reduzida serapilheira. Estas, embora presentes, não atingem a maturidade, pois os aspectos micro ambientais como, áreas sombreadas e úmidas, além da constante ação de processos de escoamento hídrico entre setores de rochas, são preponderantes para que não concluam seu clímax fisionômico.

Salientamos ainda que a unidade P₄ possui aspectos singulares, na medida em que nela estão presentes grupos taxionômicos de cactáceas que pertencem a ambientes secos acopladas a outras espécies de porte arbóreo e arbustivo, a exemplo do gerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e da timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), com desenvolvimento associado a ambientes úmidos. Estas espécies coexistem no mesmo espaço e indicam que as paisagens de encosta com cobertura de mata, também revelam acoplamentos de espécies. Representam, efetivamente, unidades com presença de vegetação relict ou bioindicadores paleoclimáticos.

A metodologia utilizada nesta tese baseada em Bolós i Capdevila (1981) auxiliou a análise da paisagem buscando as conexões entre os elementos constituintes fundamentais e que balizaram a execução da tese – 1) escolha, mapeamento e caracterização da área de estudo; 2) análise climática, 3) levantamento qualiquantitativo de cactáceas e caracterização de espécies arbóreas e arbustivas e 4) compartimentação de

paisagens e bioindicadores, conforme já demonstramos em quadro exposto no referencial teórico. Sob esta perspectiva, a paisagem se constitui em um método que permite analisar o espaço geográfico a partir da conexão de elementos naturais em sua interação dinâmica, no tempo e no espaço.

A análise da paisagem, embora considerada complexa, tem sido apresentada, na grande maioria dos textos, de forma simplificada. Para a construção das conexões pertinentes à análise proposta promovemos escolhas de parâmetros e variáveis compatíveis com a escala de análise. Isto permitiu mais objetividade no caminho que deveria ser percorrido. As escolhas dependeram dos objetivos e das possibilidades de viabilizar as informações.

O grau de complexidade proposto por esta pesquisadora impõe limitações que se tornaram evidentes ao longo da construção desta pesquisa, desde questões intrínsecas às condições da produção do conhecimento em nosso país, passando até por aspectos operacionais e financeiros para a execução e efetivação das etapas/objetivos pospostos pela tese. Cito como exemplo, algumas limitações que pudemos observar no processo de implementação da metodologia de Bolós i Capdevila: falta de informações geológicas da área de estudo compatíveis com a escala de análise; carência de dados meteorológicos locais; escassez de recursos financeiros para a coleta de dados com a utilização de equipamentos automáticos (estações meteorológicas), ou mesmo maior frequência ao campo/área de estudos para observação e coleta de dados ambientais.

A parceria e o diálogo com os integrantes do grupo de pesquisa da UFRGS sobre a temática da arenização, sobretudo durante os trabalhos de campo, foram fundamentais na construção e produção do conhecimento de certas etapas da confecção da tese. A utilização da técnica de análise fitossociológica, por exemplo, para identificação das diferentes espécies de cactáceas e suas respectivas áreas de ocorrência no transecto, foi de suma importância para associá-las às distintas características das unidades de paisagens, as quais foram idealizadas e construídas nas etapas iniciais da tese.

O diálogo interdisciplinar com a biologia foi muito relevante para que certos processos vinculados às questões geológicas fossem melhor compreendidos e esclarecidos por nós, geógrafos. Para além da biologia que se revela fundamental nesta busca, outras interfaces foram realizadas. Estas permitiram construir um conhecimento

transversal esclarecedor de aspectos ainda não revelados no âmbito das pesquisas relativas a arenização, tema ao qual esta tese se reporta.

Em síntese esta pesquisa permite concluir que a área objeto de estudo, se revela diversa sob diferentes escalas, expondo diferentes ambientes, tanto do presente quanto do passado. Constitui-se, também, em unidades amostrais de espaços mais amplos como, por exemplo, a transformação da paisagem pampeana, desde tempos mais remotos, mais frios e secos, aos tempos mais atuais, mais quentes e úmidos. Contribui em nosso entendimento para decifrar as mudanças na paisagem ao longo do tempo e, nesse sentido, acrescentar elementos na construção da Teoria dos Refúgios. Como se fosse um palimpsesto que, mesmo apagado, muitas vezes revela o mesmo conteúdo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. **A ocorrência de paleopavimentos detríticos no Rio Grande do Sul. Dinâmica das Mudanças Morfogenéticas e Fitogeográficas em diferentes domínios da natureza no Brasil.** Comunicação à XVIII Assembléia Geral da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Penedo, Alagoas, julho 1962 (inédito).
- AB'SABER, A. Espaços Ocupados pela Expansão dos Climas Secos na América do Sul, por ocasião dos Períodos Glaciais Quaternários. **Paleoclimas** nº 3, São Paulo: USP/IG, 1977a. 19p.
- AB'SABER, A. Os domínios Morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. **Geomorfologia** nº 52. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, 1977b. 23p.
- AB'SABER, A. **Brasil: Paisagens de Exceção. O Litoral e o Pantanal Mato-Grossense - patrimônios Básicos.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2006. 182p.
- AB'SABER, A. Palimpsestos Ecológicos. **Scientific American Brasil**, São Paulo, ano 6, n.68, p. 98, jan/2008.
- ALGARVE, V. R.; CAVALCANTI, I. F. A. Características da circulação atmosférica associadas à ocorrência de geadas no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, VIII, Belo Horizonte, 1994. **Anais II.** Belo Horizonte: SBMET, 1994. P.545-547
- ALVES, F. S. M.; FISCH, G. I.; VENDRAME, I. F. Modificação do Microclima e Regime Hidrológico devido ao Desmatamento na Amazônia: estudo de um caso em Rondônia (RO), Brasil. **Acta Amazonica.** v. 29, n. 3, p. 395 – 409, 1999.
- AMODEO, W.; BEDENDO, I. A.; FRETIN, D.; SZABO, L. P. Microclima urbano no dimensionamento energético eficiente. In: FÓRUM DE PESQUISA FAUMACK, II, 2007, São Paulo. **Anais do II Fórum de Pesquisa FAU-Mackenzie.** São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007. P. 1-14.
- ANDRADE, G. O. de. Os Climas. In: AZEVEDO, A. de. **Brasil: a terra e o homem. As Bases Físicas.** Vol. 1. São Paulo: Cia. Editora Nacional, 1972. p. 409-461.
- ANDRADES FILHO, C. O. **Arenização e Tectônica - Contribuição estrutural ao estudo da gênese dos areais no sudoeste do Rio Grande do Sul.** 2007. 53f. Trabalho de Graduação – Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ANDRADES FILHO, C. de O.; GUASSELLI, L. A. ; SUERTEGARAY, D. M. A. Investigação sobre a relação entre lineamentos estruturais e a ocorrência de areais no sudoeste do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, 2007, Natal, RN. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada,** 2007. p. 243-257.
- ARAUJO, K. D.; ROSA, P. R. DE O.; ANDRADE, A. P. DE; RAPOSO, R. W. C.; PAZERA JR., E. Avaliação dos pontos de vulnerabilidade ocasionados pela ação solar numa microbacia hidrográfica no semi-árido da Paraíba. **Estudos Geográficos,** Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 66-77, Dezembro – 2005.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 8ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002. 332p.
- AZEVEDO, A.C.; KAMINSKI, J. Considerações sobre os solos dos campos de areia do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente,** Santa Maria, v.1, p.65-70, 1995.
- AZEVEDO, T. R. A distribuição espacial da chuva: um ensaio metodológico. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. de. (Org.). **Os Climas na Cidade de São Paulo: teoria e prática.** São Paulo: GEOUSP-FFLCH, 2001. P. 155-164.
- AZEVEDO, T. R. Teste piloto do mapeamento das unidades topo e/ou microclimáticas de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, V, 2002, Curitiba. **Contribuições Científico-Técnicas do V SBCG.** Curitiba: UFPR, 2002.
- BAUER, D.; WAECHTER, J.L. Sinopse taxonômica de Cactaceae epifíticas no Rio Grande do Sul, Brasil. **Acta Botanica Brasilica,** São Paulo, vol. 20, n. 1, p. 225-239, 2006.
- BELLANCA, E. T. **Uma contribuição para a explicação da gênese dos areais do Sudoeste do Rio grande do Sul.** 2002. 87p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em

Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BELLANCA, E T; SUERTEGARAY, D. M. A. Sítios arqueológicos e areais no sudoeste do rio grande do sul. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, ano 02, n. 04, p. 99 – 114, 2003.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: um esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, IG/USP, nº 13, 1972.

BEZERRA, R. B.; TRINDADE, A. G. Caracterização de parâmetros pluviométricos, térmicos do balanço hídrico climatológico e desmatamento de Porto Velho – RO. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 65-80, jan/jun 2006.

BIGARELLA, J. J.; ANDRADE-LIMA, D.; RIEHS, P. J. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Curitiba, v. 47(Supl.), p. 411-464, 1975.

BOLÓS I CAPDEVILA, M. de. Problemática actual de los estudios de paisaje integrado. **Revista de geografia**, v. 15, n. 1, p. 45-68, 1981. Disponível em <http://www.raco.cat/index.php/RevistaGeografia/article/view/45940/0> Acessado em 23-03-09.

BOLÓS I CAPDEVILA, M. **La Tendencia del paisaje integrado en geografia**. I Encuentro de Geografía: Euskal Herria-Catalunya: 27-31 abril 1982. - 2ª Ed. (1ª electrónica). - San Sebastián: Ingeba, 2006.

BOLÓS I CAPDEVILA, M. Fundamentos teóricos. In: BOLÓS i CAPDEVILA, M. (Org.). **Manual de ciencia del paisaje: teoría, métodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992. P. 3-62.

BROWING, K. A. Conceptual models of precipitation systems. **Meteorological Magazine**, Bracknell. Eng., v. 114, n. 1359, p. 293-319, 1985.

BRUXEL, J.; JASPER, A. A família Cactaceae na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, vol. 19, n. 1, p. 71-79, 2005.

CÂNDIDO, L. A. **Uma proposta Alternativa Centrada na Prática do Turismo no Município de São Francisco de Assis: em propriedades com ocorrência de areais**. 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CASTILLO, W. E. S.; GARZA, E. J. T. Impacto de la deforestación en el microclima de la subcuenca rio Corona, Tamaulipas, México. **Investigaciones Geográficas**, México, n. 47, p. 59-76, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. A Geografia Física no estudo das mudanças ambientais. In: BECKER, B. K; CHRISTOFOLETTI, A; DAVIDOVICH F. R; GEIGER, P. P. **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo/Rio de Janeiro: Hucitec e CN – UGI, 1995. P. 334-345.

COLTRI, P. P.; VELASCO, G. DEL N.; POLIZEL, J. L.; DEMETRIO, V. A.; FERREIRA, N. J. Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. In: Simpósio BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIII, 2007, Florianópolis. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: INPE, 2007. P. 5151-5157.

CORREA, I. C. S. **Analyse morphostructurale et évolution paléogéographique de la plate-forme continentale Atlantique Sud Brésilienne (Rio Grandedo Sul, Brésil)**. 1990. 314f. Tese (Doutorado) - Université de Bordeaux I, Bordeaux, France.

COSTA, E. R. da; SARTORI, M. G. B.; FANTINI, V.; WOLLMANN, C. A.; RIBEIRO, A. de A. Sucessão do Tempo e Repercussões da Onda de Frio de Julho de 2005 em Santa Maria e no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, 2007, Natal/RN. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal/RN: UFRN, 2007.

COSTA, R. C. A. Variabilidade Climática e a Geografia Humana Sofrida na Amazônia. In: SIMPÓSIO REGIONAL "SECA NA AMAZÔNIA: IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS E SOCIOECONÔMICAS", 2006, Belém do Pará. **Anais Simpósio Regional "Seca Na Amazônia: Implicações Ambientais e Socioeconômicas"**. Belém do Pará: Depto de Meteorologia/UFGA, 2006.

CPRM. **Mapa Geológico do Rio grande do Sul**. Porto Alegre: CPRM, 2008. Mapa colorido em escala 1:750.000.

CUSTÓDIO, M. A. M.; HERDIES, D. L. O jato de baixos níveis a leste da Cordilheira dos Andes - um estudo de caso. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA*, VIII, Belo Horizonte, 1994. **Anais II**. Belo Horizonte: SBMET, 1994. P.617-619.

DAVYDOVA-BELITSKAYA, V.; SKIBA, Y. N.; BULGAKOV, S. N.; MARTINEZ, A. Modelación matemática de los niveles de contaminación en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, México. Parte 1: Microclima y Monitoreo de la contaminación. **Revista Internacional de Contaminación Ambiental**, México, vol. 15, n. 2, p. 103-111, 1999.

DECHANDT, H. C. G.; KINOSHITA, F. H.; BANDO, D. H.; AZEVEDO, T. R. Desempenho térmico de habitações de favela em função do padrão construtivo - Paraisópolis - SP. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, X, 2003, Rio de Janeiro. **Temas e debates da geografia física na contemporaneidade**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito - MS**. 1998. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 1998.

DIAS, J. A região cárstica de Bonito: uma proposta de zoneamento geoecológico a partir de unidades de paisagem. **Revista Ensaios e Ciências**, Campo Grande - MS, v. 4, n. 1, p. 9-43, 2000.

DUARTE, D. H. S.; SERRA, G. G. Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e propostas de um indicador. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20, abr/jun 2003.

ELY, D. F. Caracterização do ambiente microclimático do campus da Universidade Estadual de Londrina (PR) na situação de inverno do ano de 1999. **Geografia**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 143-150, jul./dez. 2000.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, S. R.; BERLATO, M. A.; OLIVEIRA, A. C. B. Alterações na temperatura e umidade relativa do ar provocadas pelo uso de estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.1, p.51-62, 1993.

FÁVERO, O. A.; NUCCI, J. C.; BIASI, M. Mapeamento da vegetação e usos das terras da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó/SP. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 13, n. 13, p. 47-57, 2003.

FERNANDES, K. A.; SATYAMURTY, P. Cavados invertidos na região central da América do Sul. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA*, VIII, Belo Horizonte, 1994. **Anais II**. Belo Horizonte: SBMET, 1994. P.93-94.

FIGUEIRÓ, A. S. **Mudanças ambientais na interface floresta cidade e propagação de efeito de borda no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro**. 2005. 400f. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASHI, H. Balanço de energia em soja irrigada e não irrigada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.403-410, 1991a.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; BERGAMASHI, H. Balanço de radiação em soja em região subtropical do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.411-418, 1991b.

FREITAS, E. M. de. **Arenização e Fitossociologia da vegetação de campo no município de São Francisco de Assis, RS**. 2006. 139f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. Caracterização microclimática dos manguezais da Barra do Ribeira-Iguape/SP e suas relações com os aspectos fisionômicos da vegetação. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, nº 20, p. 79-100, 2006.

GEIGER, R. **Manual de Microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo**. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961. 556 p. (Tradução de Ivone Gouveia e Francisco C. Cabral)

GOMES, M. B.; KLAMT, E. Evidências Paleoclimáticas em Solos do RS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA*, XXVIII, 1974, Porto Alegre. **Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia**. Porto Alegre: Soc. Bras. Geologia, 1974. V. 3. P. 183-193.

GONÇALVES, C. W. P. **Amazônia, Amazônias**. Coleção Caminhos da Geografia São Paulo: Editora Contexto, 2001. 178p.

- GRIMM, A. M. **Influência remota de fontes tropicais anômalas de calor**. 1992. 216f. Tese (Doutorado) - Instituto Astronômico e Geofísico/USP, São Paulo.
- HAFFER, J. Distribution of Amazon Forest Birds. **Science**, Washington, n. 165, p. 131-137, 1969.
- HAFFER, J. Ciclos de tempo e indicadores de tempos na história da Amazônia. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 6, n. 5, junho de 1992.
- HASENACK, H. **Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS**. 1989. 108f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Curso de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HASENACK, H.; FERRARO, L. W. Aspectos do clima de Porto Alegre. In: ZURITA, M. L. L.; TOLFO, A. M. (Org.). **A qualidade do ar em Porto Alegre**. Porto Alegre: SMAM, 2000. P. 16-27.
- HASENACK, H.; FLORES, F. E. V. Relações entre a temperatura do ar e variáveis do ambiente urbano de Porto Alegre. **Pesquisas em Geociências (UFRGS)**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 12-16, 1994.
- HASENACK, H.; FLORES, F. E. V. O ambiente urbanizado e o clima urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, v. 19, p. 57-70, 1995.
- HASENACK, H.; ROCHA, G. L.; FERRARO, L. W. Mapa do clima urbano. In: MENEGAT, R., PORTO, M. L., CARRARO, C. e FERNANDES, L. A. D. (Coord.) **Atlas Ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. P. 149-150.
- HUMBOLDT, A. V. Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo. In: MENDOZA, J. G.; JIMENEZ, J. M.; CANTERO, N. O. (Orgs.). **El pensamiento geográfico. Estudio Interpretativo y Antología de Textos (De Humboldt a las tendencias radicales)**. Madrid: Alianza Editorial, 1982. p. 159-167.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.
- IZQUIERDO, L. O.; GARCIA, L. S.; VILLAR, A. G. El microclima urbano de Logroño en invierno: un modelo especial de comportamiento higratérmico. **Cuadernos I. Geografica**, Logroño, n. 24, p. 89-106, 1998.
- JESUS, S. C. de; BRAGA, R. Análise espacial das áreas verdes urbanas da estância de Águas de São Pedro – SP. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 16, p. 207- 224, out/2005.
- KIPNIS, R.; CALDARELLI, S. B.; OLIVEIRA, W. C. de Contribuição para a cronologia da colonização amazônica e suas implicações teóricas. **Revista de Arqueologia**, n. 18, p. 81-93, 2005.
- KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Solos suscetíveis a erosão eólica e hídrica na região da campanha do Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, nº11, p. 71-80, 1995.
- KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A. Eventos Oscilação Sul - El Niño: características, evolução e anomalias de precipitação. **Ciência e Cultura**, v. 36, n. 11, p. 1888-1889, 1984.
- KOUSKY, V. E.; ROPELEWSKI, C. H. Extremes in the Southern Oscillation and their relationship to precipitation anomalies with emphasis on the South America region. **Rev. Brasileira de Met.**, v. 4, p. 351-363, 1989.
- MACIEL FILHO, C. F.; MENEGOTTO, E.; SARTORI, P. L. **Geologia do Município de São Francisco de Assis - RS**. Santa Maria: Centro de Estudos Básicos, Depto. Geociências, UFSM, 1971. 28p.
- MADAZIO, V. L. M.; BERNINI, C. I.; SAMORA, P. R.; FERNANDES, P. B.; AZEVEDO, T. R. Avaliação do conforto térmico de uma escola de lata. In: X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2003, Rio de Janeiro. **Temas e debates da geografia física na contemporaneidade**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003. V. 1.
- MARCHIORI, J. N. C. Areas no sudoeste do Rio Grande do Sul: elementos para uma História Natural. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria-RS, n. 05, p. 65-89, 1992.
- MARCHIORI, J. N. C.; ELESBÃO, L. E. G.; ALVAREZ FILHO, A. O Palmar de Coatepe. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 11, p. 93-104, 1995.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo/SP: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

- MONTEBLANCO, F. L.; GOBO, J. P. A.; SARTORI, M. G. B. Estudo do (Des)Conforto Térmico em Casas Noturnas de Santa Maria - RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, 2007, Natal/RN. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal/RN: UFRN, 2007.
- MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, ano XXXI, nº 57, p. 29-44, 1962.
- MONTEIRO, C. A. F. Sobre a análise geográfica de seqüências de tipos de tempo. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, ano XXXII, nº 58, p. 169-179, 1963.
- MONTEIRO, C. A. F. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação climática. **Revista Geográfica**, Rio de Janeiro, ano XXXIII, nº 61, p. 59-69, 1964.
- MONTEIRO, C. A. F. Clima. In: **Geografia do Brasil. Grande Região Sul**. V. 4, Tomo I. Rio de Janeiro: IBGE, 1968. P. 114-166.
- MONTEIRO, C. A. F. A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil. In: **Série Teses e Monografias**, nº 1. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969.
- MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas de atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. In: **Climatologia**, nº 1. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.
- MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano. **Série Teses e Monografias**, nº 25. São Paulo: USP/IGeog, 1976. 181p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas a história de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2000. 127p.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A. **Clima urbano**. São Paulo: Editora Contexto, 2003. 192p.
- MONTEIRO, M. B. C. A.; AZEVEDO, T. R. de. Comparação do perfil vertical da temperatura e da umidade relativa do ar em fragmentos de mata atlântica no interior e arredores da cidade de São Paulo, SP. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 3, n. 2, p. 01-13, Dezembro – 2005.
- MONTEZUMA, R. de C. M. **Produção e reabilitação funcional do piso florestal em clareira de deslizamento: Parque Nacional da Tijuca, Rio de Janeiro**. 2005. 290f. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, Rio de Janeiro.
- NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil. Região Sul**. V. 5. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p. 35-79.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421p.
- NUNES, J. O. R. **A Pesquisa em Geomorfologia como Prática Acadêmica: a Arenização em São Francisco de Assis**. 1990. 91f. Trabalho de Graduação - curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas na América do Sul e convecção na Amazônia**. 1986. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - INPE, São José dos Campos.
- OLIVEIRA FILHO, E. C. **Introdução à Biologia Vegetal**. 2 ed. São Paulo: EDUSP, 2003. 267 p.
- PASSOS, M. M. dos. **Teledeteção aplicada ao estudo da paisagem: sudoeste de Mato Grosso**. 1996. Tese (Livre Docência em Geografia) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.
- PASSOS, M. M. Das potencialidades à evolução paisagística no noroeste do Paraná: uma aproximação. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 173-204, jan/jun 2006.
- PATUSSI, V.; SARTORI, M. G. B.; SILVEIRA, E. F. G.; FERRO, T. M.; SANTOS, D. L.; ANSUJ, A. A influência da ilha de calor e dos diferentes tipos de tempo na prática de atividades físicas dos clientes de academia de ginástica na cidade de Santa Maria, RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, V, 2002, Curitiba. **Contribuições Científico-Técnicas do V SBCG**. Curitiba: UFPR, 2002.
- PEDELABORDE, P. **Introduction a L'Étude Scientifique du Climat**. Paris: Société D'Édition D'Enseignement Supérieur, 1970. 244p.

- PIRES DA SILVA, L. A. **Narrativas das percepções e conectividades de caminhantes nas paisagens dos areais pampeanos: perspectivas ambientais para geração de ambiências**. 2008. 155f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRGS, Porto Alegre.
- QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. D. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n.1, p. 109-118, 2002.
- RAMBO, B. Migration Routes of the South Brazilian Rain Forest. **Pesquisas**, Porto Alegre, v. 12, p.5-54, 1961.
- RAO, V. B., HADA, K. Annual variation of rainfall over Brazil and atmospheric circulation over South America. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, VIII, Belo Horizonte, 1994. **Anais II**. Belo Horizonte: SBMET, 1994. P. 81-84
- REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. São Paulo: Manole, 2004. 478p.
- RIBEIRO, A. de A.; WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. G. B. Ritmo das Temperaturas na Região de Santa Maria-RS no Período de 1969-2005: Uma Análise de Tendência. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, 2007, Natal/RN. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Natal/RN: UFRN, 2007.
- RIBEIRO, A. G. **Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava - PR**. 1989. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- RIBEIRO, J. G. P.; REIS, R. J. Estudo do Microclima de Contagem: análise e caracterização. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 14, n. 23, p. 115-126, 2º sem. 2004.
- RIZZINI, C. T. Cactáceas: os segredos da sobrevivência. **Ciência Hoje**, SBPC, Rio de Janeiro, Volume Especial Eco-Brasil, p. 62-72, maio de 2002.
- ROPELEWSKI, C. R.; HALPERT, S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Mon. Weather Rev**, v. 115, p. 1606-1626, 1987.
- ROSSATO, M. S. **O registro da precipitação sul-rio-grandense a partir de estudos paleoclimáticos na América do Sul Tropical**. 2002. 80 f. Dissertação (mestrado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre.
- ROSSATO, P. S.; SARTORI, M. G. B.; BINOTTO, J. Gênese e frequência dos episódios de ondas de calor na região central do Estado do Rio Grande do Sul. In: ENCONTRO ESTADUAL DE GEOGRAFIA, XXVII, 2007, Santa Maria/RS. CD-ROM de **Anais do XXVII Encontro Estadual de Geografia**. Santa Maria/RS: Centro Universitário Franciscano, 2007.
- ROSSI, M.; QUEIROZ NETO, J. P. de. Relações solo/paisagem em regiões tropicais úmidas: o exemplo da Serra do Mar em São Paulo, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v. 14, p. 11-23, 2001.
- SANTOS, A. da S. dos; CARVALHO, M. de A.; SANTOS, T. M. dos; FREITAS, A. G. Caracterização da Flora de Montanha Quaternária com Base em Estudos Palinológicos da Bacia da Foz do Amazonas, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.63, n.3, p.425-436, jul./set.2005.
- SARTORI, M. G. B. **O clima de Santa Maria: do regional ao urbano**. 1979. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SARTORI, M. G. B. **Clima e Percepção**. 2000. 227f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SARTORI, M. G. B. A tempo-sensitividade ao vento norte entre alunos de escola de ensino fundamental e médio da cidade de Santa Maria - RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VI, 2004, Aracaju. **Diversidades Climáticas**. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2004.
- SARTORI, M. G. B.; WOLLMANN, C. A.; RUOSO, D.; COSTA, E. R. da. Jovens e crianças excepcionais e tempo-sensitividade ao Vento Norte e à chuva em São Sebastião do Cai/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VII, 2006, Rondonópolis/MT. CD-ROM **Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Rondonópolis/MT: Universidade Federal do Mato Grosso, 2006.
- SATYAMURTY, P.; NOBRE, C. A.; DIAS, P. S. South America. American Meteorological Society. Meteorology of the Southern Hemisphere. **Meteorological Monograph 1**, Boston, v. 27, p. 119-139, 1998.

SAYDELLES, A. P.; SARTORI, M. G. B.; PATUSSI, V.; SILVEIRA, R. D.; ROSSATO, P. S. . O conforto térmico no bairro Nossa Senhora das Dores/Santa Maria-RS: um estudo de insolação direta. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VI, 2004, Aracaju. **Diversidades Climáticas**. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2004.

SECRETARIA DE COORDENAÇÃO E PLANEJAMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto conservação da biodiversidade como fator de contribuição ao desenvolvimento do estado do Rio Grande do Sul. Diagnóstico das áreas prioritárias**. 2005. Disponível em: <http://biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/diagnosticoareaprioritaria.pdf>. Acessado em 30 de março de 2009.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Lista das espécies da flora ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul**. 2002. Disponível em: <http://sema.rs.gov.br/sema/html/especextrs.html>. Acessado em 19 de agosto de 2008.

SELLERS, W. D. **Physical Climatology**. Chigaco: The University of Chicago Press, 1965. 272 p.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, H. Alterações Microclimáticas em Ambientes de Favela: metodologia de avaliação empregada na favela de Paraisópolis – São Paulo, Brasil, 2003. **GEOUSP - Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 18, p.171-186, 2005.

SILVA E. N.; RIBEIRO H. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, vol. 40, n.4, p. 663-70, 2006.

SILVA, M. C.; QUEIROZ, J. E. R. de; ARAÚJO, K. D.; PAZERA JR., E. Condições ambientais da Reserva Ecológica Estadual da Mata Pau Ferro, Areia - PR. **Geografia**, Londrina, v. 15, n. 1, p. 51-63, jan/jun 2006.

SILVA, R. G. da C.; FERREIRA, C. de C. M. Estudo biogeográfico das áreas verdes e da arborização ligada ao sistema viário na região central da cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 8, n. 22, p. 143-153, set/2007.

SILVA, R. R. da; SARTORI, M. G. B.; PATUSSI, V.; ROSA, J. L. da; ROSSATO, P. S.; SILVEIRA, R. D.; SOUZA, G. S.; VIEIRA, H. R. N. Gênese e conseqüências do vendaval ocorrido no dia 11 de setembro de 2002 na cidade de Santa Maria-RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VI, 2004, Aracaju. **Diversidades Climáticas**. Aracaju: Universidade Federal de Sergipe, 2004.

SILVEIRA NETO, F. H. da. **O Palimpsesto do Tempo**. Disponível em: <http://www.fernandohenriquedasilveiraneto.com/Artigos/palimpsestotempo.pdf>. Acessado em 14 de abril de 2009.

SORRE, M. **Traité de climatologie biologique et médicale**. Paris: Piery Masson et Cie Éditeurs, 1934.

SORRE, M. Objeto e Método da Climatologia. **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, v.18, p. 89-94, 2006. Traduzido pelo Prof. Dr. José Bueno Conti. Departamento de Geografia/ FFLCH/USP.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**, nº 16. , São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1977. 51p.

STRAHLER, A. N. **Geografia Física**. 7ª Edição. Barcelona: Ediciones Omega S.A, 1984. 767p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS – UFRGS, 2002. 126 p.

SUERTEGARAY, D. M. A. **A Trajetória da Natureza: um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí - RS**. 1987. 243 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto Grande do Sul: controvérsia**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1992. 84p.

SUERTEGARAY, D. M. A. **Deserto Grande do Sul: controvérsia**. 2ª Ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1998. 74p.

SUERTEGARAY, D. M. A. Geomorfologia, Interfaces e Transdisciplinaridade: a arenização como tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 101-107, 2005.

SUERTEGARAY, D. M. A.

SUERTEGARAY, D. M. A. Erosão na Região dos Campos Sulinos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSIÃO, 8º, 2009, São Paulo/SP. **Anais do 8º Simpósio Nacional de Controle de Erosão**. São Paulo: ABGE, 2009. P. 1-30 (no prelo).

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; ANDRADES FILHO, C. de O. Influencia morfoestructural en la génesis de los procesos de arenización en Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Geografía Norte Grande**, v. 39, p. 59-72, 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; VERDUM, R. (Orgs.); BASSO, L. A.; MEDEIROS, R. M. V.; MARTINS, R.; ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; BERTÊ, A. M. de A. **Atlas da Arenização Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria da Ciência e Tecnologia Governo do Estado do RS, 2001. 84 p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; MOURA, N. S. V.; NUNES, J. O. R. São Francisco de Assis e Alegrete: Uma Análise Geomorfológica da Ocorrência de Areais. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, III, 1989, Nova Friburgo, Rio de Janeiro. **Anais do III Simpósio de Geografia Física Aplicada**. Nova Friburgo: UFRJ, 1989. P. 384-397.

SUERTEGARAY, D. M. A.; VERDUM, R.; BELLANCA, E. T.; UAGODA, R. E. S. Sobre a gênese da arenização no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Terra Livre**, Goiânia, v. 1, n. 24, p. 135-150, 2005.

TARIFA, J. R. O ritmo e a prática do estudo dos climas em São Paulo (1970-2000). In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. de. (Org.). **Os Climas na Cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP-FFLCH, 2001. P.11-33.

TARIFA, J. R. **Os climas nos Maciços litorâneos da Juréia –Itatins: um ensaio de ritmanálise**. 2002. 477p. Tese (Livre Docência em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. As Unidades Climáticas Urbanas da Cidade de São Paulo: os climas e a (re) produção do espaço nas metrópoles. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 8º, 2001, Santiago. **Anais do 8º Encuentro**. Santiago: USC, 2001a.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os Climas Urbanos. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. de. (Org.). **Os Climas na Cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP-FFLCH, 2001b.p. 47-70.

TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. **Os climas da cidade de São Paulo: teoria e prática**. São Paulo: GEOUSP-FFLCH, 2001. 39p.

TRINDADE, J. P. **Processos de Degradação e Regeneração da Vegetação Campestre do Entorno dos Areais do Sudoeste do Rio Grande do Sul**. 2003. 125f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre.

TROLL, C. El paisaje geográfico y su investigación. In: MENDONZA, J. G.; JIMENEZ, J. M.; CONTERO, N. (Orgs.). **El pensamiento geográfico. Estudio interpretativo y antología de textos (De Humboldt a las tendencias actuales)**. Madrid: Alianza Editorial, 1982. P. 366-371.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. **Meteorologia descritiva – fundamentos e aplicações brasileiras**. São Paulo: Nobel, 1980.

UAGODA, R. E. S. **Degraus de abatimento: estudo comparativo em cabeceiras de drenagem: bacia hidrográfica do Arroio Puitã e bacia hidrográfica das nascentes do Rio das Antas/RS**. 2004. 93 f. Trabalho de Graduação - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VANZOLINI, P. E. Zoologia Sistemática, Geografia e Origem das Espécies. **Série teses e Monografia** n. 3. São Paulo: Instituto de Geografia USP, 1970. 56p.

VEIGA, P.; MEDEIROS, E. S. R.; SUERTEGARAY, D. M. A. Gênese dos campos de areia no município de Quaraí- RS. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO- ABEQUA, I, Porto Alegre, 1987. **Anais do I Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário**. Porto Alegre: ABEQUA, 1987. P. 367-377.

VERDUM, R. **Approche Geographique dès deserts dans les Communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil.** 1997. Tese (Doutorado) - Université de Toulouse-Le-Mirail, UFR de Géographie et Aménagement, Toulouse.

VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações.** Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa, 1996.

VIEIRA, A. R. R.; SUERTEGARAY, C. E. de O.; HELDWEIN, A. B.; MARASCHIN, M.; SILVA, A. L. da. Influência do microclima de um sistema agroflorestal na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis St. Hil*). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 91-97, 2003.

WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. G. B.; RIBEIRO, A. de A.; COSTA, E. R. da. A Circulação Atmosférica Regional e a Gênese dos Principais Tipos de Sucessão do Tempo Identificados no Verão no Rio Grande do Sul: Análise de Três Casos Típicos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, XII, 2007, Natal/RN. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** Natal/RN: UFRN, 2007.

WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. G. B.; RUOSO, D.; COSTA, E. R. da. A análise dos doze dias de janeiro: o conhecimento empírico como subsídio à previsão do tempo a longo prazo no Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, VII, 2006, Rondonópolis/MT. **CD-ROM Anais do VII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica.** Rondonópolis/MT: Universidade Federal do Mato Grosso, 2006.

Anexo A

Tabela com os dados diários coletados para o ano experimental (2006/2007)

Data	Temperatura			Precipitação acumulada	Umidade relativa		Pressão Atmosférica			Direção do vento			Massas de Ar	Nebulosidade 12:00
	Minima média	Máxima média	Média		12:00	18:00	00:00	12:00	18:00	00:00	12:00	18:00		
1/7/2006	16.4	19.6	18	0	98	70	1010.7	1010.5	1009.2	WNW	WNW	NNW	mp	enc
2/7/2006	13.3	22.1	17.7	0	100	90	1010.6	1012.7	1011.3	NW	NW	NW	mp	enc
3/7/2006	14.1	21.7	17.9	0	98	75	1012.3	1012.2	1009.4	WNW	NW	WNW	mp	1/2 enc
4/7/2006	18.4	21.3	19.85	0	98	70	1009	1009.2	1007.9	N	NNW	S	mp	1/2 enc
5/7/2006	18.7	22.9	20.8	0	95	68	1008.7	1009.8	1007.6	NW	ESE	NW	mp	limpo
6/7/2006	19.1	21.2	20.15	0.2	99	76	1008.3	1009.5	1006.7	NNW	WNW	NW	mp	limpo
7/7/2006	21.7	22.7	22.2	0	93	53	1007.1	1005	1000.8	WNW	SW	SW	mtc	1/4 enc
8/7/2006	21.1	24.9	23	0	51	51	999	996.6	993.4	NW	S	ESE	mtc	limpo
9/7/2006	13	22.6	17.8	1.3	79	52	990.7	1002.6	1003.1	NW	NNE	N	mp	enc
10/7/2006	13.1	24.9	19	0	94	50	1004.6	1008.2	1005.1	W	W	NW	mp	enc
11/7/2006	17	24.3	20.65	0	95	79	1005.6	1003.4	1000	NW	WNW	WNW	mp	1/4 enc
12/7/2006	25.9	26.5	26.2	0	49	41	1001.6	999.2	998.3	NW	S	S	mp	limpo
13/7/2006	23.5	26.2	24.85	0	42	38	1000	1002.6	1002.3	NNE	S	N	mp	limpo
14/7/2006	13.3	22.9	18.1	7.8	98	98	1004	1011.1	1011.1	WNW	NW	NNW	mp	limpo
15/7/2006	14.8	26.3	20.55	21.4	95	85	1014	1015.8	1014.2	W	WNW	WNW	mp	limpo
16/7/2006	15.4	28.1	21.75	5.2	98	92	1013.9	1012.6	1010	SE	SW	SE	mp	1/2 enc
17/7/2006	14.6	22.8	18.7	6.4	98	84	1011.6	1012	1009.8	NNW	N	N	mp	limpo
18/7/2006	15.2	26.8	21	0	96	58	1009.2	1007.6	1005.2	WNW	NE	SW	mp	1/2 enc
19/7/2006	15.4	26	20.7	0	89	53	1004.7	1006.3	1004.2	WNW	SE	E	mp	limpo
20/7/2006	14.6	27.2	20.9	0	91	42	1005.1	1005.4	1001.5	SSE	SW	NW	mp	1/4 enc
21/7/2006	19.8	28.6	24.2	0	62	41	1001.5	1002.2	999.1	W	NE	NW	mp	1/4 enc
22/7/2006	22.1	30	26.05	0	47	31	999.4	998.7	997.5	NE	N	NE	mp	limpo
23/7/2006	17.8	22.7	20.25	0	86	82	996.8	1001.6	1000.3	WNW	N	E	mp	limpo
24/7/2006	15.2	20.7	17.95	4.9	96	86	1002.3	1003.1	1000.8	WNW	E	E	mtc	1/2 enc
25/7/2006	17.2	22.3	19.75	1.1	98	96	1000.6	999.8	998	SSE	NE	S	mp	enc
26/7/2006	17.8	22.6	20.2	27.4	94	96	997.5	999.4	998.6	N	NE	NE	mp	1/2 enc
27/7/2006	18.8	22.7	20.75	30.2	88	60	997.1	994.7	992.6	NNW	SE	NW	mp	1/4 enc
28/7/2006	13.7	22.1	17.9	0.3	86	49	997.5	1005.4	1003.4	NW	N	E	mp	1/2 enc
29/7/2006	9.1	22.8	15.95	0	83	58	1005.2	1011.4	1011.1	NW	N	NE	mp	1/2 enc
30/7/2006	7.3	21.6	14.45	0	84	45	1013.9	1016.6	1015.6	SE	N	SW	mp	limpo
31/7/2006	4.6	8.8	6.7	0	83	56	1016.2	1017.5	1015.2	N	NW	N	mp	limpo
1/8/2006	3.4	9.8	6.6	0	93	49	1016	1017.9	1013.2	N	NW	NNW	mp	limpo
2/8/2006	3	11.4	7.2	0	94	53	1016.3	1016.8	1012.6	N	WNW	NW	mp	limpo
3/8/2006	8.2	14	11.1	0	97	71	1012.2	1010.7	1008	WNW	WNW	NW	mp	limpo
4/8/2006	10.1	15.6	12.85	0	97	89	1009.4	1007.4	1004	NW	WNW	NW	mp	1/4 enc
5/8/2006	12.6	18.4	15.5	0	96	74	1003.6	1005	1001	WNW	NW	N	mp	limpo
6/8/2006	14.8	18.1	16.45	7.6	98	82	1002.8	1004.6	1000.6	N	WNW	NW	mp	limpo
7/8/2006	16.1	29.4	22.75	0	100	36	1001	1007.8	998.6	WNW	S	NW	mtc	1/4 enc
8/8/2006	23.6	31.8	27.7	0	37	36	999.5	998.6	995.4	N	N	N	mtc	1/4 enc
9/8/2006	26.8	29.4	28.1	0	38	38	994.7	993.4	991.1	N	N	N	mtc	enc

10/8/2006	14	15.8	14.9	32	93	56	997	1006.8	1005	NE	SW	NW	mp	limpo
11/8/2006	12.1	16.1	14.1	3.3	94	86	1004	998.3	996.6	WNW	WNW	WNW	mp	enc
12/8/2006	15.7	25.4	20.55	2.7	92	62	998.4	998.3	995.9	W	SSW	NW	mtc	1/4 enc
13/8/2006	20.9	25.6	23.25	0	61	74	997.4	997.8	996.3	NW	NW	NW	mtc	1/4 enc
14/8/2006	19.8	22.1	20.95	0	37	79	996.4	992.4	993.8	NW	E	NNE	mtc	enc
15/8/2006	14.1	16.9	15.5	6.5	93	83	997.9	1004.7	1003.2	N	NW	NW	mp	1/4 enc
16/8/2006	11.6	13.6	12.6	13.8	91	71	1005.9	1008.4	1007	NW	N	NNW	mp	1/4 enc
17/8/2006	9.9	14.4	12.15	0.2	84	70	1009.8	1011.8	1009.2	N	NW	NW	mp	limpo
18/8/2006	11.3	13.7	12.5	1.2	93	63	1010.4	1009.9	1008.8	N	NNE	NE	mp	1/4 enc
19/8/2006	7.8	13.5	10.65	0	92	36	1009.8	1008.4	1004.7	W	E	NE	mp	enc
20/8/2006	9.4	14.2	11.8	0	64	53	1004.8	1008	1009.5	SSE	ENE	N	mp	1/4 enc
21/8/2006	5.6	10.2	7.9	0	76	46	1012.2	1016.3	1013.4	NE	N	N	mp	limpo
22/8/2006	4	15.3	9.65	0	91	35	1013.8	1011.8	1007.8	N	SSE	S	mp	limpo
23/8/2006	10.5	18.9	14.7	0	73	34	1007.2	1008.2	1006.8	SE	ESE	SW	mp	limpo
24/8/2006	11.8	20.4	16.1	0	85	47	1007.1	1007.8	1003.9	E	W	NW	mp	limpo
25/8/2006	12.7	25.5	19.1	0	65	32	1003.5	1002.6	998.3	NW	SSW	SW	mtc	limpo
26/8/2006	17.8	18.5	18.15	2.1	96	66	997.8	996.8	991.2	NW	SE	SSE	mtc	enc
27/8/2006	13.2	15.2	14.2	3.8	93	64	992.6	1002.2	1002.7	NE	NNE	NNE	mp	1/2 enc
28/8/2006	8.7	15.2	11.95	0	84	32	1006.4	1010.8	1010.6	NNE	SE	SE	mp	limpo
29/8/2006	8	14.1	11.05	0	78	42	1013.8	1016	1013.5	N	SW	WNW	mp	limpo
30/8/2006	7.3	16.4	11.85	0	79	48	1012.7	1011.1	1005.4	NW	WSW	WNW	mp	enc
31/8/2006	13.6	19.6	16.6	2.4	84	52	1006	1002.7	999.2	NW	WNW	NNW	mp	limpo
1/9/2006	14.9	19.6	17.25	0	100	70	1000.6	999.9	994.2	NNW	NW	NW	mtc	enc
2/9/2006	9.8	16.4	13.1	18.2	93	81	996.4	996	997.4	E	E	E	mp	enc
3/9/2006	8.5	12.2	10.35	0.9	69	43	1002.6	1007.5	1006.3	NE	NE	NNE	mp	1/4 enc
4/9/2006	5.7	10.3	8	0	72	57	1009	1013.9	1013.4	ENE	E	NE	mp	1/4 enc
5/9/2006	4.1	11.4	7.75	0.1	72	48	1016.7	1018.3	1017	N	NW	NNW	mp	limpo
6/9/2006	4.9	14.4	9.65	0	85	74	1017	1018	1012.8	NNW	WNW	NW	mp	limpo
7/9/2006	8.4	17.8	13.1	0	80	48	1011.9	1011.1	1006.4	WNW	WSW	NW	mp	limpo
8/9/2006	10.8	19.4	15.1	0	84	73	1005.5	1004	1002.8	WNW	SW	S	mtc	enc
9/9/2006	16.4	19.3	17.85	39.6	94	61	1002.7	1004	1002.2	WNW	NE	NNE	mp	enc
10/9/2006	12.8	23.1	17.95	0	89	42	1006.2	1006.2	1001.9	N	SSW	SW	mp	limpo
11/9/2006	21.6	28.3	24.95	0	62	47	1001.4	1001.6	998.3	S	SSE	SSE	mp	limpo
12/9/2006	20.8	22.8	21.8	0	76	67	999.5	1001.4	1000.4	SE	NE	N	mtc	limpo
13/9/2006	11.6	15.6	13.6	14.4	95	89	1005	1003.9	998.2	NW	E	E	mtc	enc
14/9/2006	15.2	20	17.6	4.4	89	81	998	997.5	996.6	E	NE	S	mtc	1/2 enc
15/9/2006	16.8	19.4	18.1	65.4	96	50	998.8	1002.3	1003.1	E	NNE	N	mtc	1/2 enc
16/9/2006	12.1	17.1	14.6	0	98	41	1007.2	1011.2	1007.6	NNW	WNW	WNW	mp	1/2 enc
17/9/2006	10.8	19.2	15	0	79	58	1008.2	1008.8	1004.7	NW	NNW	NW	mp	limpo
18/9/2006	13.3	21.8	17.55	0	98	56	1006.6	1008.4	1005.8	E	W	NW	mp	limpo
19/9/2006	14.6	22.7	18.65	0	98	58	1005	1003.6	999.5	NNW	WNW	WNW	mtc	1/2 enc
20/9/2006	17.2	18.9	18.05	0	81	90	999.1	998.3	997.6	NW	NNW	N	mtc	enc
21/9/2006	15.2	19.5	17.35	8.9	89	71	1000.2	1002.8	1002	ENE	NW	WNW	mtc	limpo
22/9/2006	15.4	25.4	20.4	0	92	44	1002	1003.5	998.4	WNW	SE	S	mtc	1/4 enc
23/9/2006	16.7	19.8	18.25	0	75	50	997.8	1002.6	1004.6	ESE	NNW	N	mp	1/4 enc
24/9/2006	12.3	15.8	14.05	0	65	48	1006.2	1011.5	1008.4	N	NNW	N	mp	1/4 enc
25/9/2006	9.5	19.3	14.4	0	79	37	1009.4	1013	1009.8	N	WNW	NW	mp	limpo
26/9/2006	12.3	21.4	16.85	0	78	47	1010.2	1011.1	1006.2	NW	WNW	WNW	mtc	1/4 enc

27/9/2006	14.8	23.4	19.1	0	56	54	1005.8	1007.5	1004.3	NW	W	ENE	mp	1/4 enc
28/9/2006	17.6	19.7	18.65	2.3	92	72	1004	1007.9	1006.3	NNE	N	NNW	mp	1/2 enc
29/9/2006	12.3	18.8	15.55	0	78	48	1007.9	1011.5	1007.4	NNW	NW	NW	mp	1/4 enc
30/9/2006	14	22.7	18.35	0	75	56	1008	1008.8	1004.8	WNW	WNW	NW	mtc	1/4 enc
1/10/2006	17.5	22.2	19.85	0	82	58	1004.6	1004.7	1002.3	WNW	W	SW	mp	3/4 enc
2/10/2006	17.4	24.4	20.9	0	94	55	1002.7	1003.2	1000.2	WNW	W	NW	mtc	enc
3/10/2006	17.8	28.6	23.2	0	91	61	1000.3	1001.8	998	NW	SE	SE	mtc	enc
4/10/2006	19.6	25.6	22.6	0.5	93	74	998	1000.6	995.6	N	SE	SE	mtc	enc
5/10/2006	16.9	21	18.95	39	96	92	995.4	1001	1002.7	SW	NW	N	mtc	enc
6/10/2006	12.2	19.2	15.7	11	68	57	1007.1	1007.1	1003.9	NNW	NW	WNW	mp	limpo
7/10/2006	14.9	20.9	17.9	0	93	76	1003.9	1007.5	1006.3	NW	NW	NW	mp	limpo
8/10/2006	16.3	20.4	18.35	0	82	48	1006.3	1009	1005.5	NNW	WNW	NW	mp	1/2 enc
9/10/2006	14.9	26.3	20.6	0	85	60	1005.5	1005.9	1002.4	NW	NW	NW	mp	limpo
10/10/2006	21.3	29.9	25.6	0	79	43	1002.4	1003.2	999.8	NW	SSE	NW	mtc	enc
11/10/2006	22.2	25.6	23.9	27	78	74	999.4	1001.4	1000.8	E	NE	SE	mtc	1/4 enc
12/10/2006	19.4	24	21.7	0	78	69	1000.3	1001.6	998.7	N	E	SE	mtc	1/2 enc
13/10/2006	19.6	28.4	24	0	88	67	998.4	1000.2	997	NE	SE	SE	mtc	3/4 enc
14/10/2006	23.6	33.6	28.6	0	65	46	996.4	997.5	994.4	NE	NE	SW	mtc	enc
15/10/2006	20	23.2	21.6	105.9	98	89	997	1002.4	1001.6	E	S	S	mtc	enc
16/10/2006	17.4	22.8	20.1	15.2	62	53	1006	1009.1	1006.2	SE	SE	E	mp	1/2 enc
17/10/2006	18	21.7	19.85	0	83	63	1005.4	1006.6	1003.1	SE	WNW	NW	mtc	1/2 enc
18/10/2006	16.4	21.2	18.8	0	82	68	1003.6	1002.8	1001.5	WNW	NW	WNW	mtc	1/4 enc
19/10/2006	16.2	20.7	18.45	0	84	70	1002.3	1004.8	1004	WNW	WNW	WNW	mtc	1/4 enc
20/10/2006	15.6	20.8	18.2	0	80	60	1006.6	1008.6	1007.9	NW	WNW	WNW	mtc	1/4 enc
21/10/2006	14.8	23.6	19.2	0	76	43	1008.4	1009	1005.2	WNW	NW	WNW	mtc	1/4 enc
22/10/2006	14.6	24.9	19.75	0	80	38	1005	1006.6	1004.3	N	N	WNW	mtc	1/2 enc
23/10/2006	17.1	27.6	22.35	0	79	44	1003.6	1006.3	1002.3	NE	SW	WNW	mtc	limpo
24/10/2006	19.3	29.3	24.3	0	54	39	1002.8	1004.6	1000.7	NW	SSW	SSW	mtc	limpo
25/10/2006	19.9	30.7	25.3	0	52	33	1000.3	1003.4	1000.2	SSW	SSE	ESE	mtc	1/4 enc
26/10/2006	21.7	24.6	23.15	1.8	90	63	999.9	1003.4	1002.7	SE	NW	NW	mp	1/2 enc
27/10/2006	16	22.2	19.1	0	65	52	1002.6	999.9	998.3	WNW	W	NW	mp	1/4 enc
28/10/2006	17.8	26.2	22	0	71	45	999.5	1001.6	998.7	WNW	SE	WNW	mtc	enc
29/10/2006	21.2	29.2	25.2	0	74	63	998	997.2	994.4	WNW	W	E	mtc	enc
30/10/2006	20.8	27.4	24.1	8.2	91	65	997.4	996.6	994.2	NE	NW	NW	mtc	enc
31/10/2006	22.3	24.3	23.3	0.3	92	73	995.5	998.4	995.4	WNW	WNW	NW	mtc	3/4 enc
1/11/2006	21.4	23.2	22.3	1.9	91	79	996.9	999.4	997.5	WNW	NNW	WNW	mtc	enc
2/11/2006	18.7	24.7	21.7	0	83	57	999.5	1002.3	999.6	WNW	NW	WNW	mp	1/2 enc
3/11/2006	18.2	27.4	22.8	0	90	43	999.4	1002.2	999.6	NE	NE	E	mp	enc
4/11/2006	20.4	24.4	22.4	0	64	56	1003	1004.8	1001.2	NE	NE	NE	mp	limpo
5/11/2006	20	23.2	21.6	0	71	91	1001	999.1	995	NE	E	N	mtc	1/2 enc
6/11/2006	22	24.8	23.4	43.8	91	61	992.4	991.5	996.3	NE	NW	SW	mtc	enc
7/11/2006	17.8	22.2	20	1.6	58	47	999.9	1008.6	1006	NW	SE	SE	mp	1/2 enc
8/11/2006	16.4	21.2	18.8	0	70	42	1006.2	1010	1004.7	SE	NW	NNW	mp	limpo
9/11/2006	12.4	22.4	17.4	0	58	34	1003.9	1006.4	1003.8	NW	WNW	WNW	mp	limpo
10/11/2006	13.9	24.6	19.25	0	64	32	1004.6	1007.2	1004.3	N	N	NNE	mp	limpo
11/11/2006	16.2	24.6	20.4	0	74	43	1004.2	1007.9	1005.5	N	NW	NNW	mp	limpo
12/11/2006	17.1	27.1	22.1	0	65	45	1006.7	1009	1005.4	WNW	WNW	NW	mp	enc
13/11/2006	19.7	29.2	24.45	0	52	39	1005.8	1010.2	1006.6	WNW	SW	WNW	mp	limpo

14/11/2006	19.3	30.2	24.75	0	49	24	1005.2	1005.2	1000.3	NW	SW	SW	mp	1/4 enc
15/11/2006	20.9	31.7	26.3	0	53	28	999.4	999.8	995.8	SW	SSW	SSE	mtc	enc
16/11/2006	20	29.9	24.95	0	48	31	995.6	996.4	993.8	SW	WNW	NNW	mtc	enc
17/11/2006	19.2	20.9	20.05	14.6	97	89	999.4	1001.1	997.4	W	W	N	mp	enc
18/11/2006	18.7	19.4	19.05	35.3	94	84	999.6	1003.1	1001.6	NW	WNW	NW	mp	1/4 enc
19/11/2006	17.8	19	18.4	9.2	86	82	1003.6	1005	1005.4	NW	NW	NW	mp	enc
20/11/2006	15.3	22.7	19	0.2	78	58	1006.7	1006.8	1004.2	NW	WNW	WNW	mp	1/4 enc
21/11/2006	18.2	28	23.1	0	77	61	1002.7	1003.1	1000.2	WNW	SE	S	mp	1/4 enc
22/11/2006	21.2	29.1	25.15	0	68	38	999.9	1001.8	1000.3	NE	NNE	NNW	mtc	limpo
23/11/2006	21.2	30.9	26.05	0	64	47	1000.4	1001.4	997.2	NNW	WSW	NW	mtc	enc
24/11/2006	22.7	25.2	23.95	0	75	89	995.2	997.6	1000	WNW	W	SSW	mtc	enc
25/11/2006	23.2	26.4	24.8	22.8	97	85	999.5	999.2	998.3	W	WNW	WNW	mtc	3/4 enc
26/11/2006	22.4	26.1	24.25	5.2	81	63	998.7	1002.2	1000.4	NW	WNW	WNW	mtc	3/4 enc
27/11/2006	19.4	23.3	21.35	0	75	63	1002.6	1000.3	997.2	WNW	WNW	NW	mtc	1/2 enc
28/11/2006	18.7	24.8	21.75	0	86	69	998.4	998	996.2	WNW	E	SE	mtc	enc
29/11/2006	21	27.4	24.2	0	85	59	999.5	1001.5	1000.3	SE	SE	NE	mtc	enc
30/11/2006	20	26.4	23.2	0	81	56	1002.4	1005.1	1002.7	NE	SE	WNW	mp	1/2 enc
1/12/2006	20.6	30.8	25.7	0	72	52	1002.2	1002.3	998.4	WNW	WSW	NW	mtc	1/2 enc
2/12/2006	23.7	32.2	27.95	0	51	38	998	1000.3	999	NW	SSE	NNW	mtc	1/2 enc
3/12/2006	22.8	30.7	26.75	0	61	43	998.8	999.9	997.6	SSW	N	N	mtc	3/4 enc
4/12/2006	24.2	30.3	27.25	0	68	48	998.3	1000.4	998.3	NNW	NW	N	mp	1/2 enc
5/12/2006	24.3	28.4	26.35	0	76	58	1000.2	1003	999.9	WNW	W	NW	mp	1/4 enc
6/12/2006	22.6	28.6	25.6	1.1	85	52	1000.6	1000.3	998.7	WNW	WNW	NW	mp	1/2 enc
7/12/2006	21.3	24.8	23.05	0	68	52	999.4	1001.2	998.3	WNW	NW	WNW	mtc	3/4 enc
8/12/2006	19	28.4	23.7	0	61	51	998.8	998.7	996	NW	WNW	WNW	mtc	1/4 enc
9/12/2006	21.3	29.1	25.2	0	74	33	996.3	1000.3	997.4	NW	NW	NNW	mtc	enc
10/12/2006	22.3	29.7	26	0	75	40	997.4	1002.2	1000	NNE	NW	NNW	mtc	1/2 enc
11/12/2006	29.9	32.4	31.15	0	71	42	1000	1003.9	1001	E	WNW	NW	mtc	1/2 enc
12/12/2006	23.1	34.1	28.6	0	55	37	1000.2	1001.2	997.8	NW	SE	SE	mtc	1/2 enc
13/12/2006	26.6	27.5	27.05	0	58	53	997.4	1000.5	998.6	NNW	SSE	W	mtc	enc
14/12/2006	24.2	36	30.1	0	51	40	997.1	997.5	995.5	W	E	W	mtc	1/4 enc
15/12/2006	26.2	34.6	30.4	8.6	80	22	998.7	1000.4	998.3	N	S	SW	mp	limpo
16/12/2006	28	35.8	31.9	0	75	51	998.7	999.9	997	N	SE	SE	mtc	enc
17/12/2006	28.8	32.2	30.5	0	77	55	996.6	998	994.6	NE	SE	SE	mtc	limpo
18/12/2006	26.4	29.8	28.1	10.6	86	75	994.6	995.9	995.8	W	N	NE	mtc	enc
19/12/2006	24.8	32.2	28.5	0.8	84	63	997.5	996.8	993.6	SE	SE	SE	mtc	1/2 enc
20/12/2006	21.2	29.4	25.3	0	65	92	994.3	990.3	993.9	NE	SW	SW	mtc	enc
21/12/2006	21.8	27.4	24.6	17.4	82	63	995.5	999.9	999.4	NE	SE	E	mp	limpo
22/12/2006	22.2	30.6	26.4	0	83	56	999.5	1002.7	998.7	N	N	SE	mp	1/2 enc
23/12/2006	26.6	32.6	29.6	0	65	63	998.6	999	995.4	SE	NE	NE	mp	1/2 enc
24/12/2006	23.8	24.6	24.2	3.3	82	77	997.1	994.4	994.6	NW	E	NW	mtc	3/4 enc
25/12/2006	22.2	24.2	23.2	0	89	85	995.5	995.1	991.9	SW	NE	SE	mp	enc
26/12/2006	22.6	28	25.3	25	80	45	995.8	1000.7	1000.3	W	SW	S	mp	1/2 enc
27/12/2006	21	31	26	0	65	45	1000.6	1002.8	1001.4	SW	SE	SE	mp	1/4 enc
28/12/2006	24.2	31.2	27.7	0	79	45	1001.4	1005.6	1003.4	SE	E	E	mp	limpo
29/12/2006	25.2	35.6	30.4	0	74	43	1003.8	1004.4	1001.4	NE	SE	SE	mp	1/2 enc
30/12/2006	24.2	30.8	27.5	0	67	84	1001.6	1004.7	1002.8	NE	NE	N	mp	1/2 enc
31/12/2006	24	33.6	28.8	17.4	78	49	1003.2	1004.6	1001.8	N	E	SE	mtc	enc

1/1/2007	24.6	33.1	28.85	0	63	46	1000.6	1000	997.4	NW	SSW	W	mtc	1/4 enc
2/1/2007	25.4	32.3	28.85	0	59	47	998.3	1000	997.4	NW	SSE	NW	mtc	1/4 enc
3/1/2007	25.8	30.6	28.2	14.2	83	63	996.7	998.6	995.9	N	SSE	NW	mtc	1/4 enc
4/1/2007	24.1	29.1	26.6	19.2	76	71	995.1	995.9	993	W	ESE	N	mtc	enc
5/1/2007	25.2	29.5	27.35	0.7	92	57	992.6	994.8	993.6	SSE	N	NNW	mtc	enc
6/1/2007	23.11	28.3	25.71	0.7	86	49	995.5	1000.7	999.9	NW	WNW	NW	mp	1/2 enc
7/1/2007	21.1	27.6	24.35	0	75	47	1001	1004.7	1003.2	WNW	WNW	WNW	mp	1/4 enc
8/1/2007	22.4	28.8	25.6	0	75	57	1003.2	1003.8	1001.1	NW	W	WNW	mp	limpo
9/1/2007	22.6	32.8	27.7	0	76	57	1000.8	1000	997	WNW	SW	NW	mp	1/4 enc
10/1/2007	25.8	28.9	27.35	0	75	76	996.8	998.6	996	WNW	SSE	SSE	mtc	enc
11/1/2007	23.5	27.5	25.5	36.4	86	96	999.9	996.6	996.7	SW	SSE	S	mtc	enc
12/1/2007	25.2	29.3	27.25	32	95	61	995.8	995.8	995.4	N	N	NNW	mtc	1/2 enc
13/1/2007	24.4	32.2	28.3	0	78	44	994.4	995.2	993.4	N	SE	E	mtc	limpo
14/1/2007	20	24.9	22.45	0	66	55	993.6	1001.6	999.9	NE	SE	N	mtc	1/2 enc
15/1/2007	18.5	26.1	22.3	0	78	46	998.8	1002.6	1002.3	NE	WNW	NW	mp	limpo
16/1/2007	18.8	25.5	22.15	0	71	45	1002.3	1006.7	1003.5	NNW	W	WNW	mp	limpo
17/1/2007	21.5	24.2	22.85	0	75	46	1001.2	998	994.7	WNW	NW	SE	mp	enc
18/1/2007	21.6	27.4	24.5	21.4	85	70	996.4	995.5	994.2	SSE	NNE	N	mtc	enc
19/1/2007	22.4	27.4	24.9	0	75	65	995.4	997.6	995.9	NNW	W	SSW	mtc	1/2 enc
20/1/2007	19.8	20.6	20.2	8.7	92	90	996.8	999.8	1003.8	WNW	NW	NW	mtc	enc
21/1/2007	18.9	24.8	21.85	4.8	75	59	1005	1007	1005.4	NW	W	WNW	mp	1/2 enc
22/1/2007	19.5	28.8	24.15	0	74	62	1004.4	1004	1001.1	WNW	WNW	WNW	mp	1/4 enc
23/1/2007	23.3	33.6	28.45	0	75	57	998.6	999.8	997.4	WNW	SSE	NW	mp	1/4 enc
24/1/2007	27	34.6	30.8	0	72	53	997.4	999.1	998.4	NE	NE	SE	mp	1/2enc
25/1/2007	25.5	28.3	26.9	0	81	74	997.5	999.4	997	SW	WSW	E	mtc	enc
26/1/2007	23.3	28.4	25.85	13.4	97	75	998	998.8	996.6	NNW	WNW	WNW	mtc	enc
27/1/2007	24.4	30.3	27.35	1.4	94	66	996.6	999.4	997.1	WNW	ENE	E	mtc	1/2 enc
28/1/2007	23.4	25.7	24.55	0	90	87	997.8	998.8	998	NNW	SE	E	mtc	1/2 enc
29/1/2007	22.1	25.6	23.85	11	91	81	999.5	1000	999.5	WNW	WNW	NW	mtc	1/2 enc
30/1/2007	21.3	28.1	24.7	0	85	61	999.9	1002.3	1000.3	WNW	W	WNW	mtc	1/4 enc
31/1/2007	22.2	28.9	25.55	0	90	73	999.9	1001.5	999.2	NW	WNW	NW	mtc	1/2 enc
1/2/2007	22.8	32	27.4	0	83	44	999.9	1002.7	1001.4	N	WSW	E	mtc	limpo
2/2/2007	25	33.8	29.4	0	77	38	1000.8	1002.6	1001	N	SW	SE	mp	limpo
3/2/2007	25.8	34.4	30.1	0	61	56	999	1000.6	997.6	N	SE	SE	mtc	limpo
4/2/2007	24	26.2	25.1	0	68	85	998.6	995.9	997.6	N	NE	W	mtc	3/4 enc
5/2/2007	23.2	30.2	26.7	1.3	75	69	995.6	995.6	991.1	NE	NE	N	mtc	1/2 enc
6/2/2007	21.8	31.8	26.8	1.8	76	55	991.9	999.2	992	E	NW	W	mtc	enc
7/2/2007	24.6	30.2	27.4	10	74	54	993.8	999.9	1000.8	NW	S	S	mtc	enc
8/2/2007	23	29	26	0	78	54	1002.3	1006.8	1005.1	SE	SE	SE	mp	1/4 enc
9/2/2007	21.6	30.4	26	0	84	53	1004.7	1007	1004.2	NE	E	SE	mtc	1/2 enc
10/2/2007	22	31.6	26.8	0	89	58	1003.2	1004	1001.6	E	SE	S	mtc	enc
11/2/2007	23	29	26	0.3	77	46	1003	1005	1004.6	N	E	SE	mtc	1/2 enc
12/2/2007	20.8	27.8	24.3	0	70	47	1005.1	1005.9	1003.1	E	SE	E	mtc	1/4 enc
13/2/2007	21.4	30	25.7	0	77	54	1001.6	1001.5	998.3	E	E	SE	mtc	1/2 enc
14/2/2007	25.2	28.8	27	0	70	60	997.6	999.6	997.4	E	E	NE	mtc	1/4 enc
15/2/2007	22.6	33.4	28	0.2	88	47	997.1	998.4	995.4	SW	E	E	mtc	1/4 enc
16/2/2007	26	36.2	31.1	0	57	34	993.9	995.9	992.4	N	NE	NW	mtc	1/2 enc
17/2/2007	24.6	28.2	26.4	2.5	91	81	991	990.3	992	NE	NW	NW	mtc	enc

18/2/2007	18.4	23.4	20.9	14.3	77	55	994.4	1002	1001.5	NW	SW	SW	mp	enc
19/2/2007	19	25.4	22.2	0	77	57	1001.9	1004.2	1002.4	N	SE	E	mp	1/2 enc
20/2/2007	20.8	26.2	23.5	0	85	66	1001.6	1002.7	1001.6	E	E	E	mtc	1/4 enc
21/2/2007	22.6	28.8	25.7	0	83	64	1002	1002.3	999.6	E	E	E	mtc	1/2 enc
22/2/2007	22.5	25.2	23.85	0	72	83	1000.2	1002.2	1001.1	NE	E	WSW	mtc	1/2 enc
23/2/2007	22.1	25	23.55	11.3	89	88	1002	1004.3	1002.4	W	N	N	mp	limpo
24/2/2007	22.4	24.2	23.3	64.2	95	95	1001.5	1001.2	999.8	NE	E	N	mtc	enc
25/2/2007	23.2	33.2	28.2	39.3	82	64	1000.8	1001	999.4	N	S	E	mtc	1/2 enc
26/2/2007	26	35	30.5	0	76	49	999.9	1000.7	998.4	NE	NE	NE	mp	1/4 enc
27/2/2007	26.2	31.5	28.85	0	60	52	998.4	998	995.5	NE	N	SSE	mtc	enc
28/2/2007	25.2	31.8	28.5	0	84	64	996.4	998	996.2	S	SE	E	mtc	enc
1/3/2007	23.2	33.8	28.5	27.8	62	51	996.7	996	994	NW	N	NW	mtc	1/2 enc
2/3/2007	20.6	28	24.3	28.2	97	82	994.4	1002.6	1003.4	N	SW	SE	mtc	enc
3/3/2007	21	22.8	21.9	6.7	94	93	1003.7	1007.1	1005.9	SE	E	E	mp	enc
4/3/2007	21.8	34.2	28	1.3	86	50	1005.8	1001.8	998.4	SE	E	NW	mp	enc
5/3/2007	26.8	31.2	29	0	83	65	999.6	1001.5	999.6	NW	N	W	mp	1/2 enc
6/3/2007	25.6	30.6	28.1	0	86	77	1002.4	1003.2	1002.4	SE	SE	SE	mp	enc
7/3/2007	23	29.6	26.3	35.4	97	72	1005	1005.9	1003.5	SE	SE	NE	mtc	1/2 enc
8/3/2007	23.2	31.6	27.4	0	80	46	1003	999.8	995.1	NE	S	SSE	mtc	enc
9/3/2007	20.5	24.1	22.3	0	83	95	993.2	999.4	998.2	E	NNE	SW	mtc	enc
10/3/2007	20.9	22.7	21.8	42.6	91	79	1000.2	1002.2	1002.4	W	N	NW	mp	3/4 enc
11/3/2007	18.3	24.8	21.55	0	83	49	1001.4	1004.2	1002.3	N	NW	N	mp	limpo
12/3/2007	16.3	26.7	21.5	0.2	98	61	1002	1003.6	1000.3	NW	WNW	NW	mp	limpo
13/3/2007	20.6	31	25.8	0	95	71	1001.4	1003.6	1001.5	NNW	WNW	NW	mp	1/2 enc
14/3/2007	27.6	29.2	28.4	0	87	67	1001.5	1001.5	998.2	NNW	SE	SE	mp	3/4 enc
15/3/2007	22.3	28.6	25.45	0	86	69	997.4	997.9	996.8	NE	SW	S	mp	enc
16/3/2007	26	28	27	0	86	58	999.1	1002.6	1001.1	N	E	SE	mtc	3/4 enc
17/3/2007	22.4	27	24.7	0	83	65	1002	1002.4	1000.7	E	SE	E	mp	1/4 enc
18/3/2007	22.4	23	22.7	0.3	98	64	1000.3	1000.7	998.3	E	NW	S	mp	1/2 enc
19/3/2007	19.2	28	23.6	0	89	81	1000.6	1002.6	1001.4	S	SW	SE	mp	1/2 enc
20/3/2007	20.4	27.6	24	1.6	89	57	1002.4	1003.9	1002	N	SE	S	mp	limpo
21/3/2007	19.8	31	25.4	0	88	66	1002.3	1003.1	1000.6	N	SE	SE	mp	limpo
22/3/2007	20.6	32.4	26.5	0	94	61	1000.8	1002.4	999.6	E	SE	E	mtc	1/4 enc
23/3/2007	21.2	27.4	24.3	0	94	49	999.1	1002.7	1000.8	N	E	SW	mtc	enc
24/3/2007	22.4	24.4	23.4	0	90	72	1001.8	1005.2	1003.9	N	E	SE	mp	1/2 enc
25/3/2007	22.8	26.6	24.7	0	94	86	1004.8	1004.3	1001.6	SE	SE	SE	mp	1/4 enc
26/3/2007	21.4	35.8	28.6	0.5	81	83	1002.3	1000.8	1000	SE	WNW	SE	mp	1/4 enc
27/3/2007	23.2	32.6	27.9	29	65	44	1001.4	999.6	997.1	NE	N	NW	mtc	enc
28/3/2007	20.8	31.4	26.1	0	84	67	999.4	1002.3	1000.2	N	SE	SE	mp	enc
29/3/2007	26	38	32	0	98	69	1002.8	1002.4	998.4	NE	E	E	mp	enc
30/3/2007	22	23.6	22.8	0	88	35	998.3	998.7	996.3	E	E	NW	mtc	1/2 enc
31/3/2007	27	30.5	28.75	0	88	85	997.6	1001.5	1001.1	W	SE	WSW	mtc	1/2 enc
1/4/2007	21.5	26.5	24	3.7	91	78	1001.5	1003.5	1002.3	N	W	WNW	mp	enc
2/4/2007	22.3	22.9	22.6	0	98	67	1002.6	1002	999.4	W	SE	N	mp	enc
3/4/2007	21.3	24.8	23.05	0	96	83	1000.7	1001.2	999.8	W	NW	WSW	mp	1/2 enc
4/4/2007	19.9	23.4	21.65	0	96	64	1006.8	1004.2	1003.2	NW	WNW	NW	mp	1/4 enc
5/4/2007	21.8	22.9	22.35	0	92	65	1003.6	1005.6	1004.7	WNW	WNW	WNW	mp	1/4 enc
6/4/2007	20.11	20.4	20.26	0	85	64	1005.1	1005.2	1002	WNW	W	WNW	mp	1/2 enc

7/4/2007	18.9	21.9	20.4	0	78	95	1002.4	1001.8	999.1	W	SSW	SW	mp	1/2 enc
8/4/2007	19.6	20.5	20.05	47.3	85	88	999	1001	1000.2	SW	E	N	mtc	1/4 enc
9/4/2007	18.8	23.9	21.35	3.3	92	50	1002.6	1005.2	1002.2	N	WSW	WNW	mtc	enc
10/4/2007	17.9	26.5	22.2	0.2	86	53	1001.9	1003.4	1000.4	N	W	NNW	mp	limpo
11/4/2007	14.4	21.1	17.75	0	96	39	1001.8	1002.8	998.6	N	SSE	SSE	mp	1/4 enc
12/4/2007	17.3	25.2	21.25	2.7	90	39	999.4	1008	1006.7	NNW	NNW	N	mp	enc
13/4/2007	19.9	20.2	20.05	0	87	53	1008.7	1009.4	1005.1	NW	W	SE	mp	limpo
14/4/2007	11.3	28.2	19.75	0	89	97	1003.6	1003.2	1001.8	E	SE	NE	mp	limpo
15/4/2007	19.4	29	24.2	12.7	92	68	1003.1	1005.8	1004	S	NE	S	mp	1/2 enc
16/4/2007	20.4	30.6	25.5	0	92	62	1006.2	1007.5	1004.4	N	SE	SE	mp	enc
17/4/2007	21.2	31.4	26.3	0	98	64	1004.3	1005	1002.2	E	SE	SE	mp	1/2 enc
18/4/2007	19.4	27.7	23.55	0	100	62	1002.2	1004.3	1002.4	NE	NE	SE	mtc	enc
19/4/2007	21.2	28.1	24.65	0	70	47	1002.8	1004.7	1002.3	E	NE	NE	mp	enc
20/4/2007	24.4	29.3	26.85	0	67	42	1002.2	1005.8	1001.8	SE	S	NW	mp	1/2 enc
21/4/2007	20.9	27.6	24.25	0	87	46	1003.1	1005.1	1002.4	SE	S	W	mp	enc
22/4/2007	21.9	28.7	25.3	0	96	45	1002.6	1004.6	1000.3	WNW	SW	SE	mp	enc
23/4/2007	22.7	26.7	24.7	0	73	46	1000.7	1001.2	999.4	N	SSE	SW	mtc	enc
24/4/2007	21.6	23.6	22.6	1	85	88	999.8	998.7	998	E	W	WSW	mtc	enc
25/4/2007	18.11	18.1	18.11	23.2	94	94	998.2	999.8	997	NW	WNW	NNW	mtc	1/2 enc
26/4/2007	18.11	19.8	18.96	27.6	91	61	996.2	1002	1003	NNE	NNW	N	mtc	enc
27/4/2007	16.5	17.3	16.9	0	81	47	1007.5	1013.2	1012.4	NNE	NW	N	mp	limpo
28/4/2007	11.11	19.4	15.26	0	93	55	1014.2	1015.6	1011.5	NNW	WNW	NW	mp	limpo
29/4/2007	9.3	22.3	15.8	0	100	61	1011.5	1010.4	1007.5	SE	NW	SE	mp	limpo
30/4/2007	11.7	25.8	18.75	0.3	98	50	1007	1007	1003	N	W	NW	mp	1/2 enc
1/5/2007	13.2	22.1	17.65	0	88	74	1003.1	1003.2	999.5	NW	SW	NW	mp	limpo
2/5/2007	15.5	21.7	18.6	30	97	79	1000.3	1003.6	1003.1	NNW	S	WNW	mtc	enc
3/5/2007	20.4	26.7	23.55	0.2	93	83	1005.5	1008	1006.8	WNW	W	W	mp	enc
4/5/2007	18.7	26.3	22.5	0	70	50	1005.5	1003.2	999.8	W	S	SSE	mp	enc
5/5/2007	18.9	24.1	21.5	0	89	67	999.8	1003.8	998.7	SSE	S	NW	mp	1/4 enc
6/5/2007	23.8	25.4	24.6	0	59	75	999	996	996	SE	E	W	mp	1/2 enc
7/5/2007	18.5	22.2	20.35	11.4	78	75	999.4	1004.8	1004.6	NNW	NNW	NNE	mtc	enc
8/5/2007	13.3	17.1	15.2	0	84	50	1007.6	1010.8	1010.6	N	N	N	mp	enc
9/5/2007	9.6	15.5	12.55	0	81	55	1014.6	1018.6	1017	N	NW	N	mp	limpo
10/5/2007	8.3	19.9	14.1	0	95	60	1017	1016.6	1013	NE	W	WNW	mp	1/2 enc
11/5/2007	6.11	18.6	12.36	0.2	91	52	1012	1009.9	1007.5	E	NE	NW	mp	1/2 enc
12/5/2007	12.3	14.3	13.3	0	91	56	1008.3	1012.6	1010.4	N	NNW	NNW	mtc	1/2 enc
13/5/2007	13.5	16.7	15.1	0	84	95	1011.4	1009.5	1006.3	WNW	NW	NW	mp	1/2 enc
14/5/2007	10.2	19.3	14.75	13	95	72	1008	1009.1	1007.9	NE	W	WSW	mp	limpo
15/5/2007	10.9	17.6	14.25	0	98	64	1008.4	1005.5	1000.4	WNW	SW	E	mp	1/2 enc
16/5/2007	12.8	16.6	14.7	35.8	98	89	999.5	1000.4	1001.1	N	N	S	mtc	enc
17/5/2007	15.2	16	15.6	3.5	90	45	1003.8	1007.6	1006.4	N	E	SE	mp	1/4 enc
18/5/2007	10.2	17.5	13.85	0	95	65	1008	1010.4	1008.8	N	N	SE	mp	enc
19/5/2007	7.8	23	15.4	0	89	52	1010.3	1012.2	1008.6	E	E	NE	mp	1/2 enc
20/5/2007	8.6	20	14.3	0	88	65	1008.2	1006	1002.6	E	E	NE	mp	1/2 enc
21/5/2007	9.6	19.4	14.5	1.4	98	84	1001.4	999.6	996.8	E	SE	SE	mp	enc
22/5/2007	15.8	16.6	16.2	1.5	98	81	997.8	999.1	997.4	NW	SW	SW	mtc	enc
23/5/2007	16.4	17.9	17.15	5.8	85	65	998.7	1004.7	1003.8	SW	NW	SW	mp	enc
24/5/2007	11.2	17.6	14.4	0	91	50	1008	1013	1011.4	SW	W	SW	mp	limpo

25/5/2007	7.2	20.2	13.7	0	91	53	1012.2	1012	1008.4	N	SW	S	mp	limpo
26/5/2007	6	20	13	0	97	57	1007.8	1006.8	1003	N	N	S	mp	limpo
27/5/2007	7.2	12.4	9.8	0	97	61	1004.8	1005.1	1003.6	N	N	S	mp	enc
28/5/2007	9.4	11.7	10.55	0	64	50	1006	1010.8	1009.9	N	S	SW	mp	limpo
29/5/2007	9.2	10	9.6	0	80	56	1011.9	1015.2	1013.6	N	NW	NNE	mp	3/4 enc
30/5/2007	4.2	15.2	9.7	0	94	66	1015.4	1018.6	1015.9	N	WNW	SE	mp	limpo
31/5/2007	4.5	13.3	8.9	0	94	44	1014.8	1010.4	1005.1	NNW	S	SE	mp	limpo
1/6/2007	3.1	13.5	8.3	0	93	73	1004.7	1002.3	1000.6	N	NE	E	mtc	enc
2/6/2007	11.5	14.4	12.95	0	86	41	1004.2	1007.8	1004.3	E	E	SE	mp	limpo
3/6/2007	7.5	21.6	14.55	0	58	35	1004.8	1007.4	1007.2	SSE	E	NE	mp	1/2 enc
4/6/2007	9.3	21.6	15.45	0	84	36	1008.7	1008.4	1006.2	SE	N	NW	mp	limpo
5/6/2007	8.6	16.3	12.45	0	95	45	1006.8	1008.6	1005.6	N	N	W	mp	limpo
6/6/2007	7.6	16.4	12	0	91	51	1005.6	1005.6	1002.4	E	N	NW	mp	enc
7/6/2007	7	16.1	11.55	0	96	57	1002.3	1004	1003.1	NE	NW	N	mtc	limpo
8/6/2007	10.3	17.8	14.05	0	100	83	1005.5	1005.8	1002.6	NE	W	W	mp	1/2 enc
9/6/2007	9.3	18.4	13.85	0	95	98	1001.5	1001.1	997.5	W	NW	NW	mp	enc
10/6/2007	13.11	19.7	16.41	60.3	98	98	999.9	1001.5	999.8	S	W	WNW	mtc	enc
11/6/2007	17.8	21.7	19.75	22.2	96	96	999.9	999.5	997.9	WSW	NW	NNW	mtc	enc
12/6/2007	17.8	22.2	20	0.5	98	70	999.2	1002.3	999.4	N	WNW	NW	mtc	enc
13/6/2007	17.9	18.4	18.15	0.5	92	83	997.5	996.8	995.5	WNW	SE	NE	mtc	enc
14/6/2007	19	20.2	19.6	2.8	96	96	996.8	1000.2	996.8	E	SE	E	mtc	enc
15/6/2007	17.4	18.7	18.05	11.4	96	91	996.8	993	999.5	SE	NE	NNE	mtc	enc
16/6/2007	11.7	15.8	13.75	12	85	55	1008.4	1012.6	1009.4	ENE	N	WNW	mp	limpo
17/6/2007	8.1	15	11.55	0	97	81	1008.6	1006.7	1004.8	W	N	S	mp	limpo
18/6/2007	7.2	19.6	13.4	0	98	60	1007	1010.7	1008.3	N	NW	SE	mp	enc
19/6/2007	7.6	30	18.8	0.7	95	76	1007.2	1004.7	1002.2	SE	SE	SE	mp	1/2 enc
20/6/2007	11.4	28	19.7	0	49	42	1001.1	1001.1	998.8	S	N	N	mp	1/2 enc
21/6/2007	16	25.2	20.6	0	43	46	999.8	1004.3	1001.2	N	SSE	N	mtc	enc
22/6/2007	22.1	23.3	22.7	0	42	43	1002.4	1000.7	998.3	SSW	SSE	SSE	mtc	enc
23/6/2007	11.5	22.4	16.95	0	75	90	994.4	997.8	999.9	SSE	NNE	N	mtc	enc
24/6/2007	7.5	15.6	11.55	2	59	45	1005.2	1013.8	1013	NNE	NW	SW	mp	enc
25/6/2007	8.8	9.7	9.25	0	90	56	1003.2	1017.1	1013.8	N	NW	WNW	mp	1/2 enc
26/6/2007	3.7	13.4	8.55	0.9	92	97	1011.8	1010.2	1007	WNW	NW	WNW	mp	1/2 enc
27/6/2007	7.2	15.6	11.4	16.8	95	90	1007.4	1009.1	1009.6	NW	NNE	N	mp	limpo
28/6/2007	9.2	10.8	10	1.5	97	73	1011.5	1012	1010.8	NNE	W	S	mp	1/4 enc
29/6/2007	9.7	10.8	10.25	0	98	79	1012.3	1012.4	1010.6	ENE	N	SE	mp	1/4 enc
30/6/2007	8.4	8.6	8.5	0	98	82	1010.6	1013.6	1013.2	N	SW	SW	mp	limpo

Fonte: CEFET São Vicente do Sul, INMET, Serviço Meteorológico do Centro de Hidrografia Marinha e Weather Underground